

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 07 - 8

strojírenská technologie

zaměření

tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastu

PROVEĎTE ROZBOR TECHNOLOGIE VÝROBY VYBRANÝCH SOUČÁSTÍ
PROTLAČOVÁNÍM ZA STUDENA

ALOIS RADA

KTP - 168

Vedoucí práce: Doc. Ing. J. Tměj, CSc.; VŠST Liberec

Konzultant: Ing. A. Dominec; n. p. Mesit Uherské Hradiště

Rozsah práce a příloh:

Počet stran	70
Počet příloh a tabulek	10+1
Počet obrázků	15
Počet výkresů	-
Počet modelů nebo jiných příloh .	-

Liberec, 24. 5. 1985

Vysoká škola: **strojná a textilní**

Fakulta: **strojná**

Katedra: **tváření a plasty**

1984/85

Školní rok:

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Aloise R a d u

pro

strojírenská technologie

obor

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: **Proveďte rozbor technologie výroby
vybraných součástí protlačováním
za studena**

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte základní principy technologie protlačování kovů za studena.
2. Rozbor součástkové základny a možnosti inovace.
3. Vypracujte metodiku aplikace technologie výroby v n. p. Nesit.
4. Konstrukční řešení a návrh technologického řešení pro vybranou součást.
5. Vypracujte technologickou dokumentaci nástroje pro výrobu dané součásti.
6. Technologicko ekonomický rozbor.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ostatní knihovna
LIBEREC 1, SVOUDSKÁ 8
401 17

V 274/85 S

KPT/TP

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: **30 - 50 stran**

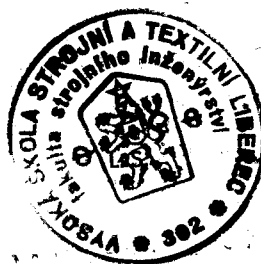
Seznam odborné literatury:

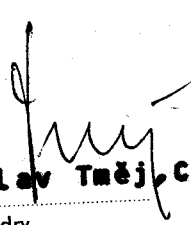
1. FELDMAN : Tváření za studena ocelí.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **28. 9. 1984**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. 5. 1985**




Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc.

Děkan

V Liberci dne 28. 9. 19 84

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

V Liberci dne 24. 5. 1985

Rada Alois
Alois R a d a

O B S A H

	Strana
1. ÚVOD	11
2. ZÁKLADNÍ PRINCIPY TECHNOLOGIE PROTLAČOVÁNÍ KOVU	
ZA STUDENA	13
2.1 Podstata protlačování kovů za studena	13
2.2 Plastická deformace	15
2.2.1 Vhodnost kovů pro protlačování z hlediska tvárnosti	16
2.3 Materiály vhodné k protlačování za studena	17
2.4 Způsoby protlačování kovů za studena	19
2.4.1 Dopředné protlačování	20
2.4.2 Zpětné protlačování	22
2.4.3 Sdružené protlačování	23
2.4.4 Stranové protlačování	23
3. APLIKACE TECHNOLOGIE ZPĚTNÉHO PROTLAČOVÁNÍ	
NEŽELEZNÝCH KOVŮ ZA STUDENA V N. P. MESIT	25
3.1 Charakteristika závodu	25
3.2 Popis strojního vybavení lisovny v n. p.	
Mesit Uherské Hradiště	25
3.2.1 Strojní vybavení lisovny	25
3.2.2 Charakteristika lisovacích strojů řady LEN	26
3.3 Rozbor součástkové základny a možnosti	
inovace v n. p. Mesit	28
3.3.1 Výběr součástí vhodných k inovaci výroby .	28

	Strana
3.3.2 Výběr představitele součástí	29
3.4 Technologický proces výroby protlačováním	
kovů za studena	30
3.4.1 Ukazatele technologičnosti u zpětného	
protlačování - příprava polotovaru	30
3.4.2 Ukazatele technologičnosti u zpětného	
protlačování - tvary průtlačku s ohledem	
na konstrukci nástroje	33
3.4.3 Ukazatele technologičnosti u zpětného	
protlačování - dokončování výroby	
průtlačků	36
3.5 Stávající technologie výroby	37
3.5.1 Technologický postup výroby krytu	
č. v. 932-51D1	38
3.5.2 Technologický postup výroby příložky	
č. v. 932-52E1	39
3.5.3 Technologický postup výroby pouzdra	
č. v. 932-54E1	40
3.5.4 Montáž příložek a pouzder na potlaček ..	40
3.5.5 Rozbor strojních časů u stávající	
technologie	41
3.5.6 Spotřeba materiálu na výrobu představi-	
tele součástí stávající technologií	41
3.6 Zhodnocení stávající technologie výroby	42
4. NÁVRH KONSTRUKČNÍHO A TECHNOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ	
ÚKOLU	44

	Strana
4.1 Návrh řešení nové technologie	44
4.1.1 Požadavky na novou technologii	44
4.1.2 Návrh nové technologie	44
4.1.3 Návrh nového technologického postupu výroby	45
4.1.4 Rozbor strojních časů u nové techno- logie	46
4.1.5 Spotřeba materiálu na výrobu předsta- vitele součástí novou technologií	47
4.1.6 Předpokládané úspory materiálu při použití nové technologie	47
4.1.7 Předpokládané úspory pracnosti výrobků .	48
4.1.8 Zhodnocení nové technologie výroby	50
4.2 Návrh konstrukčního řešení nástroje pro novou technologii	51
4.2.1 Návrh konstrukční úpravy krytu č. v. 932-51D1	51
4.2.2 Návrh konstrukce průtlačníku pro novou technologii	52
4.2.3 Návrh konstrukce průtlačnice pro novou technologii	54
4.2.4 Návrh konstrukce stírače pro novou technologii	55
4.3 Přibližný výpočet tvářecí síly	55
4.4 Výběr vhodného tvářecího stroje	58
4.5 Technická data výstředníkového lisu LEN 160 ...	59

	Strana
5. TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	60
5.1 Ekonomický přínos technologie protlačování	
za studena	60
5.2 Výpočet výrobních nákladů na výrobu	61
5.2.1 Výpočet výrobních nákladů na výrobu	
jednoho kusu krytu při stávající	
technologii	61
5.2.2 Výpočet výrobních nákladů na výrobu	
jednoho kusu krytu při nové techno-	
logii	62
5.3 Výpočet doby úhrady investovaných prostředků .	63
5.4 Výsledné hodnocení	63
6. ZÁVĚR	66
Přehled použité literatury	68

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

K_p	MPa	přetvárná pevnost materiálu
σ_1	MPa	složky hlavních normálních napětí
σ_2	MPa	
σ_3	MPa	
σ_s	MPa	střední tlakové napětí
$\tau_{\max}$	MPa	maximální smykové napětí
z_D	%	stupeň deformace
F_o	mm ²	plocha kaloty
F_1	mm ²	obsah plochy výchozí kaloty
m_{Al}	kg	hmotnost kaloty
V_{Al}	m ³	objem kaloty
RO_{Al}	kg/m ³	měrná hmotnost kaloty
m_{Po}	kg	hmotnost pouzdra
V_{Po}	m ³	objem pouzdra
R_{Po}	kg/m ³	měrná hmotnost materiálu pouzdra
$m_{př}$	kg	hmotnost příločky
$V_{př}$	m ³	objem příločky
$RO_{př}$	kg/m ³	měrná hmotnost materiálu příločky
R_m	MPa	mez pevnosti v tahu
A_{10}	%	minimální tažnost
a, b	mm	rozměry kaloty
R	mm	poloměr zaoblení rohu kaloty
F_{oK}	mm ²	plocha kaloty
f_N	mm ²	plocha průřezu funkční části nástroje
h_o	mm	výška kaloty
s	mm	tloušťka stěny hotového protlačku

Ft	N	tvářecí síla
VN	Kčs	výrobní náklady
PN _{mzd}	Kčs	přímé náklady mzdové
PN _{mat}	Kčs	přímé náklady materiálové
NN	Kčs	nepřímé náklady
R	%	režie
Z	%	zisková přírážka organizace
P	Nh	pracnost výrobku
S	Kčs/Nh	průměrná mzda na lisovně
C	Kčs/kg	průměrná nákupní cena materiálu
Tú	rok	nákladová návratnost
JIN	Kčs	jednorázové investiční náklady
K _{n.t.}	ks/rok	počet vyrobených kusů při nové technologii za rok

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 - součást č. v. 932-S60D1
č. 2 - součást č. v. 932-51D1
č. 3 - součást č. v. 932-52E1
č. 4 - součást č. v. 932-54E1
č. 5 - protlačovací nástroj Nptl₁ 932-51D1
č. 6 - protlačovací nástroj Nptl_k 931-48D1
č. 7 - součást č. v. 932-51D1-10
č. 8 - průtlačník č. v. Nptl₁₀ 932-51D1/2
č. 9 - průtlačnice č. v. Nptl₁₀ 932-51D1/1
č. 10 - protlačovací nástroj Nptl₁₀ 932-51D1

1. Ú V O D

V současné době jsou kladeny vysoké požadavky na uplatňování vědecko-technického pokroku v praxi. Zejména zvyšování produktivity práce, technické úrovně a kvality výrobků, snižování podílu ruční práce, šetření energie a materiálu patří dnes k rozhodujícím cílům ekonomiky. Rozhodující úlohu v zabezpečování dalšího vzestupu národního hospodářství má průmyslová výroba. Základem výroby je strojírenství a tváření kovů je jedna z nejprogresivnějších technologií, která může zajišťovat podstatný růst produktivity práce za současných úspor materiálu a energie.

Hlavní přínosy tváření kovů vznikají ve dvou oblastech:

- a) přechodem na technologii tváření z jiného druhu technologie - jedná se především o náhradu obrábění z plného materiálu objemovým tvářením za studena, kde se dosahuje 20+80 % úspory materiálu a snížení pracnosti o 30+90 %,
- b) racionalizací technologie tváření u součástí již tvářených, mechanizací a automatizací technologického procesu, kde se zvyšuje produktivita práce o 300+500 % proti ruční obsluze.

Procento mechanizovaných a automatizovaných pracovišť je v současné době nejdůležitějším ukazatelem úrovně strojírenské výroby. V současné době je těmito prostředky vybaveno v čs. strojírenství méně než 10 % tvářecích strojů, přičemž se nepříznivě projevuje značně zastaralý strojný park v lisovnách. Nepříznivým faktorem pro rozvoj mechanizace je i malá sériovost výroby, která je typická i pro letecké podniky

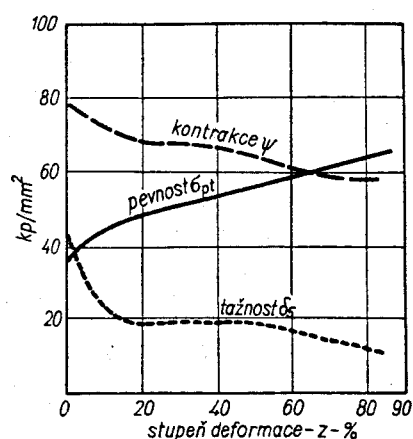
VHJ-AERO, kam patří i n. p. Mesit Uherské Hradiště. Zadání této diplomové práce vychází ze základních požadavků kladených na čs. strojírenskou výrobu a z námětu racionalizačního oddělení výše uvedeného n. p. Mesit. Jedná se o inovaci technologického postupu výroby daných součástí. Tyto součásti jsou kryty relé a inovovaný technologický postup má za úkol snížit přílišnou pracnost výrobku a počet výrobních operací. Při řešení úkolu má být využito specifických možností technologie nesousledného protlačování neželezných kovů za studena.

2. ZÁKLADNÍ PRINCIPY TECHNOLOGIE PROTlačOVÁNÍ KOVU ZA STU- DENA

2.1 Podstata protlačování kovů za studena

Protlačování kovů patří mezi základní práce v lisovací technice, při níž na materiál vložený do protlačovacího nástroje působí tlak lisu, který v něm vyvolá prostorovou, tj. trojosou tlakovou napjatost. V důsledku této prostorové tlakové napjatosti dochází u materiálu ke zvýšení jeho tvárnosti a k deformaci, aniž by se porušila jeho soudržnost. Tváření probíhá za prostorové tlakové napjatosti a její velikost je omezena pouze dovoleným měrným tlakem na pracovní nástroj. To umožňuje dosažení vysokého stupně deformace, tj. změny velikosti průřezu výchozího polotovaru. K protlačování se používá studeného polotovaru. Tvářený materiál se sice během protlačování vlivem deformace zahřívá, avšak jeho teplota za tečení je zpravidla menší, než je jeho rekrytalizační teplota. Podle Siebela jde o tváření za studena, při němž dochází ke zpevnění tvářeného kovu.

Při protlačování neželezných kovů a ocelí za studena se během tvářecího procesu mění podstatně mechanické a fyzikální vlastnosti. Porovnáme-li vlastnosti materiálu výchozího polotovaru před protlačováním a po něm, pak zjistíme, že se zvětšujícím se stupněm deformace $Z\%$, se zvětšuje pevnost materiálu, klesá kontrakce a tažnost a tvrdost průtlačku se úměrně zvyšuje se stoupající pevností (viz obr. 1).



Obr. 1: Vliv protlačování při různých stupních deformace na mechanické vlastnosti (vyhodnoceno pro ocel 12010)

Volbou výchozího materiálu se zřetelem na daný stupeň deformace lze v některých případech nahradit protlačováním i operace tepelného zpracování za účelem zvýšení pevnosti. U některých kovů dochází po protlačování ke zkřehnutí materiálu nazývané též přirozené stárnutí. Doba, za kterou nastane přirozené stárnutí, je u různých kovů různá. Efekt stárnutí závisí na chemickém složení oceli, na stupni deformace a zejména na teplotě a čase. Již mírné zvýšení teploty celý děj velmi urychluje, např. při 200 °C dosáhne u ocelí ustáleného stavu již po několika minutách. Z fyzikálních vlastností se nejčastěji využívá zvýšení magnetických vlastností některých ocelí nebo u slitin na permanentní magnety např. železa, niklu a mědi nebo hliníku, a to vlivem zvýšení vnitřního pnutí po tváření. Tvářením za studena se u kovů zmenšuje i elektrická vodivost. /4/

2.2 Podmínky plastické deformace

Působí-li vnější síly o určité velikosti na kov, dochází ke změně jeho tvaru vlivem deformace. Ta nastává vlivem vzájemného posuvu vrstev krystalů podél krystalografických (kluzných) rovin. Jednotlivé krystaly kovu mají vzhledem ke směru působení vnějších sil kluzné roviny s rozličnou orientací, což ovlivňuje velikost potřebných deformačních sil. Čím obtížněji lze vrstvy krystalů vzájemně posunovat, tím větší je kritické kluzové napětí - meze kluzu materiálu. Mez kluzu spolu s napjatostí, stupněm deformace, teplotou deformace a rychlostí deformace je směrodatná pro velikost síly potřebné k zhotovení protlačované součásti. /4/

K tomu, aby došlo k plastickému přetvoření v krystalické struktuře nějakého kovu protlačováním, musí, tak jak je tomu při všech tvářecích operacích, vznikající smyková napětí, popř. rozdíl mezi největším a nejmenším hlavním napětím dosáhnout jisté mezní hodnoty K_p , jež se obecně označuje jako přetvárná pevnost materiálu. Při protlačování platí známé podmínky plasticity:

$$a) \sigma_1 - \sigma_3 = K_p = 2\tau_{\max},$$

což je podmínka plasticity, tzv. hypotéza smykových napětí,

$$b) \sigma_n = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_s)^2 + (\sigma_2 - \sigma_s)^2 + (\sigma_3 - \sigma_s)^2}$$

což je hypotéza deformační energie. σ_s značí střední tlakové napětí, které nastává při deformaci.

Odchylka mezi hypotézou o smykovém napětí a hypotézou deformační energie dosahuje nejvýše 15 %. /1/

2.2.1 Vhodnost kovů pro protlačování z hlediska jejich tvárnosti

Tvárnost neboli plastičnost kovu je schopnost měnit působením deformační síly tvar bez porušení soudržnosti materiálu. Na plastičnosti závisí stupeň možné deformace kovu. Některé kovy snesou vysoký stupeň deformace, kterého se dosáhne poměrně nízkými deformačními silami, jiné kovy nebo slitiny kladou při tváření velký deformační odpor a přitom se dosáhne malé změna původního průřezu. Z toho vyplývá, že čím je odpor proti přetvoření kovu menší a dosažitelná plastická deformace větší, tím je kov k tváření vhodnější. Měřítken velikosti plastické deformace je tzv. stupeň deformace vyjadřovaný vztahem:

$$Z_D = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \cdot 100 \quad \dots\%$$

kde značí: Z_D - stupeň deformace v %

F_0 - původní průřez plochy před protlačáním v mm^2

F_1 - průřez plochy po protlačení v mm^2

Plastičnost (tvárnost) různých druhů kovů, která se u různých druhů protlačování liší, se zjišťuje praktickými zkouškami v závislosti na trvanlivosti nástroje. Udává se jako dovolený stupeň deformace a praxí ověřené hodnoty tohoto stupně jsou sestaveny do tabulek. /4/

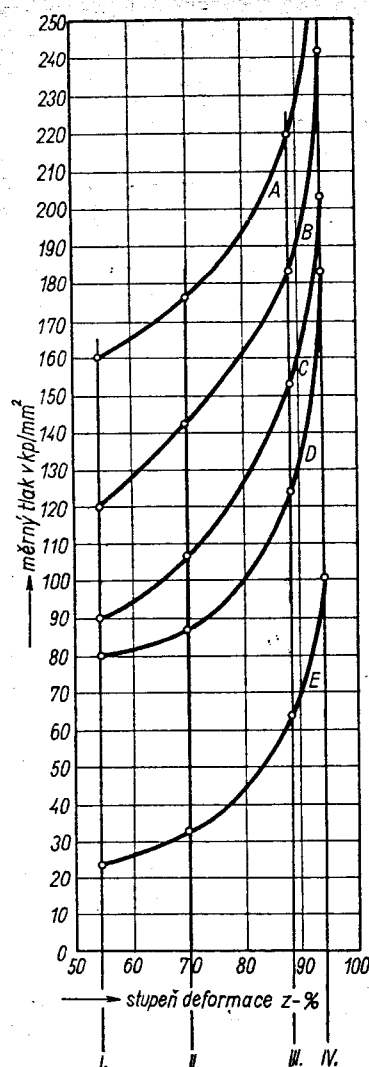
2.3 Materiály vhodné k protlačování za studena

Kovy, kterých lze užít k protlačování za studena, musí mít dostatečnou tvárnost za studena. Tvárnost materiálu nejčastěji ovlivňuje:

- chemické složení materiálu,
- způsob hutní výroby, na níž je závislá struktura materiálu a jeho čistota,
- mechanické vlastnosti materiálu.

Při pozorování tvárnosti technických kovů jsou výsledky u neželezných kovů podstatně příznivější jako u oceli. Protože materiálové listy ČSN dosud neuvádí potřebné vlastnosti, podle nichž by bylo možno posoudit vhodnost materiálu k protlačování za studena, byly provedeny ve výzkumném středisku VVSN 6 v Závodech Říjnové revoluce (nyní Zbrojovka), n. p. Vsetín, zkoušky tvárnosti některých ocelí a neželezných kovů.

U neželezných kovů jde o zkoušky zpětného protlačování při čtyřech stupních deformace. Podle nich lze usuzovat o použití pro jiné tvářecí práce, neboť při zpětném protlačování je namáhání tvářeného materiálu velmi nepříznivé. Také se používá zkoušek pěchovacích. Jiným ukazatelem tvárnosti, používaným pro materiály k protlačování je poměr $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_p}$ a kontrakce ψ . Vynikající tvárnost mají zejména technicky čisté neželezné kovy. U některých druhů je možno dosáhnout stupně deformace až 99 %. Slitiny s jinými kovy vykazují nižší tvárnost a některé při tváření se silně zpevňují. Lité neželezné kovy mají malou tažnost a kontrakci, a proto i tvárnost. Neželezné kovy zpra-



Obr. 2: Závislost stupně deformace na měrném protlačovacím tlaku pro různé kovy: A-ocel, B-mosaz, C-měď, D-bronz, E-hliník

čovávané při hutní výrobě tvářením (např. válcováním) jsou tvárnější. Nejčastěji se k protlačování používají: olovo, cín, hliník, zinek, měď a jejich slitiny.

Z ocelí jsou k protlačování vhodné prakticky všechny druhy, které lze tvářet i jinými způsoby za studena. Jsou to především nízkouhlíkaté oceli, jejichž struktura s dobrou schopností plastické deformace tvoří zrna feritu a perlitu s rozpuštěnými doprovodnými prvky jako je mangan a síra. K protla-

čování se používá přednostně elektroocelí a ocelí martinských s velkou odolností proti stárnutí. Nejlépe se hodí oceli uklidněné hliníkem. Vytvářené tyče mají homogenní chemické složení, zaručený stupeň čistoty a vysokou tvárnost. Při ověřování tvárnosti zpětným protlačováním kalot o ϕ 30 mm s tloušťkou stěny 4; 2,5; 1; 0,5 mm na mechanickém kolenovém lisu při střední rychlosti smykadla 0,2 m/s byly tenzometricky měřeny potřebné síly a z nich se vypočítaly měrné protlačovací tlaky. Výsledky prokázaly, že velikost měrného tlaku závisí jednak na způsobu protlačování (u dopředného protlačování je asi o 30 % nižší než u zpětného) a dále na velikosti stupně deformace. Čím jsou tedy stěny průtlačku tenčí, tím vyžadují vyšší měrné tlaky. V diagramu na obr. 2 je vyjádřena závislost stupně deformace na velikosti měrného protlačovacího tlaku u zpětného protlačování nízkouhlíkové oceli 12010 (křivka A), mosazi ČSN 423210 (křivka B), mědi ČSN 423003 (křivka C), bronzu ČSN 423016 (křivka D) a hliníku ČSN 424005 (křivka E) při stejných podmínkách tvářecího procesu. /4/

2.4 Způsoby protlačování kovů za studena

Dle působení lisovacího tlaku a toku tvářeného kovu rozlišujeme čtyři způsoby protlačování:

- a) dopředné (sousedné) protlačování,
- b) zpětné (nesousedné) protlačování,
- c) sdružené protlačování,

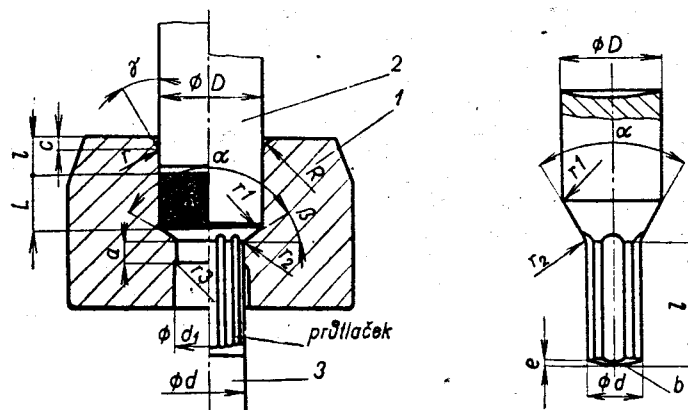
d) stranové (axiální) protlačování.

Dopředné a zpětné protlačování jsou základními způsoby protlačování, sdružený způsob je kombinací obou základních. Požadovaného tvaru průtlačku lze dosáhnout několika způsoby. Volbu vhodného způsobu ovlivňuje řada činitelů, např. rozměry součástí (poměr hloubky dutiny k průměru), velikost měrných tlaků, druh používaného lisu atd. Některé způsoby protlačování se hodí jen pro určité materiály, např. zpětné protlačování lze uplatnit jen u neželezných kovů s velkou tvárností (cín, olovo a hliník). /4/

2.4.1 Dopředné protlačování

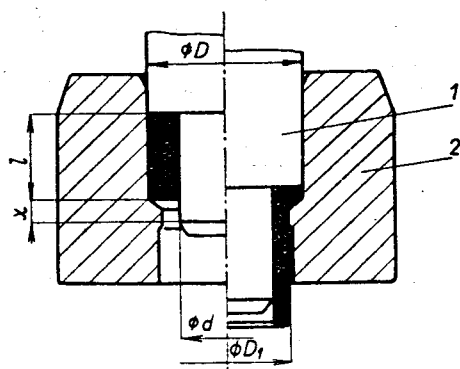
Dopředný způsob protlačování je charakteristický tokem materiálu ve směru pohybu průtlačníku. Tlakem lisu se počne vložený materiál přemísťovat mezerou mezi trnem průtlačníku a otvorem v průtlačnici ve směru pohybu průtlačníku. Vlastní průtlačník má průměr shodný s průměrem průtlačnice (lícování suvné), takže zamezuje zpětnému toku kovu. Hotový výrobek zůstává v průtlačnici a zpět ho vysouváme vyhazovačem anebo jedna vyrobená součást protlačí před sebou součást další. Přímé protlačování můžeme rozdělit na tyto druhy:

- dopředné protlačování z plného polotovaru (viz obr. 3),
- dopředné protlačování trubky (viz obr. 4),
- dopředné protlačování dutých součástí s přírubou (viz obr. 5),
- dopředné protlačování kalíšků (viz obr. 6).



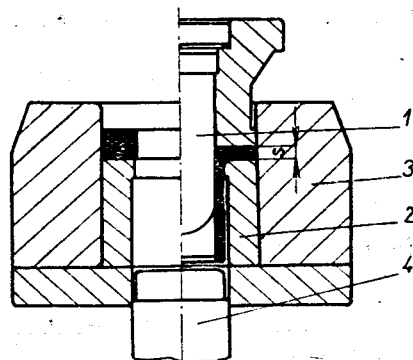
Obr. 3: Dopředné protlačování z plného polotovaru, průtlaček tímto způsobem vyrobený.

1 - průtlačník, 2 - průtlačnice, 3 - vyhazovač



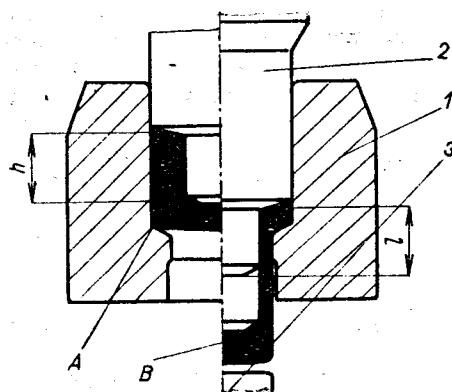
Obr. 4: Dopředné protlačování trubky.

1 - průtlačník, 2 - průtlačnice



Obr. 5: Dopředné protlačování dutých součástí s přírubou.

1 - průtlačník, 2,3 - dvoudílná průtlačnice, 4 - vyhazovač

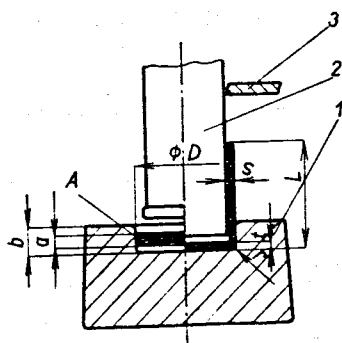


Obr. 6: Dopředné protlačování kalíšku.

1 - průtlačnice, 2 - průtlačník, 3 - vyhazovač

2.4.2 Zpětné protlačování

Při zpětném protlačování dle obrázku č. 7 teče tvářený kov mezerou S mezi průtlačnicí 1. a 2. ve směru šipky, tj. proti smyslu pracovního pohybu průtlačníku. Vytvoří se tím dutý kalíšek se dnem. S průtlačníku ho odstraní stírač 3 při zpětném pohybu. V průtlačnici je dutina podle tvaru polotovaru (kaloty) A do hloubky b , která je větší než výška kaloty a . /4/

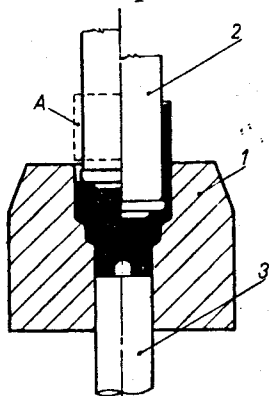


Obr. 7: Zpětné protlačování. 1 - průtlačnice,

2 - průtlačník, 3 - stírač

2.4.3 Sdružené protlačování

Při sdruženém způsobu protlačování podle obrázku č. 8 zateče polotovar A vložený do průtlačnice 1 působením průtlačníku 2 nejdříve do tvarové části průtlačnice, zakreslené v levé polovině obrázku, a teprve po zaplnění její dutiny je kov protlačován dutinou vzhůru. Tento konečný stav ukazuje pravá strana obrázku. Je tedy sdružené protlačování kombinací obou základních způsobů, tj. dopředného a zpětného. Úspěšné protlačení naznačené součásti je podmíněno dodržením zásady, aby stupeň deformace v dolní části tvaru byl stejný, nebo lépe menší než v horní kalíškovité části vyráběného průtlačníku. Jinak by materiál do spodní části průtlačníku nezatekl. /4/



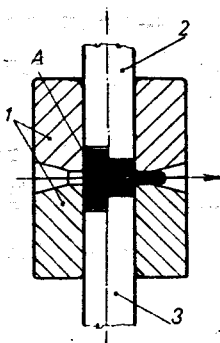
Obr. 8: Sdružené protlačování. 1 - průtlačnice,
2 - průtlačník, 3 - vyhazovač

2.4.4 Stranové protlačování

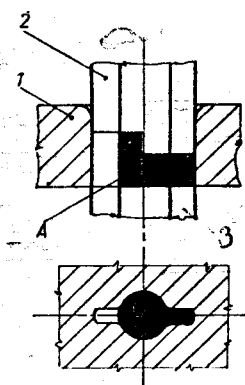
Princip tohoto způsobu je znázorněn na obr. 9. Při něm působí na polotovar A tvářecí síla z obou stran průtlačníky

2 a 3. Tvářený kov teče tvarovou mezerou dvoudílné průtlačnice 1 kolmo na směr tlaku. Aby bylo možno protlačenou součást z nástroje vyjmout, je průtlačnice dělená.

Jednostranně působící protlačovací sílu při tváření součásti ukazuje obr. 10. Operace se podobá přechování do uzavřené zápustky. Stranového protlačování se dosud málo používá. Je uvedeno v normách ČSN 226001 - na str. 10 v odstavci d - a je opodstatněný předpoklad jeho uplatnění. /4/



Obr. 9



Obr. 10

Na obr. 9 je znázorněno stranové (radiální) protlačování oboustranné: 1 - dvoudílná průtlačnice, 2 - horní průtlačník, 3 - spodní průtlačník. Na obr. 10 je znázorněno stranové protlačování jednostranné: 1 - průtlačnice, 2 - průtlačník, 3 - vyhazovač.

3. APLIKACE TECHNOLOGIE ZPĚTNÉHO PROTlačOVÁNÍ NEŽELEZNÝCH KOVŮ ZA STUDENA V N. P. MESIT

3.1 Charakteristika závodu

Národní podnik Mesit (měřicí a signalizační technika), který byl založen v roce 1952, patří nyní mezi vyspělé strojírenské podniky pro výrobu letecké techniky.

Hlavní náplň výrobního programu tvoří:

- přístroje pro leteckou techniku, především přístroje pro dálkové měření napětí, proudu, tlaku a teploty,
- elektropneumatické prvky,
- kontaktní spínače, miniaturní relé,
- letadlové, komunikační a radionavigační zařízení.

Výrobky jsou montovány do řady letounů čs. výroby Z-37, L-39, L-410.

Svémi hospodářskými výsledky se n. p. Mesit řadí na přední místo v rámci podniku VHJ - AERO. Je druhým největším podnikem okresního města a svou polohou i se zajímavou pracovní náplní je perspektivním závodem zejména pro mladé lidi. /10/

3.2 Popis strojního vybavení lisovny v n. p. Mesit

3.2.1 Strojní vybavení lisovny

V n. p. Mesit Uherské Hradiště se v lisovně nachází ná-

sledující strojní vybavení:

Výstředníkové lisy	LEN 160	1 ks
	LEN 100	2 ks
	LEN 50	1 ks
	LENR 40	4 ks
	LEN 25	7 ks
	LEN 10	1 ks
	EL 2	1 ks
Hydraulické lisy	PYE 63	2 ks
	OBY 100	1 ks
	TOS 2	2 ks

Číslicově řízený lisovací a ohýbací poloautomat
PWS 600 CNC.

Jak vyplývá z přehledu strojního vybavení lisovny, tvoří strojní park z větší části klasické výstředníkové lisy v počtu 16 kusů s jmenovitou lisovací silou od 2 t do 160 t. Na těchto lisech se vyrábí většina sortimentu součástí s vystřihovacími, razíciemi, protlačovacími a ohýbacími operacemi. Na pěti hydraulických lisech o jmenovité síle 2 t až 100 t se vyrábí součásti obsahující z větší části operace protlačovací a tažné. Moderním lisem je číslicově řízený lisovací a ohýbací poloautomat PWS 600 CNC, který je vhodný pro výrobu součástí v malých sériích. /10/

3.2.2 Charakteristika lisovacích strojů řady LEN

Lisovací výstředníkové lisy jsou výrobní stroje, které se

používají převážně pro práce stříhací, ohýbací a měkké tahy. Jsou to převážně výkonné a lehce ovladatelné lisy se snadným výškovým přestavováním beranu i velikosti zdvihu. Stojany lisu skříňového typu jsou tuhé konstrukce, která dovoluje jen minimální rozevření pracovního stolu (prostoru). Beran je veden v dlouhých lištách, které jsou stavitelné a seřizuje se jimi vůle ve vedení. Opatřeny jsou horními mechanickými vyhazovači, jejichž zdvih je možno seřídít dorazovými šrouby. Výškově se beran přestavuje mechanismem uloženým v ojnici. Pohyb beranu je odvozen od ojnice ovládané výstředníkovým hřídelem naháněným přes ozubenou předlohu lamelovou spojkou a setrvačnick od elektromotoru (ve stojanu listu). Třetí lamelová spojka je ovládána stlačeným vzduchem a je funkčně spřažena s pásovou brzdou. Zdvih beranu se nastavuje (u větších lisů) převodovou skříňkou, která se nasazuje na ojnici. Zajištění lisu proti poškození jeho přetížením je stížnou pojistkou v beranu.

Mazání lisu je ústřední olejové. Olej z nádrže dodává do mazacích míst při každém zdvihu lisu automaticky poháněné čerpadlo. Lis je poháněn elektromotorem. Spouštění lisu je elektropneumatické s možností volby několika způsobů práce. Ovládání je ruční - tlačítkové nebo nožní - pedálové. Způsob ovládání je volitelný, nastavuje se pákou snímače a umožňuje spouštět lis jednou rukou nebo oběma rukama nebo nohou a to jednotlivými opakovanými nebo trvalými zdvihy. Dovoluje též spuštění lisu jednou rukou po přítržích (tzv. typování), při seřizování nástroje. Pohybující se beran lze v každé poloze zastavit tlačítkem stop. Elektrické přístroje jsou ve skříni mimo lis. /6/

3.3 Rozbor součástkové základny a možnosti inovace v n. p.

Mesit

V n. p. Mesit je hlavní náplní výrobního programu výroba přístrojů pro dálkové měření napětí, proudu, tlaku a teploty, výroba elektropneumatických prvků, výroba kontaktních spínačů a letadlových, komunikačních a radionavigačních zařízení, výroba miniaturních relé. K zajištění výroby těchto všech výrobků je využívána celá řada tvářecích technologií, jako např. stříhání, tažení, přesné stříhání, lisování a protlačování. Jedním z výrobků v n. p. Mesit vyráběných je i miniaturní relé, jehož součástí je kryt samotného relé. Tento kryt relé je předmětem inovace technologického postupu výroby.

3.3.1 Výběr součástí vhodných k inovaci výroby

Zadaným úkolem této diplomové práce je inovace výroby krytů relé. Tyto kryty jsou vyráběny zpětným protlačováním neželezných kovů za studena. Studium technologických postupů a technické dokumentace součástí vyráběných v n. p. Mesit, bylo vybráno celkem šest součástí vhodných k inovaci výroby. Jsou to tyto součásti:

- kryt relé č. v. 932-51D1
- "- č. v. 932-51D2
- "- č. v. 931-48D1
- "- č. v. 931-48D2

- kryt relé č. v. 943-71D1
- "- č. v. 943-71D2

Jedná se o poměrně jednoduché výrobky, k jejichž výrobě je třeba:

- vyrobit samotný protlaček,
- vyrobit příločky,
- vyrobit pouzdra,
- provést konečnou montáž pouzder a příložek na protlaček.

Inovace výroby krytu relé spočívá v zásahu do protlačovacího nástroje, čímž při výrobě celé součásti odpadne výroba příložky a pouzder a také odpadne montáž těchto na protlaček.
/9; 10/

3.3.2 Výběr představitele součástí

Výběr představitele součástí je opodstatněný předpokladem, který vyplývá z předchozího výběru součástí. K inovaci byly vybrány součásti, které jsou svými rozměry a provedením dle shodné. Typy těchto krytů jsou odlišné pouze v počtu, druzích a rozmístění větracích otvorů na povrchu pláště krytu.

Zároveň bude představitel součástí sloužit svými výrobními charakteristikami, svými rozměry k vypracování rozboru stávající a nové technologie výroby, k provedení technicko-ekonomického hodnocení navrhovaného technologického postupu výroby a k vyjádření úspor pracnosti výrobků a materiálu.

Po prostudování technické dokumentace všech vybraných součástí

byl vybrán za představitele KRYT RELÉ (číslo výrobního výkresu dle značení výkresové dokumentace v n. p. Mesit) 932-S60D1 - viz příloha č. 1.

3.4 Technologický proces výroby protlačování kovů za studena

V n. p. Mesit se vyrábí velké množství druhů součástí protlačováním kovů za studena. Vzhledem k tomu, že zadání této diplomové práce je orientováno na zpětné protlačování neželezných kovů za studena, bude v této kapitole pojednáno o rozhodujících ukazatelích technologičnosti tohoto způsobu protlačování.

Ukazatele technologičnosti můžeme sestavit do tří skupin:

- ukazatele technologičnosti při přípravě polotovaru,
- ukazatele technologičnosti - tvary průtlačků s ohledem na konstrukci protlačovacího nástroje,
- ukazatele technologičnosti při dokončování výroby průtlačků.

3.4.1 Ukazatele technologičnosti u zpětného protlačování - příprava polotovaru

Příprava výchozího polotovaru neželezného materiálu k protlačování je mnohem jednodušší než příprava polotovaru z ocele. Příprava je omezena pouze na výrobu, žíhání, moření a mazání kalot.

a) Výroba - při zpětném protlačování se používá převážně plo-

chého polotovaru, který má převážně tvar dutiny v průtlačnici. Ze zkušeností víme, že z kruhového a šestihranného polotovaru snadno protlačíme kruhový kryt. Protože při použití kruhového polotovaru je ekonomické stříhání z pasu teprve ve třech řadách, snažíme se používat kaloty šestihranné nebo čtvercové, stříhané bez odpadu.

Povrch kalot má však být co nejhladší, protože jakýkoli porušený a poškozený povrch otřepky, zdrsnění a rýhy se přenáší na povrch součásti. Proto se doporučuje kaloty chemicky očistit mořením. Rozměry kalot musí být takové, aby se kaloty daly snadno vložit do zahloubení v průtlačnici a proto je děláme o 0,1 až 0,2 mm menší, než je tvar v průtlačnici. Kalota má mít takový objem, který obsahuje objem vlastního hotového výrobku plus objem na zarovnání. To je přídavek nutný, protože okraj hotové součásti je v důsledku nerovnoměrného rozložení přímíšenin v materiálu a nesprávného upnutí protlačovadla nerovný. Při tváření se kov prakticky nezhušťuje a tedy výšku kaloty vypočteme pomocí vztahu:

$$h_0 = \frac{O}{F}$$

kde O - je objem hotového výrobku i s přídavkem,

F - je obsah plochy výchozí kaloty.

Objem na zarovnání (přídavek) se určí z tabulky uvedené v literatuře.

Pro získávání kaloty z pasu stříháním volíme střižný nástroj se střižnou vůlí 0,01 až 0,02 mm bez zřetele na tloušťku přistřižovaného materiálu a střižnou hranu průstřižnice

zaoblujeme poloměrem $r = 0,2 h_0$, kde h_0 je tloušťka pasu, ze kterého kaloty vystřihujeme. /2/

- b) Žíhání - se doporučuje před protlačováním z tohoto důvodu, že zpracování vyžíhaného materiálu probíhá klidněji, potřebné měrné tlaky jsou menší, životnost protlačovadel se prodlužuje. Hliník žíháme v peci při teplotě $450 + 520^{\circ}\text{C}$ po dobu čtyř hodin a následné ochlazování proběhne v peci. /2/
- c) Moření - hliník moříme v lázni žíravého natronu (hydroxydu sodného), ohřáté na teplotu 85°C . Pro větší účinek lázně přidáváme do 100 litrů roztoku asi 250 g kuchyňské soli.
- d) Mazání - je pro protlačování velmi důležité z hlediska zmenšení měrných tvářecích tlaků, chlazení nástroje a zlepšení jakosti výrobků. Ing. Kühne při svých výzkumných pracích zjistil, že nemazané kaloty potřebují na zpracování až čtyřikrát vyšší tlaky než kaloty mazané. Jako maziva se v naší praxi pro mazání hliníku dobře osvědčilo použití prášku - stearátu zinku. Do čistého vysušeného bubnu se nasybou kaloty v množství $1/3$ objemu bubnu a zasype se to práškovým stearátem zinku v množství 20 g na 1000 ks kalot a nechá se 15 minut otáčet. Namazené kaloty nenecháme dlouho nezpracované, protože na ně sedá prach a nečistoty, které pak znesnadňují celou práci. Po protlačení tyto maziva odstraníme benzínem a trichlorem nebo živočišnými oleji rozpuštěnými v alkalických roztocích. /4/

3.4.2 Ukazatele technologičnosti a zpětného protlačování - tvary průtlačku s ohledem na konstrukci protlačovacího nástroje

Protlačovací nástroj se skládá ze tří základních částí: průtlačníku, průtlačnice a stírače. Tyto části bývají nejčastěji výměnné a jsou vkládány do univerzálních upínačů.

a) Průtlačník.

Zpětným protlačováním vyrábíme nádobky o výšce rovné asi 6-8násobku průměru činné části průtlačníku. Je-li průtlačník moc dlouhý vůči průměru, dochází při práci k jeho ohybu. Každá nesouosost průtlačníku vůči průtlačnici je doprovázena nerovnoměrným tokem kovu, zvrásněním a potrháním stěny výrobku. Průtlačníky zhotovujeme buď celistvé, tj. z jednoho kusu, nebo skládané. Skládané průtlačníky vyžadují dokonalé souosé spojení jednotlivých částí. Výhodou skládaných průtlačníků je značná úspora legovaných materiálů, z nichž zhotovíme pouze činnou část nástroje, která podléhá opotřebení. Nevýhodou je možnost vybočení při nárazech. Upínací část průtlačníku má být co možná největší, aby bylo upnutí bezpečné. Na běžných lisech vyráběné dlouhé součásti vyžadují upnutí v délce asi 65 mm. Pro výrobky do 30 mm délky stačí, je-li stopka uložena v délce 25 až 35 mm.

Jmenovitým rozměrem průtlačníku je průměr jeho činné části. Ten však není po celé výšce nástroje stejný. V určité výšce za čelem je průtlačník po celé délce zeslaben a toto zeslabení je na příčných rozměrech průřezu o 0,1 - 0,3 mm.

Kolem čela průtlačníku zůstává tak souvislý pásek tzv. fazetka, která u hranatých součástí nemusí být stejně vysoká a proto se u těchto součástí nazývá "brzdící ploška". Tato má při protlačování brzdit tok tvářeného kovu. Fazetka menší než 1 mm se při práci rychle odírá a při nárazech praská a odlupuje se. Ovšem kdyby průtlačník neměl fazetku, pak by se protlačené stěny nádobek vlivem tření o průtlačník brzdily, vznikaly by na nich záhyby a zvrásnění. Povrch fazetky a přechodová zaoblení k čelu průtlačníku musí být hladké, broušené a leštěné.

Průtlačník brousíme a leštíme také po délce zeslabené části, to proto, že rysky a prasklinky mohou být zdrojem praskání průtlačníku při práci. Pracovní zaoblení průtlačníku nemá být menší jak $R = 0,3$ mm, avšak v praxi se setkáváme často s poloměrem $R = 0,1$ mm. Nezáleží-li na ostrých přechodech, volíme raději zaoblení větší, zejména jedná-li se o vysoké či hranaté nádoby.

Aby se průtlačníky při práci lépe středily, vybrušují se do jejich čel tzv. středící značky, které mohou mít tvar kříže, mezikruží, jednoho či více důlků apod. Takto upravený průtlačník se při nárazu zatlačí do materiálu, ustředí se a omezí boční pohyb polotovaru v průtlačnici. Středící značka bývá hluboká maximálně 0,2 mm. Po vybroušení do nástroje je nutno značku dobře vyleštit, jinak způsobí trhliny v průtlačníku a jeho roztržení při práci.

Průtlačníky se opotřebovávají na fazetkách a brzdících ploškách a vznikají zde rýhy, které musíme pravidelně od-

straňovat leštěním. U protlačování hliníku vydrží obvykle nástroj 100.000 až 150.000 kusů výrobků a nástroj vyrábíme na horní toleranční mezi výrobku. /2/

b) Průtlačnice.

Průtlačnice zachycují údery lisu. Je proto nutno věnovat jak volbě materiálu, tak úpravě povrchu průtlačnice velikou pozornost, aby měla co nejdelší životnost. Vyrábíme je nejčastěji kruhové a v upínači je upínáme pomocí objímek a matic. Ovšem nejlepší upínací plocha je kuželová. Průtlačnice tohoto tvaru se snadno vyrábí a dobře se tepelně zpracovávají.

Vnější rozměr závisí na velikosti upínače univerzálního rámu a nemá být menší jak 1,5 až 2násobek průměru výrobku. Zahloubení průtlačnice má být mělké, aby se dno průtlačnice zbytečně nezeslabovalo. Při práci se hloubka dna zvětšuje a proto průtlačnici vyrábíme v dolním mezním rozměru součásti. Hloubka zahloubení má být o 1 až 3 mm hlubší, než je výška špalíku. Okraj průtlačnice srazíme, aby se do ní kalota lépe vkládala. Dutinu zahloubení mírně otevřeme, a to o $0^{\circ}20'$ až $0^{\circ}30'$, abychom zmenšili tření vyráběné součásti o stěny dutiny nástroje a tím usnadnili vysouvání výrobků z průtlačnice. Zaoblení v dutině má být větší jak zaoblení na průtlačníku o hodnotu tloušťky dna hotové součásti.

Průtlačnice u protlačování hliníku mají životnost obvykle 80.000 až 100.000 kusů výrobků. Někdy pro tvrdé neželezné kovy se doporučuje průtlačnici bandážovat. Zalisováním průtlačnice do ocelové objímky prodloužíme její životnost./2/

c) Vyhazovač.

Vyrábíme-li nádobky se dnem tlustším než je stěna součásti, zůstane součást v průtlačnici. V tomto případě použijeme vyhazovače spodního. V opačném případě, kdy výrobek zůstane na průtlačníku, používáme tzv. stěrače. Jsou to kroužky, které po vysoustružení rozdělíme na několik dílů-segmentů. Segmenty vzájemně svírá pružina, vložená v drážce na obvodu kroužků. Vnitřní průměr (průřez) je před rozdělením shodný s průřezem průtlačníku. Aby průtlačník lépe procházel stíračem, srážíme náběhovou vnitřní hranu. Spodní plocha stírače je rovinná s ostrými hranami, aby součásti nebyly vtačovány do otvoru stírače. Výška stírače se volí 10 až 15 mm.

/2/

3.4.3 Ukazatele technologičnosti u zpětného protlačování - dokončování výroby průtlačků

Již návrhem tvaru průtlačku vlastně rozhodujeme předem o potřebných dokončovacích operacích, které vyžaduje konečný a výkresem stanovený (předepsaný) tvar dílce. Řešíme-li výrobu součásti původně vyráběnou jinou technologií, pak dokončovacích operací bývá víc, než když je součást konstruována již s výhledem na uplatnění protlačování za studena. V druhém případě jde o technologičnost tvaru, kde se využívá optimálních provozních podmínek. Za těchto okolností lze navrhnout tvary a jejich tolerance tak, že vhodné dílce lze vyrobit jen protlačovacími

operacemi téměř na hotovo. Nejčastěji potom zbývá dokončit protlačený polotovar jen zarovnáním na délku.

Zarovnání okrajů na délku - je to nejčastější operace dokončovací. Odstraňují se jí okraje protlačených součástí, které vznikají z těchto příčin:

- u rotačních tvarů - vlivem anizotropie materiálu,
- u nerotačních např. hranatých tvarů - nerovnoměrným tokem tvářeného materiálu,
- u součástí protlačených z kalot stříhaných (vliv stříhu),
- u zpětného protlačování s nástrojem se špatně volenými velikostmi fazetek,
- vlivem nestejných objemů polotovarů.

Zarovnávání okrajů se nejčastěji provádí:

- u dutých rotačních součástí malých rozměrů zarovnávané soustružením trubkovým podtáčeným nožem,
- u tenkostěnných rotačních součástí zarovnávané tzv. kruhovým nožem. /4/

3.5 Stávající technologie výroby

Rozbor stávající technologie výroby bude proveden na představiteli součástí č. v. 932-S60D1, který je sestaven z těchto částí:

- | | | |
|------------|----------------|--------------------|
| - kryt | č. v. 932-51D1 | (viz příloha č. 2) |
| - příložka | č. v. 932-52E1 | (viz příloha č. 3) |
| - pouzdro | č. v. 932-54E1 | (viz příloha č. 4) |

- síťka

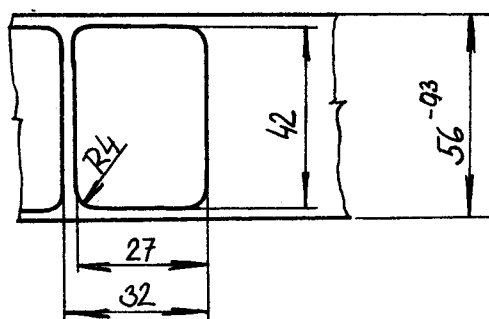
č. v. 932-50E1

Tyto části se v konečné fázi výroby smontují v jeden celek. Ve dně krytu jsou přes příložku roznýtovány dvě pouzdra a síťka je přinýtována zevnitř k boční stěně krytu.

Předpokládaná změna technologického postupu se týká úpravy konstrukce nástroje v oblasti dna výrobku a výroby upínacích elementů ve dně krytu, nebude dále v této práci pojednáváno o výrobě a montáži sítě. Tato je shodná u stávající i nové technologie.

3.5.1 Technologický postup výroby krytu č. v. 932-51D1

Polotovary pro výrobu krytů je z materiálu ČSN 424005.11, který je do závodu dodáván ve formě tabulí. Tyto tabule se stříhají na pasy o rozměru $56^{-0,3}$ x 1000 x 7 mm, ze kterých se vystřihují vlastní polotovary (kaloty) pro protlačování o rozměru 42 x 27 x 7 mm se zaoblenými rohy R4.



Délka kroku nástroje je
32 mm.

Obr. 11: Nástřihový plán pro ražení kalot.

Takto vyrobené kaloty se odmastí a vloží na podložku do pe-

ce. V peci se kaloty žíhají při teplotě 450 ± 520 °C po dobu čtyř hodin a následné ochlazování se děje v peci. Po následném odmaštění jsou kaloty připraveny k mazání. Připraví se čistý vysušený buben a nasypou se do něho kaloty v množství $1/3$ objemu bubnu. Do takto připraveného bubnu se nasype práškový stearát zinku v množství 20 g na 1000 ks kalot a nechá se otáčet po dobu 15ti minut. Tímto nanášením stearátu zinku na povrch kalot je zajištěno mazání pro vlastní operaci zpětného protlačování.

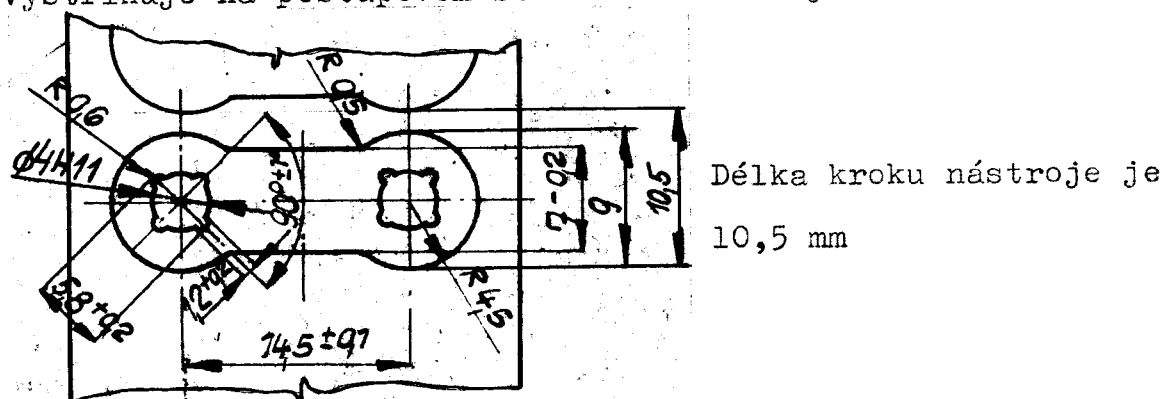
Toto protlačování se uskutečňuje v protlačovacím nástroji Nptl₁ 932-51D1. Dle požadavků zákazníka musí být kryt vysoký $42,3^{+0,3}$ mm ode dna. S ohledem na tento rozměr a na nerovnost okraje nádoby při protlačování musí být kryt protlačen v minimální délce ode dna 47 mm. Po protlačení krytu na výše předepsaný rozměr se kryt zarovná nástrojem Pfrz₁ 943-71D1 na zákazníkem požadovanou hodnotu $42,3^{+0,3}$ mm a otřepy vzniklé na hranách se ohrotují ručně.

Následující operace jsou: vrtání otvorů v přípravku a ohrotování vzniklých otřepů uvnitř součásti. Na závěr se součásti odmastí dle NH 6209 - 33 a jemně povrchově pískují. /9/

3.5.2 Technologický postup výroby příločky č. v. 932-52E1

Polotovár pro výrobu příločky je z materiálu ČSN 411320.31, který je do závodu dodáván ve formě tabulí. Tabule se stříhají na rozměr $29,5^{-0,3}$ x 1000 x 0,5 mm a tyto pásy jsou vlastním

polotovarem pro výrobu příločky. Ta se z tohoto polotovaru vystřihuje na postupovém stříhacím nástroji.



Obr. 12: Nástřihový plán pro výrobu příložek

Po tomto stříhání se jedna strana příločky nastříká lakem č. posice 509 (lak asfaltový A 1003).

3.5.3 Technologický postup výroby pouzdra č. v. 932-54E1

Polotovarem pro výrobu pouzder je drát o $\varnothing$ 6 mm, který je vyroben z materiálu ČSN 423222.31. Celá výroba těchto pouzder je realizována na automatech. Jedná se o operace vrtání, řezání závitu, soustružení vnějšího průměru, srážení hran, zarovnávání a oddělování.

3.5.4 Montáž příložek a pouzder na potlaček

Montáž je prováděna takto: pouzdra se vloží do otvorů krytu zevnitř do dna krytu a z vnější strany se na vyčnívající

konce pouzder nasune příložka. Přechýlající konce pouzder nad příložkou se rozlemují a zajistí roztemováním důlčíkem ručně.

3.5.5 Rozbor strojních časů u stávající technologie výroby

Spotřeba strojního (výrobního) času na výrobu jednoho kusu krytu relé byla zjištěna z Technicko-hospodářských norem výkonových, používaných v n. p. Mesit u součásti č. v.

932-S60D1. /8/

- kryt	č. v. 932-51D1	5,89 Nmin
- příložka	č. v. 932-52E1	1,53 "
- pouzdro (2x)	č. v. 932-54E1	3,62 "
- montáž krytu - sestavení + rozlemování příložky s pouzdry na krytu		3,10 "

Strojní čas celkem		14,14 Nmin

3.5.6 Spotřeba materiálu na výrobu představitele součástí stávající technologií

Spotřeba materiálu na výrobu jednoho kusu krytu se vypočítává z celkového množství materiálu potřebného na výrobu součásti i se zahrnutím vzniklého odpadu při výrobě polotovarů.

Kalota: materiál ČSN 424005.11, rozměr kroku při výrobě

polotovaru 0,056 x 0,032 x 0,007 m (viz obr. č. 11), měrná hmotnost materiálu $RO_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^2$

$$m_{Al} = V_{Al} \cdot RO_{Al} \quad (\text{kg})$$

$$m_{Al} = 0,056 \cdot 0,032 \cdot 0,007 \cdot 2700 = 0,03387 \text{ kg}$$

Pouzdro: materiál ČSN 423222.31, rozměr kroku polotovaru $\emptyset 0,006 \times 0,009 \text{ m}$, $RO_{po} = 8600 \text{ kg/m}^2$

$$m_{po} = V_{po} \cdot RO_{po} \quad (\text{kg})$$

$$m_{po} = 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,006^2}{4} \cdot 0,009 \right) \cdot 8600 = 0,0037686 \text{ kg}$$

Příložka: materiál ČSN 411320.31, rozměr kroku polotovaru $0,0295 \times 0,0105 \times 0,0005 \text{ m}$, $RO_{př} = 7870 \text{ kg/m}^2$

$$m_{př} = V_{př} \cdot RO_{př} \quad (\text{kg})$$

$$m_{př} = 0,0295 \cdot 0,0105 \cdot 0,0005 \cdot 7870 = 0,00121886 \text{ kg}$$

Spotřeba materiálu na jeden kus výrobku krytu činí:

- materiál ČSN 424005.11	0,03387	kg
- materiál ČSN 423222.31	0,0037686	kg
- materiál ČSN 411320.31	0,00121886	kg

3.6 Zhodnocení stávající technologie výroby

Lze říci, že stávající technologie výroby krytu je pro daný roční plán výroby málo ekonomická. Při výrobě příložek postupovým stříhacím nástrojem vzniká odpad materiálu daný charakterem tvaru příložky (vystřihování z pasu, nezbytné můstky, ostřihovací dorazy). Při výrobě pouzder vzniká odpad daný tva-

rem výrobku a charakterem vlastní výroby-obrábění.

Výroba krytu je charakteristická vznikem odpadu již při výrobě polotovaru (vystřihování z pasu), ale také po protlačení krytu vzniká odpad zarovnáním délky krytu.

Montáž pouzder a příložky na kryt je reprezentována pracností 3,1 Nmin. V tomto čase je zahrnuta tato činnost: zevnitř krytu se do otvorů zasunou dvě pouzdra. Z vnější strany dna krytu se na přečnívající konce pouzder nasadí příložka a nad příložku vyčnívající konce pouzder se rozlемуjí. Rozlěmované konce pouzder se ještě ručně důlčíkem zajišťují proti protáčení pouzder při upevnění krytu u zákazníka. I přes to, že se rozlěmované konce pouzder zajišťují, dochází k protáčení pouzder při montáži krytu u zákazníka. To si vyžádá následující opravy krytu a tím zvýšení nákladů na vlastní výrobu. Rozlěmování a následným zajišťováním dochází také k poškozování vnitřního závitu pouzdra. Závity se musí opravovat a to také zvyšuje náklady na vlastní výrobu.

Všechny tyto výše uvedené záporné aspekty se vyskytují u všech součástí vybraných k inovaci výroby a je možno říci, že všechny budou novou technologií odstraněny.

4. NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO A KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ ÚKOLU

4.1 Návrh nové technologie výroby

4.1.1 Požadavky na novou technologii

Z uvedeného rozboru stávající technologie a z obecných požadavků, jež jsou kladeny na strojírenskou výrobu, vyplývají tyto požadavky:

- a) zvýšit produktivitu práce,
- b) zvýšit technickou úroveň výrobků,
- c) zvýšit kvalitu výrobků,
- d) snížit podíl ruční práce,
- e) zajistit úsporu energie a materiálu,
- f) odstranit opravy vzniklé vlastní výrobou,
- g) odstranit zmetkovitost vzniklou protáčením pouzder po roz-
lemování.

4.1.2 Návrh nové technologie

Návrh nové technologie je proveden pro výrobu součásti č. v. 932-51D1-10. Nová technologie vyplývá z upraveného konstrukčního řešení nástroje, což umožní vyrábět tento kryt pouze ve dvou fázích:

1. fáze - výroba vlastního protlačku č. v. 932-51D1-10
(viz příloha č. 7),

2. fáze - vrtání otvorů, řezání závitů.

Při výrobě vlastního protlačku je použito shodné technologie jako u stávající technologie výroby až na to, že konstrukční řešení nástroje zajistí protlačení celého krytu i s pouzdry a příložkou. To je umožněno pracovní dutinou nástroje. Do takto vzniklého protlačku je nutné vytvořit dva otvory a v těchto otvorech vyřezat závit M3. Tyto výše uvedené dvě fáze jsou sloučeny do technologického postupu výroby krytu. Tímto způsobem je možné vyrobit kryt o stejných funkčních vlastnostech, ovšem s podstatně menšími náklady na vlastní výrobu a materiál.

4.1.3 Návrh nového technologického postupu výroby

Výchozím polotovarem budou kaloty o rozměru 42 x 27 x 7 mm získané, tepelně zpracované a mazané stejným způsobem jako u stávající technologie (viz kap. 4.1). Materiál je Al 99,5 a do závodu je dodáván na základě ČSN 424005.11.

Materiálové charakteristiky:

- výrobek	tabule
- provedení	válcováno za studena
- rozměrová norma	ČSN 427306
- technické dodací předpisy	ČSN 421416
- stav	měkký
- jakost	zaručená
- tloušťka t	0,2 + 10 mm
- pevnost v tahu Rm	min 60 MPa, max 100 MPa

- nejnižší tažnost $A_{10} = 25 \%$
- tvrdost HB $18 + 23$

Již připravená kalota se zpracuje zpětným protlačováním v protlačovacím nástroji Nptl₁₀ 932-51D1. Kryt musí být vyroben v minimální výšce ode dna 47 mm, aby se dal zarovnat tvarovou frézou Pfrz₁ 943-71D1 na požadovaný rozměr $42,3^{+0,3}$ mm. Otřepy vzniklé zarovnáním frézou se ohrotují ručně (plochý pilník, škrabák, jemný smírek).

V následující operaci se kryt upevní do přípravku a vrtají se všechny otvory předepsané na výkrese. Vyvrtají se i otvory ve dně krytu (také v tomto vrtacím přípravku) a vyřeže se v nich závit M3. Po vrtání se všechny otvory z obou stran ohrotují. Po následujícím odmaštění součástí se povrch součástí jemně pískuje. Po pískování se provede povrchová úprava dle operačních návodů.

4.1.4 Rozbor strojních časů u nové technologie výroby.

Rozbor strojních časů byl proveden na základě sestaveného technologického postupu s přihlédnutím na Technicko-hospodářské výkonové normy používané v n. p. Mesit. Spotřeba času byla sestavena pro jeden kus krytu č. v. 932-S60D1-10. /8/

Jedná se o výrobu:

- krytu	č. v. 932-51D1-10	5,89 Nmin
- vrtání otvorů + řezání závitů M3		0,45 "

Strojní čas celkem		6,34 Nmin

4.1.5 Spotřeba materiálu na výrobu představitele součástí novou technologií

Spotřeba materiálu na výrobu jednoho kusu krytu se vypočítá z celkového množství materiálu potřebného na výrobu součásti se zahrnutím vzniklého odpadu při výrobě polotovarů.

Kalota: materiál ČSN 424005.11, rozměr kroku při výrobě polotovaru je shodný se stávající technologií, což potvrdila i kontrola přírůstku objemu do části dna a úbytku objemu na délce krytu. Kalota při stávající technologii svým objemem zajišťovala protlačení krytu ve větší délce než je 47 mm ode dna. Proto byla zachována kalota o stejných rozměrech jako při stávající technologii, a to 0,056 x 0,032 x 0,007 m, měrná hmotnost materiálu $RO_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$, čímž se zmenšil podíl odpadu oproti stávající technologii.

$$m_{Al} = V_{Al} \cdot RO_{Al} \quad (\text{kg})$$

$$m_{Al} = 0,056 \cdot 0,032 \cdot 0,007 \cdot 2700 = 0,03387 \text{ kg}$$

Spotřeba při nové technologii činí 0,03387 kg materiálu ČSN 424005.11.

4.1.6 Předpokládané úspory materiálu při použití nové technologie

Na základě rozboru strojních časů stávající a nové technologie byla vyjádřena úspora materiálu vzniklá použitím nové technologie.

Úspora materiálu na jednom kusu činí:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| - materiál ČSN 423222.31 | 0,0037686 kg/kus |
| - materiál ČSN 411320.31 | 0,0012188 kg/kus |

Úspora materiálu na všech kusech vyrobených za rok:

- | | |
|--------------------------|---------------|
| - materiál ČSN 423222.31 | 376,86 kg/rok |
| - materiál ČSN 411320.31 | 121,88/rok |

Úspora finančních prostředků za ušetřený materiál:

- průměrná nákupní cena materiálu ČSN 423222.31 pro podnik činí 52,40 Kčs,

- průměrná cena materiálu ČSN 411320.31 činí 10,80 Kčs, tj. vypočteno pro 100.000 kusů výrobků

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| - materiál ČSN 423222.31 | 19747,464 Kčs/rok |
| - materiál ČSN 411320.31 | 1316,304 Kčs/rok |

Úspora celkem	21063,768 Kčs/rok
---------------	-------------------

U představitele tato úspora činí:	4212,75 Kčs/rok
-----------------------------------	-----------------

4.1.7 Předpokládané úspory pracnosti výrobků

Tyto předpokládané úspory byly propočteny na základě rozboru strojních časů stávající a nové technologie a byly seřazeny do tabulky č. 1.

Rozbor strojních časů byl proveden na představiteli vybraných součástí a to na krytu č. v. 932-S60D1. U všech ostatních součástí vhodných k inovaci výroby jde o stejný zásah do konstrukce nástroje, bude tedy úspora pracnosti u všech součástí stejná.

Tabulka č. 1

PŘEDPOKLÁDANÉ ÚSPORY

součást	počet kusů	stávající	navrhovaná	úspora	úspora
č. výkresu	ks/rok	technologie	technologie	Nmin/ks	celkem
		Nmin/ks	Nmin/ks		Nh/rok
932-51D1	20.000	14,14	6,34	7,8	2.600
932-51D2	18.000	-"	-"	-"	2.340
943-71D1	15.000	-"	-"	-"	1.950
943-71D2	21.000	-"	-"	-"	2.730
931-48D1	12.000	-"	-"	-"	1.560
931-48D2	14.000	-"	-"	-"	1.820
	100.000	Předpokládané úspory			13.000 Nh/rok

Jak vyplývá z tabulky č. 1, dosahují předpokládané úspory pracnosti celkem pro všechny uvažované součásti 13000 Nh za rok. Zavedením nové technologie výroby krytu relé vznikne u představitele součástí č. v. 932-51D1 úspora 2600 Nh/rok. Jestliže průměrná mzda na lisovně činí 14,49 Kčs, pak úspora prostředků činí 37674 Kčs/rok. Počítáme-li, že roční efektivní časový fond pracovníka v n. p. Mesit Uherské Hradiště činí 1900 Nh/rok.

Je tedy zřejmé, že při použití nové technologie u jedné součásti dojde k úspoře 1,36842 pracovníků.

4.1.8 Zhodnocení navrhované technologie

Na základě rozboru stávající a nové technologie lze jednoznačně říci, že navrhovaná technologie je pro danou roční produkci výroby ekonomicky výhodnější než stávající technologie. Zavedením navrhované technologie výroby budou vyřešeny problémy doprovázející výrobu součástí stávající technologií:

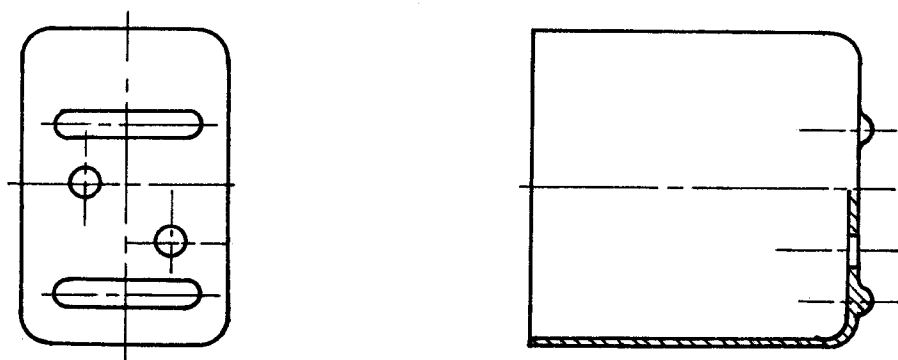
- sníží se vlastní výrobní náklady,
- odstraní se vyvolané náklady na výrobu (oprava závitu),
- odstraní se ruční zajišťování pouzder proti otáčení,
- sníží se tím zmetkovitost součástí vznikající protočením pouzder při montáži u zákazníka,
- sníží se pracnost výrobku a s tím spojený potřebný počet pracovníků k zajištění výroby součástí,
- sníží se spotřeba materiálu a energie,

- sníží se podíl odpadu na výrobek - lepší využití materiálu,
- zvýší se produktivita práce.

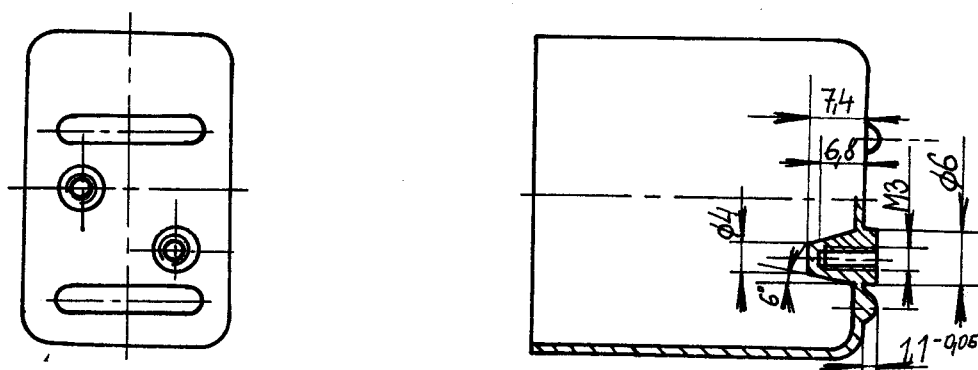
4.2 Návrh konstrukčního řešení nástroje pro novou technologii

4.2.1 Návrh konstrukční úpravy krytu č. v. 932-51D1

Na obrázku č. 13 je znázorněna konstrukce krytu při stávající technologii a na obr. č. 14 je znázorněna konstrukce krytu pro navrhovanou technologii.



Obr. 13: Tvar krytu protlačovaný stávající technologií



Obr. 14: Tvar krytu pro navrhovanou technologii

Na obrázku č. 14 je znázorněna konstrukční úprava krytu, jež spočívá v úpravě dna součásti. Byl navržen kuželový tvar pouzder, jehož použitím nevzniknou přídavné síly při stírání krytu z průtlačníku. Jeho délka byla navržena 7,4 mm uvnitř krytu s ohledem na vrtaný otvor a řezaný závit, jehož činná délka musí být minimálně o 3 mm větší než je činná délka závitu při použití stávající technologie. Respektování této činné délky závitu je nutné z hlediska použitých materiálů u obou provedení. Materiál použitý při stávající technologii má lepší pevnostní hodnoty a proto činná délka závitu mohla být kratší.

4.2.2 Návrh konstrukce průtlačníku pro novou technologii výroby

Návrh vychází z konstrukce průtlačníku pro stávající technologii a ze zkušeností pracovníků n. p. Mesit. Při vývoji protlačovacích nástrojů v n. p. Mesit bylo použito pro tento způsob zpětného protlačování univerzálního přípravku, do kterého budou koncipovány všechny činné části protlačovacího nástroje pro navrhovanou technologii výroby.

Byl vybrán univerzální rám protlačovacího nástroje s označením Nptl₁ 932-48D1 (viz příloha č. 6).

Průtlačník je do tohoto rámu uložen v kotvící desce, která je pomocí klínů přes podložku uchycena šrouby v základové desce horní části celého přípravku (viz příloha č. 10). Průtlačník je do výřezu kotvící desky posazen na hlavu a je uložen svým obdélníkovým průřezem pod hlavou se zaručeným přesahem.

Toto uložení průtlačníku zajistí středění horní poloviny nástroje. Středění horní a dolní části nástroje je zajištěno vodícími sloupky a pouzdry (viz příloha č. 10).

Charakteristickými rozměry u průtlačníků jsou kromě délkových rozměrů poloměr zaoblení funkční hrany průtlačníku, výška brzdících plošek nebo-li tzv. fazetek, hodnota drsnosti povrchu funkčních částí průtlačníku a hodnota zeslabení těla průtlačníku za fazetkami. Podle zákazníkem požadovaného tvaru průtlačku je poloměr zaoblení funkční hrany R_3 . V odborné literatuře jsou uvedené hodnoty minimálních poloměrů zaoblení, které pro daný materiál a dané délkové rozměry zajišťují bezhavarijní protlačení. Tato hodnota R_3 je větší jak doporučená hodnota minimální v odborné literatuře /2; 4/. Doporučené velikosti brzdících plošek jsou stanoveny dle odborné literatury /2/ a slouží k brzdění toku materiálu. Tyto plošky zajistí různě velkou třecí sílu na stranách průtlačníku a tím protlačený kryt bez zvrásnění nebo potrháných stěn. V n. p. Mesit se funkční plochy těchto protlačovacích nástrojů brousí a leští na hodnotu drsnosti $R_a 0,025$ m. Zeslabení těla průtlačníku je nutné k tomu, aby třecí síla při protlačování byla vyvolána pouze třecí plochou fazetek.

Materiál průtlačníku je z nástrojové slitinové oceli 19436.8. Tento materiál se po klasickém obrobení zušlechťí, a to kalením do oleje z teploty 930 ± 960 °C a následným popuštěním na teplotu 100 ± 200 °C. Tímto zušlechtěním získá materiál své specifické vlastnosti a to výbornou odolnost proti opotřebení a tvrdost až 64 HRC.

Tvarové dutiny v čele průtlačníku jsou vyrobeny předvrtáním otvoru o $\varnothing$ 4 mm a tvarové dokončení je provedeno tvarovou frézou. V odborné literatuře je doporučeno provést v nástroji odvzdušnění tvarových dutin. Dle zkušeností pracovníků v n. p. Mesit, při protlačování nástroji s podobnými tvarovými dutinami není třeba dané otvory odvzdušňovat, poněvadž u tohoto protlačování se dosahuje takových tlaků, že dojde k vytlačení výstupků téměř v plné míře. Stlačený vzduch zaujme jen minimální prostor.

V čele průtlačníku je vypracována vodící drážka, která slouží k zamezení pohybu kaloty v průběhu protlačování.

Předpokládaná životnost průtlačníku je při protlačování hliníku 100 + 150 tisíc kusů výrobků a nástroj se vyrábí na horní toleranční mezi výrobku. Dílenský výkres (viz příloha č. 8).

4.2.3 Návrh konstrukce průtlačnice pro novou technologii

Návrh vychází opět z konstrukce průtlačnice u stávající technologie a z rozměrů univerzálního přípravku Nptl₁ 932-48D1. Upnutí průtlačnice je zajištěno pomocí kuželových klínů, jež se přes opěrnou desku přišroubují k základně protlačovacího nástroje. Toto uložení zajistí středění dolní poloviny nástroje.

Na okraji pracovní dutiny je hrana sražena 2 mm pod úhlem 45°, což zlepšuje samotné vkládání kalot. Boční stěny dutiny

průtlačnice jsou mírně rozevřeny pod úhlem $0^{\circ}20'$, což má za následek snížení tření na těchto stěnách. Poloměr zaoblení dolních rohů v průtlačnici je $R\ 3,8$. Ve dně jsou vypracovány dvě drážky, které na průtlačku tvoří opěrná žebra. Mezi těmito drážkami jsou vyfrézovány čelní frézou válcové dutiny o $\phi\ 6\text{ mm}$ zabezpečující opření krytu při jeho montáži na panel. Tyto drážky a válcové dutiny jsou vypracovány v průtlačnici do stejné hloubky a to $1,1^{-0,005}\text{ mm}$.

Průtlačnice je z oceli 16420, jež se po obrobení cementačně kalí na HV 830. Průtlačnice u protlačování hliníku za studena mají životnost asi $80 + 100$ tisíc kusů výrobků. Dílenský výkres (viz příloha č. 9).

4.2.4 Návrh konstrukce stírače pro novou technologii výroby

Stírač volíme stejné konstrukce i rozměrů jako u stírače pro stávající technologii (viz sestava - příloha č. 5).

4.3 Přibližný výpočet tvářecí síly

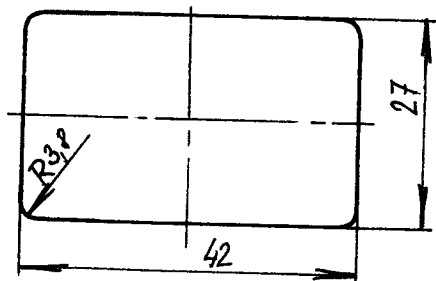
K přibližnému výpočtu tvářecí síly bylo použito monogramu pro stanovení měrného tvářecího tlaku při zpětném protlačování stanoveného H. D. Feldmannem (viz obr. 15). Při určování měrného tvářecího tlaku $p_{\max}$ je nutné určit smluvenou poměrnou změnu příčného průřezu ϵ_f

$$\xi_f = \frac{F_{oK} - (F_{oK} - f_N)}{F_{oK}} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde F_o - plocha kaloty

f_N - plocha průřezu funkční části nástroje

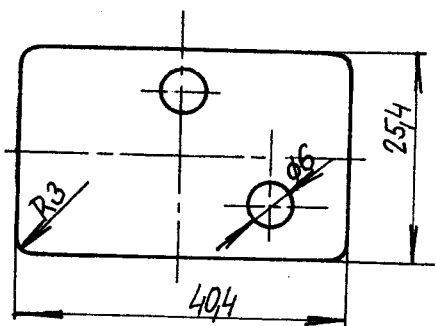
Výpočet plochy F_{oK} : $a = 42$, $b = 27$, $R = 3,8$



$$F_{oK} = a \cdot b - 4 \left[R^2 - \frac{\pi/2 \cdot R^2}{16} \right] \quad [\text{mm}^2]$$

$$F_{oK} = 1120,265 \quad [\text{mm}^2]$$

Výpočet plochy f_N : $c = 40,4$ mm, $d = 25,4$ mm, $R = 3$, $\phi D = 6$ mm



$$f_N = c \cdot c - 4 \left[R^2 - \frac{\pi/2 \cdot R^2}{16} \right] -$$

$$- \frac{\pi D^2}{4} \cdot 2 \quad [\text{mm}^2]$$

$$f_N = 961,887 \quad [\text{mm}^2]$$

Vypočtená hodnota $\xi_f = 85,86$ %. Takto odečtená síla z hodnoty $\xi_f = 85,86$ není silou maximální. Maximální síla při protlačování nastane v okamžiku, kdy otvory v průtlačníku a průtlačnici jsou úplně zaplněny tvářeným materiálem. Z tohoto závěru vyplývá, že za plochu f_N musíme dosadit plochu bez odečtení dvou otvorů, jež jsou v průtlačníku. Tato plocha $f'_N = 1018,434$ mm². Pak hodnota $\xi'_f = 90,91$ %.

V diagramu na obrázku č. 15 se po vynesení příslušné hodnoty ξ'_f na křivku s označením Al 99,5 získá bod. Z tohoto bodu se postupuje po přímce rovnoběžné s osou $p_{\max}$ až na přímku s označením $-\frac{h_o}{s}$. Pro náš případ je tato hodnota rovna:

$$\frac{h_o}{s} = \frac{7}{0,8} = 8,75$$

kde h_o - výška kaloty

s - tloušťka stěny hotového protlačku

Jelikož jsou v nomogramu přímky označeny pouze celými čísly, byla zvolena přímka s vypočteným poměrem 9. Tato hodnota sice neodpovídá hodnotě, která byla vypočtena, ale při použití tohoto poměru bude vypočtená tvářecí síla větší než ve skutečnosti. Jsme tedy při takto zvoleném postupu na straně větší bezpečnosti. Z nomogramu jsme tedy odečetli hodnotu měrného tvářecího tlaku $p_{\max} = 80 \text{ kg/mm}^2$.

Křivky v nomogramu jsou určeny z přibližných rovnic, které je možno užít až když ζf je alespoň 78 %. Potom platí přibližné rovnice používané Siebelem a Fangmlierem, z kterých Feldmann sestavil použitý nomogram na obr. č.15./1/

Z tohoto údaje vypočteme tvářecí sílu dle vztahu:

$$F_t = p_{\max} \cdot F_{oK} = 80 \cdot 1120,265 = 89621,6 \text{ kg}$$

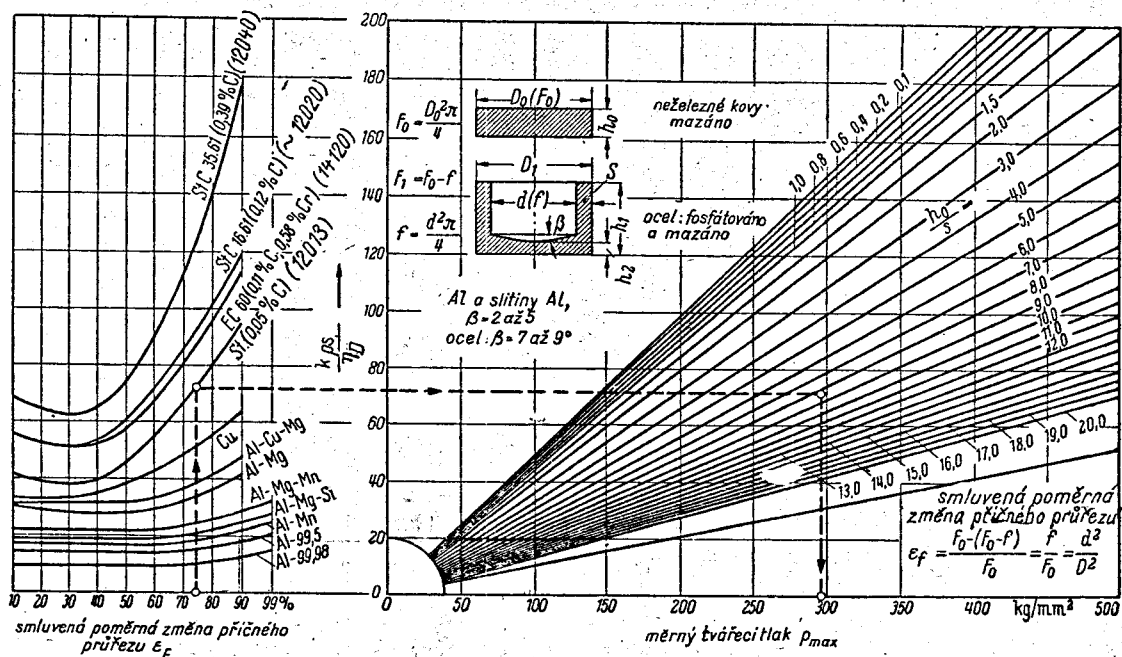
Z obecného vztahu pro výpočet síly vypočteme:

$$F = m \cdot g \quad \text{N}$$

$$\text{kde } g = 9,81 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \quad \text{gravitační konstanta}$$

Proto tvářecí síla

$$F_{tv} = 879187,89 \quad \text{N}$$



Obr. 15: Nomogram pro stanovení měrného tvářecího tlaku při zpětném protlačování / 1 /

4.4 Výběr vhodného tvářecího stroje

Jelikož se s protlačováním neželezných kovů za studena v n. p. Mesit zabývají již řadu let, byl dle zkušeností jejich pracovníků a na základě přibližného výpočtu tvářecí síly vybrán výstředníkový lis typu LEN. Kryty vyráběné stávající technologií byly protlačovány na lisu LEN 160. Jelikož má tento tvářecí lis jmenovitou tvářecí sílu 160 tun, tj. 1569600 N, bude tento lis vhodným tvářecím strojem pro protlačování krytů navrhovanou technologií.

4.5 Technická data lisu LEN 160

Jmenovitá tvářecí síla		160 t
Vyložení A		335 mm
Sevření H		330 mm
Zdvih beranu Z		20+120 mm
Přestavitelnost beranu E		100 mm
Pracovní dráha		30°
Počet zdvihů beranu		50/min
Počet využitelných zdvihů beranu		25/min
Tvářecí práce při jednotlivých zdvizích		600 kgm
Pracovní plocha beranu	(lxb)	(700x380) mm
Upínací dutina v beranu	$\phi d/k$	50/85 mm
Pracovní plocha beranu	(l ₁ xb ₁)	(1000x700) mm
Propad ve stole	($\phi d_1 \times \phi xp$)	(380x480x300) mm
Tloušťka stolní desky	h ₁	100 mm
Otvor ve stolní desce	$\phi d_2 \times \phi d_1$	290x320 mm
Výkon elektromotoru		10 KW
Přípojka stlačeného vzduchu		6 atm
Spotřeba vzduchu	atm/hod	25 l
Rozměry listu:		S - 1270 mm
		L - 2310 mm
		V - 2595 mm
Hmotnost lisu		m - 9580 kg

5. TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

5.1 Ekonomický přínos technologie protlačování za studena

Technologie výroby protlačováním za studena vykazuje příznivé výsledky jak z hlediska hospodářského, tak i technického. Umožňuje zejména dokonalé využití materiálu již tím, že je volen vhodný tvar výchozího polotovaru, který lze úsporně dělit. Protože se nejčastěji protlačuje na výkonných lisech při uplatnění všech mechanizačních prostředků a automatizace, jsou výrobní časy velmi krátké. Tím se sníží celkové náklady a roste produktivita práce. Při správné volbě technologického postupu je u protlačovacích operací zaručena dlouhá trvanlivost nástrojů, což snižuje výrobní náklady. Po technické stránce vynikají protlačené součásti rozměrovou přesností, jakostním povrchem a vyšší pevností, než má výchozí materiál. Tyto vlastnosti zvyšují jejich kvalitu a často i vyšší trvanlivost při funkci.

Rozhodujícím činitelem při uplatňování tohoto výrobního způsobu je několik hledisek. Není to jen množství výrobků, které se často v technické literatuře udává jako rozhodující, ale i druh a kapacita technického zařízení pro novou výrobu, dosavadní pracnost a počet zmetků, které je nutno brát v úvahu, protože všechny ovlivňují hospodárnost výroby. Je třeba posoudit nový výrobní způsob i po stránce investičních nákladů a návratnosti. Proto je nutné vypracovat hospodářskou rozvahu dosavadního a navrhovaného výrobního způsobu a novou technologii zavádět pouze v případě prokazatelného a dostatečného hospodářského přínosu. /4/

5.2 Výpočet výrobních nákladů na výrobu

Výrobní náklady se obecně vypočítají ze vztahu /8/:

$$VN = PN_{mzd} + PN_{mat} + NN \quad \text{Kčs}$$

kde VN - jsou výrobní náklady

PN_{mzd} - přímé náklady mzdové

PN_{mat} - přímé náklady materiálové

NN - jsou nepřímé náklady

Nepřímé náklady na výrobu se určí:

$$NN = \frac{PN_{mzd} \cdot R}{100} \quad \text{Kčs}$$

kde R - režie podniku v % (ostatní náklady celkem)

Přímé náklady mzdové se určí:

$$PN_{mzd} = P \cdot S \quad \text{Kčs}$$

kde P - pracnost výrobku, tj. počet Nh nutných na výrobu dané součásti (výrobní, strojní čas)

S - sazba - průměrná mzda na lisovně Kčs/Nh

Přímé náklady materiálové se určí:

$$PN_{mat} = m \cdot C \quad \text{Kčs}$$

kde m - množství materiálu v kg spotřebované na výrobu krytu

C - průměrná nákupní cena materiálu pro podnik v Kčs/kg

5.2.1 Výpočet VN na výrobu jednoho kusu krytu při stávající technologii

Znamé hodnoty údajů pro starou technologii:

	$P = 0,235666 \text{ Nh}$
	$S = 14,49 \text{ Kčs}$
materiál ČSN 424005.11	$m_1 = 0,033868 \text{ kg/kus}$
materiál ČSN 423222.31	$m_2 = 0,0037686 \text{ kg/kus}$
materiál ČSN 411320.31	$m_3 = 0,00121886 \text{ kg/kus}$
	$C_1 = 35 \text{ Kčs/kg}$
	$C_3 = 10,80$
	$R = 324 \%$
	$C_2 = 52,40 \text{ Kčs/kg}$

Výrobní náklady na výrobu jednoho kusu krytu při staré technologii činí $VN_{st.t.} = \underline{\underline{15,876087 \text{ Kčs.}}}$

5.2.2 Výpočet výrobních nákladů na výrobu jednoho kusu krytu při nové technologii

Předpokládané hodnoty údajů pro novou technologii:

$P = 0,105666 \text{ Nh}$
$S = 14,49 \text{ Kčs}$
$m = 0,03387 \text{ kg}$
$C = 35 \text{ Kčs/kg}$
$R = 324 \%$

Výrobní náklady na výrobu jednoho kusu krytu při nové technologii činí $VN_{n.t.} = \underline{\underline{7,67645 \text{ Kčs.}}}$

5.3 Výpočet doby úhrady investovaných prostředků (tzv. nákladová návratnost) /8/

$$\begin{aligned} T_u &= \frac{JIN}{\phi \text{ roční úspora nákladů}} = \\ &= \frac{JIN}{(VN_{s.t.} - VN_{n.t.}) \cdot K_{n.t.}} \quad \text{rok} \end{aligned}$$

kde JIN - jsou jednorázové investiční náklady a odečteny jsou finanční prostředky pro ustavení a zprovoznění (dle odhadu pracovníků n. p. Mesit činí 9000 Kčs)

$VN_{s.t.}$ - vypočtené výrobní náklady pro starou technologii

$VN_{n.t.}$ - vypočtené výrobní náklady pro novou technologii

$K_{n.t.}$ - počet kusů výrobků vyrobených za rok pro novou technologii činí 20.000 kusů

Celková doba úhrady vložených prostředků je tedy:

$$T_u = \underline{\underline{0,0548 \text{ roku}}}$$

5.4 Výsledné hodnocení

V tomto technicko-ekonomickém hodnocení byly vypočteny výrobní náklady na výrobu jednoho kusu výrobku č. v. 932-51D1 pro stávající a navrhovanou technologii a bylo zjištěno, že výrobní náklady na jeden kus výrobku u nové technologie jsou přibližně poloviční než výrobní náklady pro stávající technologii. To je způsobeno snížením spotřeby materiálu a pracnosti výrobku u nové technologie.

Pro jednorázové investiční náklady 9000 Kčs, jež jsou náklady na pořízení nového nástroje, byla vypočtena tzv. nákladová návratnost. Hodnota této nákladové návratnosti (0,0548 roku) poukazuje na to, že navrhovaná technologie je pro daný roční plán výroby velmi ekonomická a udává za jakou dobu budou jednorázové investiční prostředky uhrazeny z uspořených nákladů na výrobu srovnatelného počtu kusů výrobku při stávající a nové technologii.

V n. p. Mesit je rozhodující pro posuzování vhodnosti nového nebo inovovaného technologického postupu výroby nákladová návratnost jednorázových investičních prostředků kratší dvou let.

V tomto případě je vypočtená nákladová návratnost 0,0548 roku poměrně malá, což je dáno vlastním charakterem úpravy protlačovacího nástroje a tím snížením výrobních nákladů na výrobu součástí. Současně je tato hodnota nákladové návratnosti dána nízkými jednorázovými investičními náklady na pořízení výrobního zařízení, jež vychází z použití univerzálního rámu a pouze z výroby nového průtlačníku a průtlačnice.

Na závěr je možno říci, že zavedením inovované technologie výroby bude dosaženo značných úspor materiálu, energie, pracnosti výrobku, a tím snížení počtu pracovníků podílejících se na výrobě. Zkrátí se výrobní časy, zvýší se produktivita práce a budou odstraněny opravy vyvolané vlastní výrobou (což představuje zvýšené náklady na výrobu stávající technologií).

K inovaci výroby bylo vytypováno celkem 6 součástí,

u kterých dochází zavedením nové technologie výroby ke stejným úsporám jako u představitele č. v. 932-51D1, pro kterého bylo vypracováno ekonomické hodnocení.

6. Z Á V Ě R

Tématem zadání této diplomové práce byla inovace technologického postupu výroby krytu relé v podmínkách n. p. Mesit Uherské Hradiště. Po podrobném prostudování základních principů technologie protlačování kovů za studena byl proveden rozbor součástkové základny v n. p. Mesit a byly konzultovány možnosti inovace výroby u těchto součástí. Pro inovaci technologického postupu výroby bylo vybráno šest součástí, z nichž jedna (č. v. 932-51D1) byla vybrána za představitele.

Na základě výrobního množství a charakteristických rozměrů tohoto představitele byl proveden rozbor stávající technologie. Z obecných požadavků kladených na naši strojírenskou výrobu a z požadavků racionalizačního oddělení n. p. Mesit vznikly požadavky na novou technologii výroby, na základě kterých byl sestaven navrhovaný technologický postup výroby. Současně byl proveden rozbor tohoto postupu a byly vyjádřeny úspory vzniklé jeho zavedením do výroby. V následujících statích byl proveden návrh konstrukčního řešení protlačovacího nástroje a byla vypracována jeho technická dokumentace.

Ekonomický přínos, vzniklý použitím navrhovaného technologického postupu, byl vyjádřen v technicko-ekonomickém hodnocení na výrobních nákladech na výrobu jednoho kusu představitele. Opodstatnění k zavedení inovovaného technologického postupu do výroby poukazuje vypočtená tzv. nákladová návratnost vložených finančních prostředků na realizaci inovace výroby.

Zavedením inovovaného technologického postupu do výroby

se tedy na představiteli dosáhne za období jednoho roku následujících úspor: úspora na materiálu 4212,75 Kčs; úspora pracovní výroby 2600 Nh představuje úsporu finančních prostředků 37674 Kčs; úspora počtu pracovníků 1,368.

Předpokládám, že podrobnějším průzkumem technologických postupů součástí v n.p. Mesit vyráběných, by se našly další možnosti inovace výroby, zejména objemovým tvářením. Další možnosti se jeví využitím automatického podávání a zavedením polotovarů ve formě pruhů a nekonečných pasů.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

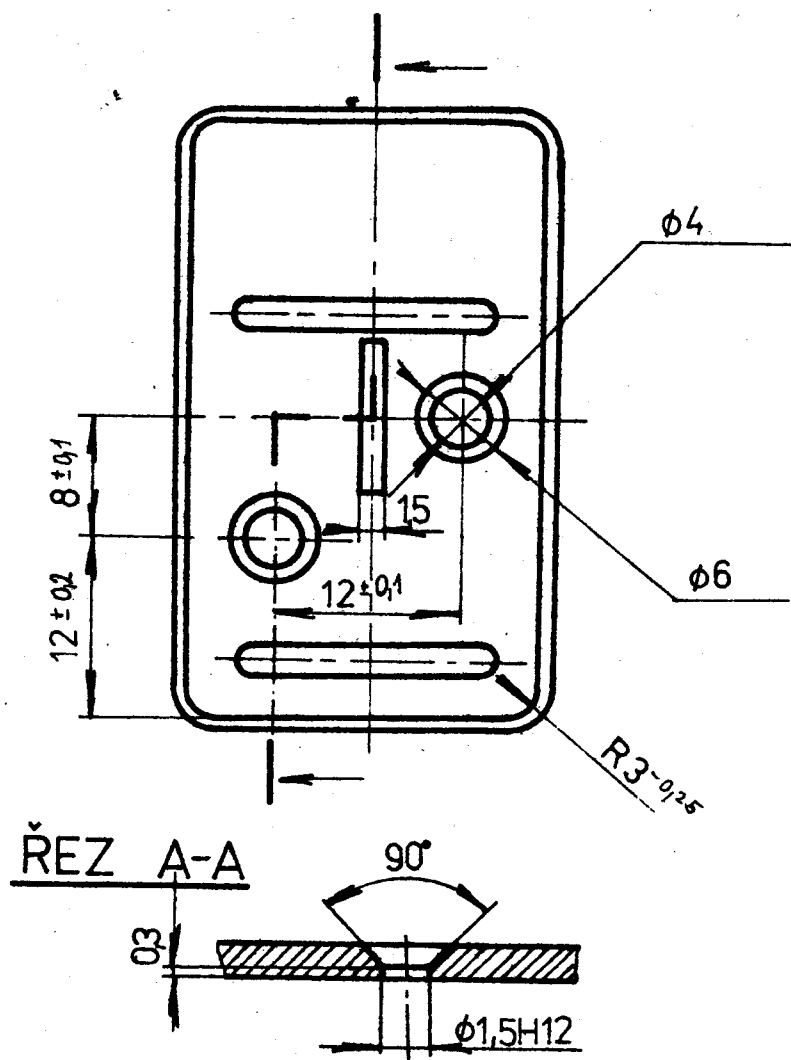
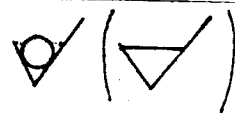
- /1/ Feldmann, H. D.: Protlačování oceli. Praha, SNTL, 1962.
- /2/ Odehnal, J. - Marvan, K.: Protlačování neželezných kovů za studena. Praha, SNTL, 1962.
- /3/ Hemr, F.: Protlačování oceli za studena. Praha, SNTL, 1963.
- /4/ Hemr, F.: Konstruování součástí vhodných k protlačování za studena. Praha, SNTL, 1968.
- /5/ Chvojka, J. - Brzobohatý, M.: Zpracování a použití hliníku a jeho slitin. Praha, SNTL, 1961.
- /6/ Hýsek, R.: Tvářecí stroje. Praha, SNTL, 1972.
- /7/ Jech, J.: Tepelné zpracování oceli. Praha, SNTL, 1983.
- /8/ Líbal, V.: Organizace a řízení výroby. Praha, SNTL, 1979.
- /9/ Podnikové normy n. p. Mesit a normy ČSN
- /10/ Podnikové podklady a prospekty

Děkuji s. Doc. Ing. Tmějovi za vedené mé diplomové práce, za ochotně poskytované rady a připomínky.

Děkuji s. Ing. Domincovi za všechny poskytnuté materiály
a podklady a za ochotně poskytované rady a připomínky.

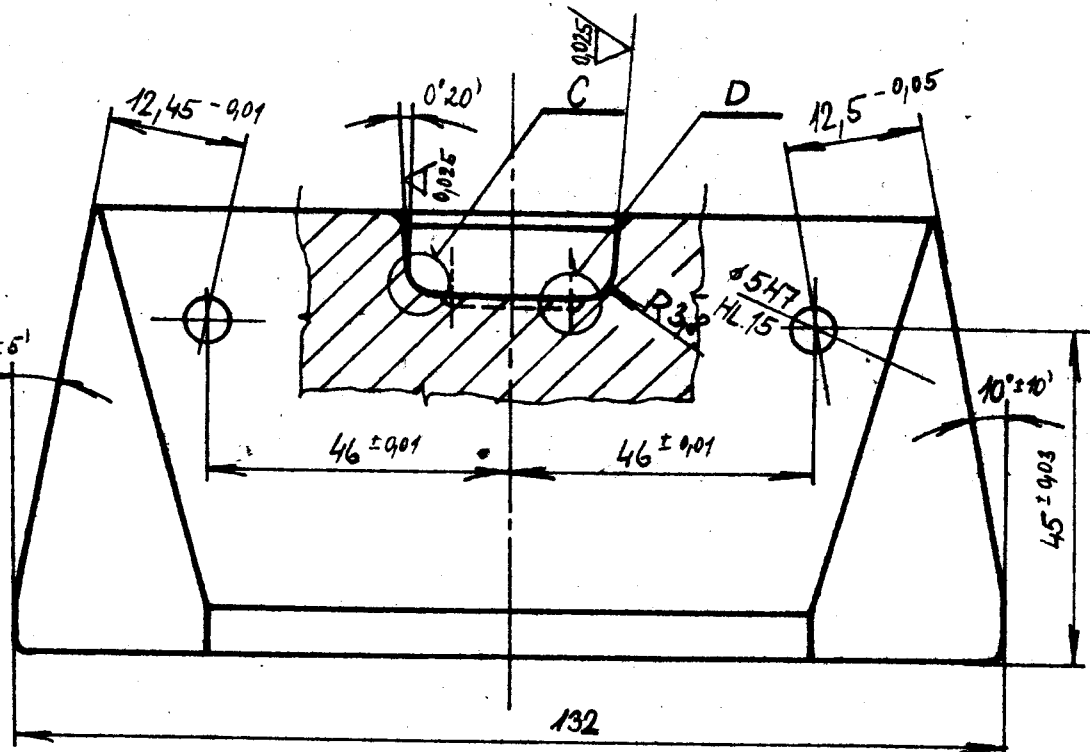
1	2 AKLADNA 2 320 x 60	ČSN 425301	11370		001					1
1	RAM 50x60x120	ČSN 425301	11370		001					2
1	RAM 50x60x320	ČSN 425301	11370		001					3
2	RAM 50x60x180	ČSN 425301	11370		001					4
										5
1	UPÍNAČÍ DESKA 60x260x160	ČSN 425301	11370		001					6
1	RAM 22x40x200	ČSN 425301	11370		001					7
1	RAM 22x40x220	ČSN 425301	11370		001					8
2	RAM 22x40x120	ČSN 425301	11370		001					9
										10
1	PODLICZKA 21/8x19	ČSN 425516	19312.8	19312.0	002					11
1	KLÍN 34x60x140	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					12
1	KLÍN 34x60x112	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					13
1	KLÍN 34x58x140	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					14
1	KLÍN 34x58x146	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					15
1	PODLICZKA 19x110x130	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					16
1	KLÍN 20x30x80	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					17
1	KLÍN 22x30x120	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					18
1	KLÍN 22x30x120	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					19
1	KLÍN 22x30x120	ČSN 425523	19312.8	19312.0	002					20
										21
										22
3	ŠLOUPEK Ø32x188	ČSN 425516	12010.4	12010.1	002					23
3	POUZDERO Ø50x128	ČSN 425516	12010.4	12010.1	002					24
3	KRYT TB Ø86x1,5-165	ČSN 425715	11353.0		001					25
Poz. číslo	Název - Rozměr	Podstav	Mat. konečný	Mat. výchozí	Mat. ozn.	C. váha	Hr.váha	Číslo výkresu	Poz.	
Poznámka				Celková číselná váha v kg						
Měřítka	Kreslil BADA AL.	Reda plub	Čís sním							
	Průzkoušel									
1:1	Norm. ref									
	Výr. projednal	Sešdíl	Č. transp.							
		Dne 27.11.84								
VŠST LIBEREC		Typ	Štáping	Starý výkres		Nový výkres				
		Název	PROTLAČOVACÍ NÁSTROJ			Npt1 932-51 D1				
					Počet listů					
					List					

Název Klas	Název - Rozměr	Polotovár	Mat. konečný	Mat. výchozí	Tržba 000	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos
Požadavek				Celková čistá váha v kg					
Měřítko 1:1	Kreslí	BADA A.	Rada	Čís. sním.	Změna	Datum	Podpis	Index změny	X X X X X
	Přezkoušel								
	Norm. tel								
	Vír. projednal	Schválil	Č. transp.						
		Dne	27.11.84						
VŠST LIBEREC	Typ	Skupina		Starý výkres		Nový výkres			
	Název	PROTLAČOVACÍ NÁSTROJ		Npč 932-51 D1				2.	
				Počet listů				List	



ŘEZ A-A

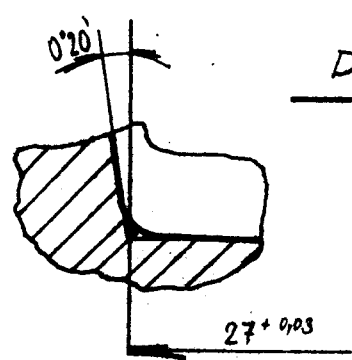
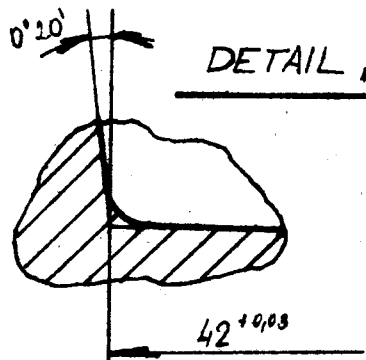
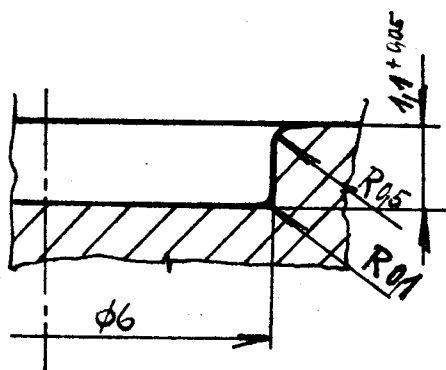
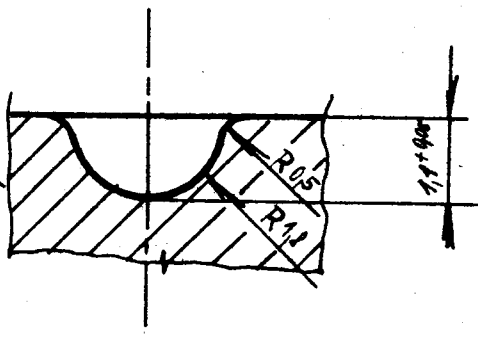
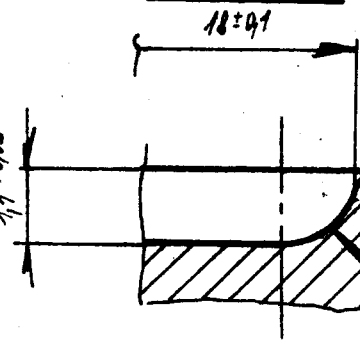
INDEX	ZMENA	DATUM	PODPS	VŠST LIBEREC	
a				HMOTNOST kg	MĚRITKO 2:1
ZN. MAT. ČSN 424005.11		T. O.		Č. SN.	TR. Č.
ROZM. POLOH.				POZN.	Č. KUSOVNIKU
POM. ZAR.				STARY V.	Č. V.
VYPR. <i>Rada Rada</i>		NORM. REF.			
PREŽK.		SCHVÁL.			
TECHNOL.					
NÁZEV KRYT				932-51 D1-10	
				Listo	List



DETAIL „D“

DETAIL „A“

DETAIL „E“



CEM. KALIT HV 830

DETAILY V MĚŘÍTKU M 10 : 1

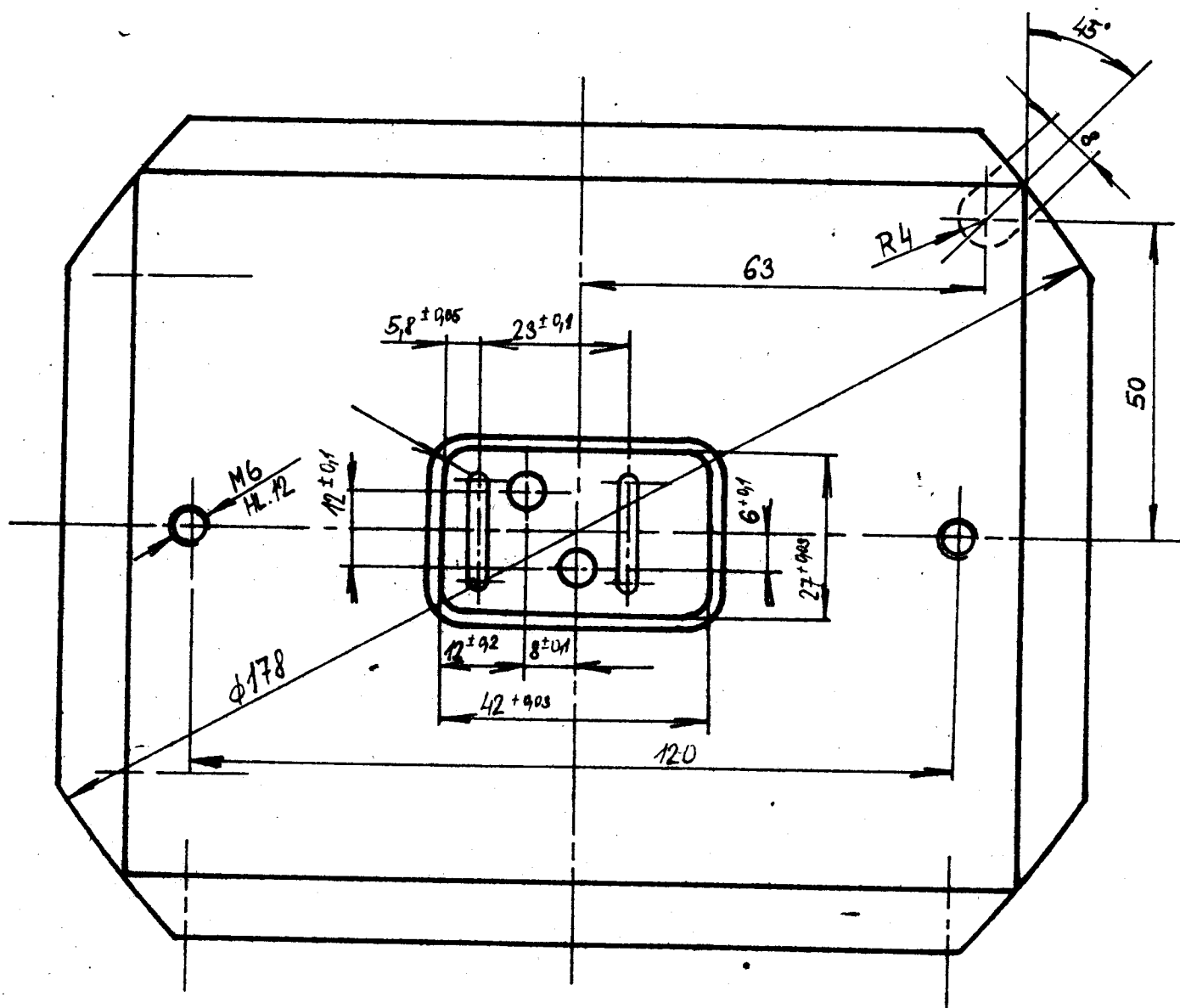
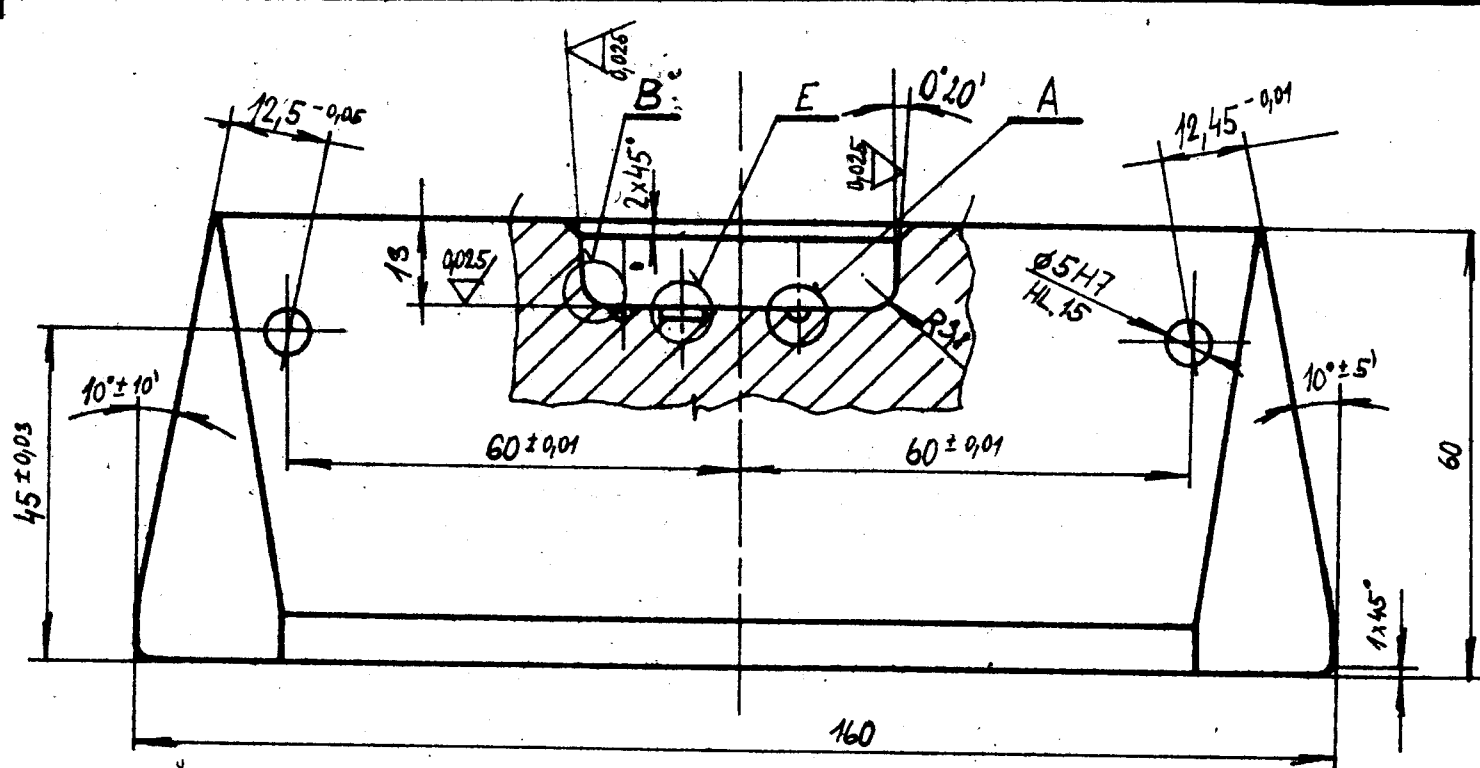
16420
Ø178 x 60

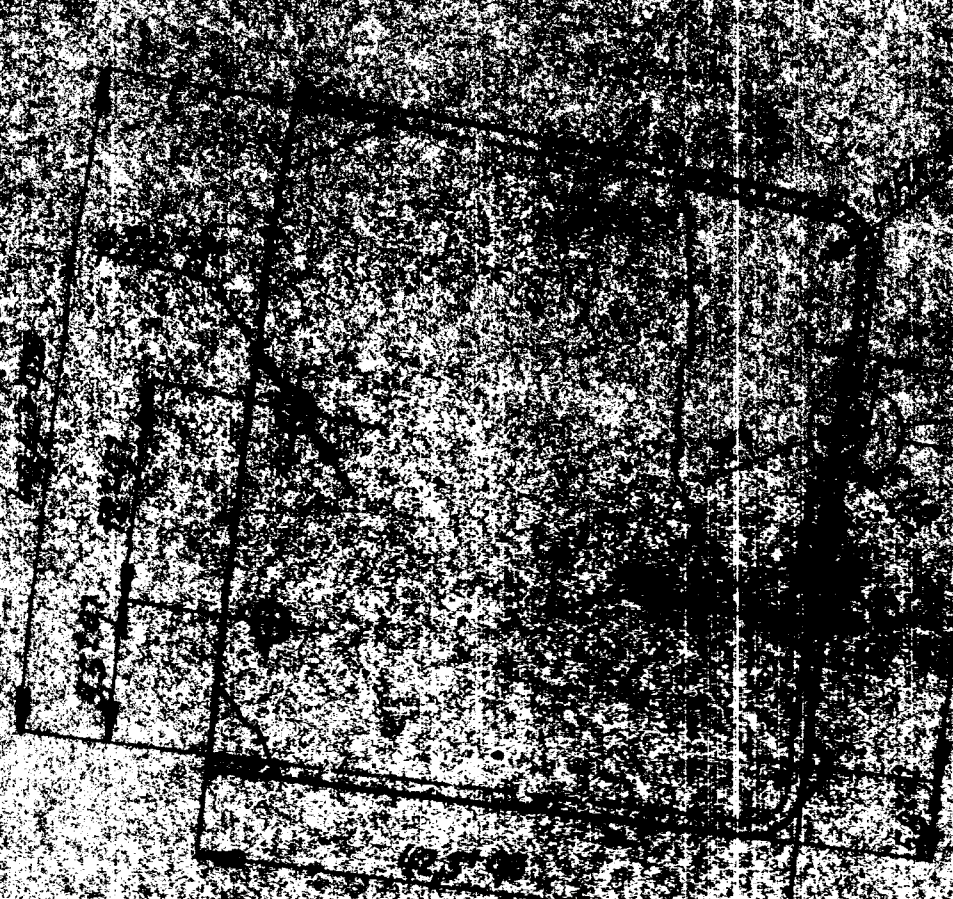
ALOIS RADA

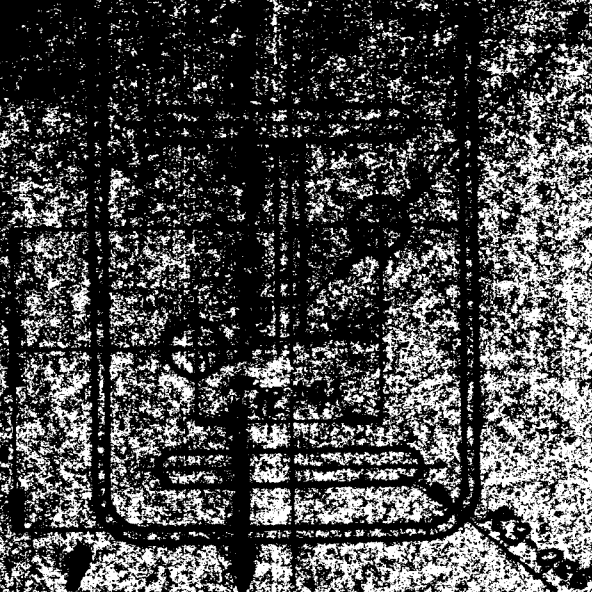
1:1

MATRICE

Npt 110-932-51D1/1







1
2



3
4

NEPODLEHÁ ZMĚN

© 1912 4008.11

© 1912 4008.11

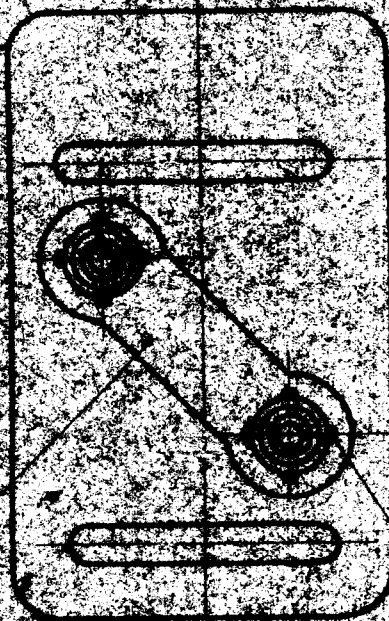
10. 11. 1905

Stav	Číslo	Podpis
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	

KRYT

902 - 5101

10. 11. 1905



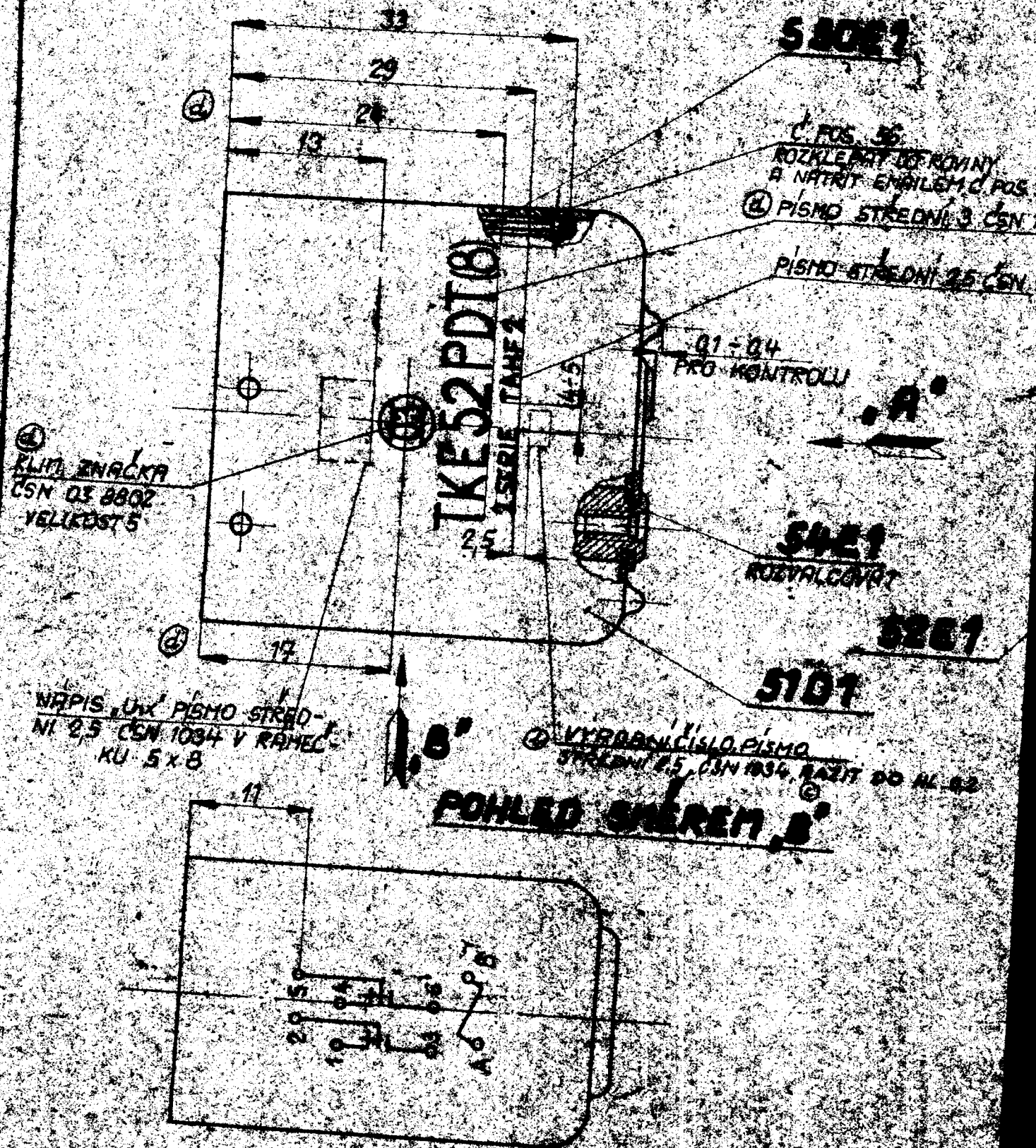
29 JAN 71 - DULCHIN

1. VNÁJŠÍ POKRYV KRYTU, KROME ZAVITU V POUZDRECH, POKRYT LAKEM, Č. POS. 300 DLE INSTRUKCE CH-948, PŘED PRINYTOVÁNÍM KRYTU SE SÍTKOU.
2. SCHEMA A NÁPISY ZMOTOVAT TISKEM BARVOU, Č. POS. 310.
3. KRYT SE SÍTKOU BODEL PRINYTOVAT KE KRYTU BEZ MEZERY.
4. NÁPIS, KTEŘÍ JE POŽADAVEK POŽADAVKU ZAMAZNÍKA V RUSKÉ JEDL, KTEŘÍ SE OD TĚPISMO 11 ZAVODNÍ NORMA R 13, ČÍSLO Č. 2 ZAVODNÍ NORMA R 13.
5. NÁPIS, Z GERIE DLE POŽADAVKU ZAMAZNÍKA V RUSKÉ JEDL, Z GERIE, PISMO Č. 9 ZAVODNÍ NORMA R 13, ČÍSLO Č. 2 ZAVODNÍ NORMA R 13.
6. VNITŘNÍ KRYTU STŘÍKAT SILIKONOVÝM LAKEM LUKO SL 200, Č. POS. 305 PŘED NAMYTOVÁNÍM SÍTKY.
7. NÁPISY NA KRYTU UMÍSTIT SYMETRICKY.
8. PRÍLOŽKU SZL1 PŘÍČADAT NA KRYT LAKOVA-NOU STRANOU.

2	LAZ 15	LAK	4-200
	LAZ 17	ENAIL	500TH1900
	LAZ 510	BARVA PRO ZISK	99-5-0100
	LAZ 509	LAK ASFALTOVY	A 1000
2	LAZ 16	NYT 4 7,4 x 3	4
	LAZ 1	ZAKLADNI SCHEMA	
	LAZ 1	POLZODR	2
	LAZ 1	REINER	1
	LAZ 1	REINER	1
	LAZ 1	REINER	1

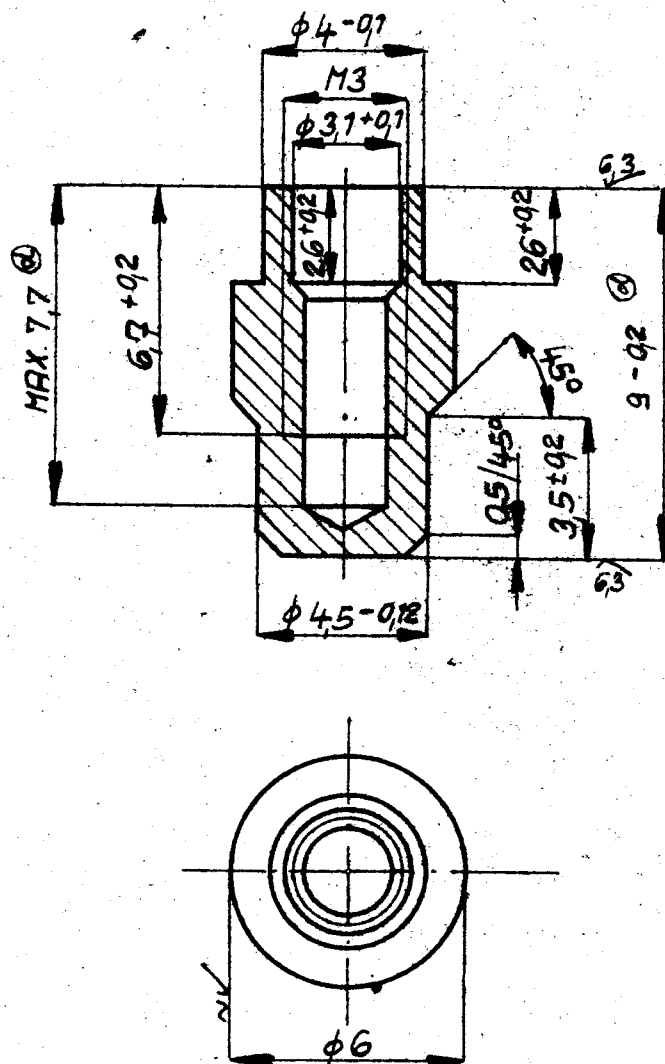
MYT 2007

10-2-2000



NEPODLÉHÁ ZMĚNĚ

[illegible]



NEPODLÉHÁ ZMĚNÁM

TOLER.	ROZMĚR	⑥ ČSN 42 8612.22 ⑥	Č. VÝKRESU	NÁZEV	KS	POZNÁMKA
MĚŘÍTKO	OPRACOVÁNÍ	MATERIÁL	ČISTÁ VÁHA	KONSTR.	31.10.62	Mikrotechna
5:1	3/3 (NV; 63)	⑥ 42 3222.31 ⑥		KRESLIL	31.10.62	halušková
POVRCH. ÚPRAVA	PRIPOMÍNKY			FORM. REF.	3.11.62	Flora
⑥ NIKLOVAT 10 BEZPROUDOVĚ				VEDOUcí	7.11.62	SpV
NÁZEV	POUZOŘO					
ČÍSLO VÝKRESU	932-5451					
Č. PRAC. KOPIE	204.1016					
MS.	ZMĚNA	DATA	PRŮMĚR			
h						
g						
f						
e						
d	Úprava č. 2 137/83-7 (2x)	21.84				
c	Úprava č. 384/83-6 (2x)	19.10.83				
b	Úprava č. 552/66-1 (1x)	14.6.66	P. Šut			
a	Změna č. 822/65-1 (1x)	15.7.65	P. Šut			