

Vysoká škola: strojn^í a textiln^í

Katedra: technologie a slévárenství

Fakulta: strojn^í

Školní rok: 1965/66

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro Petra M u c h u

odbor Strojírenská technologie

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomní úkol:

Název tématu: Návrh a experimentální ověření výroby forem pro lisování plastických hmot litím a dolisováním hliníku nebo hliníkové slitiny.

Pokyny pro vypracování:

- 1) Proveďte rozbor konstrukčních zásad a způsobů výroby forem pro zpracování plastických hmot. Podrobněji proberte způsoby výroby forem beztláskovými metodami.
- 2) Navrhněte a konstrukčně zpracujte pokusnou formu pro vyfukování lahvíček z polyethylenu o velikosti asi 25 cm³.
- 3) Experimentálně proveďte výrobu těchto forem litím a dotlačováním hliníku nebo vhodné hliníkové slitiny; využijte při tom poznatků a závěrů ze své odborné praxe a určete optimální parametry jednotlivých operací. (Licí teplota, předehřátí forem, dolisovací tlak, nejvhodnější materiál a pod.)
- 4) Proveďte ekonomický rozbor a porovnání navrženého technologického postupu s ostatními běžnými způsoby výroby forem pro zpracování plastických hmot.

Autorské právo se řídí ustanovením 115/53 Sb. pro státní závěrečné zkoušky, vyhlášené 12. 2. 1962, ze dne 13. července 1962, s účinností od 24. 8. 1962 a 19. listopadu 1962, č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC, ŠKOLNÍ ZÁHRADNÍ 5

hauzdáno 5. 8. 66

Učnick. elod.

V 74/66 5

Rozsah grafických laboratorních prací:

2 výkresy A 1, 5 tabulek

Rozsah průvodní zprávy:

asi 30 stran textu

Seznam odborné literatury:

- Šklennik J.I.. : Litjho po vyplavljaajemym modeljam - Moskva
Mašgiz 1962, str. 121
- Ryš P. : Beztrískové zpracování (I.část) - Brno 1961
str. 311.
- Valecký : Lití kovů pod tlakem
- Balbolil : Zpracování plastických hmot
- Strelcov : Pnevmatičeskaja pererabotka termoplastov
- Havlíček : Přehled plastických hmot
- Prášek A. : Diplomní práce 1958 - VŠST Liberec
- Mencl M. : Diplomní práce 1964 - VŠST Liberec

Vedoucí diplomní práce:

Prof. Ing. Bohumil O d s t r ě ě l

Konsultanti:

Ing. Jaroslav P r o c h á z k a
s. H o š i c - n.p. Plastimat Liberec

Datum zahájení diplomní práce: ~~29. září 1966~~ 26. září 1966

Datum odevzdání diplomní práce: 5. listopadu 1966



Bohumil Odstřel
Vedoucí katedry

Prof. Ing. Bohumil Odstřel

Cyril Höschl
Děkan

Prof. Ing. Cyril Höschl

v Liberci dne 29.8.

Úvod.

Snaha o co nejlepší využití materiálu a snížení pracnosti má za následek, že stále větší část materiálů se zpracovává tvářením. Tvářecí technika je velmi produktivní a ekonomicky výhodná výrobní technologie, která se neustále rozšiřuje do nových oborů hromadné i maloseriové výroby.

Zvláště v oboru zpracování plastických hmot je tvářením významným výrobním postupem a odhaduje se, že asi 40% všech plastických hmot se zpracovává pomocí speciálního tvářecího nářadí. Široký sortiment výrobků určuje poměrně velkou spotřebu tohoto nářadí.

V hromadné výrobě tvářených výrobků se klade hlavní důraz na vysokou technickou úroveň tvářecího nářadí a na jeho dlouhou životnost. Požaduje se spolehlivost při automatických a poloautomatických cyklech. Dalším požadavkem je vysoká kvalita povrchu a přesnost rozměrů výrobků.

Poněkud jiná je situace při realizaci výroby menších serií výrobků, kde pořizovací náklad na tvářecí nářadí je podstatnou částí celkových výrobních nákladů. Relativně vysoké náklady na výrobu forem a nedostatek výrobní kapacity v oboru operačního tvářecího nářadí jsou vážnými překážkami pro vývoj a zavádění nových výrobků z plastických hmot, které jsou v našem národním hospodářství velmi potřebné. V této souvislosti bylo vyvinuto několik nových technologií výroby tvářecího nářadí.

1.0.0 Výroba forem pro plastické hmoty.1.1.0 Třískové obrábění.

Při výrobě forem je stále nejrozšířenějším způsobem třískové obrábění. Tímto způsobem se zhotovují veškeré upínací části, rámy pro tvarové vložky, vodící sloupky a pouzdra, vyhazovací, stírací a otevírací mechanismy i jiné vedlejší konstrukční součásti. Výroba běžných normalisovaných konstrukčních částí forem je organizována podle moderních zásad převzatých ze všeobecné kusové strojírenské výroby. Hlavní předností obrábění je velká dosažitelná přesnost a dlouhá životnost forem, protože je možno použít ušlechtilých ocelí, které lze spolehlivě tepelně zpracovat.

Třískové obrábění je universální způsob pro výrobu jednoduchých tvarů, které lze takto vyrobit bez modelu, pouze podle výkresu. Složitější rotační tvary lze vyrábět na soustruzích s kopírovacím zařízením. Nesnáze tvoří proměnné řezné podmínky na řezném nástroji. Nerotační tvary se zhotovují na kopírovacích frézkách. Tato výroba je však už náročnější. Vyžaduje výrobu modelu, přesné naostření nástroje, správné seřízení stroje a vysoce kvalifikovanou obsluhu.

Pokrokovým způsobem je i tvarové broušení při výrobě složitých tvarů. V tomto případě rozdělujeme formu na články, které lze velmi snadno tvarově brousit. Články jsou pak složeny do předehřátého rámu a po vychladnutí pevně drží pohromadě.

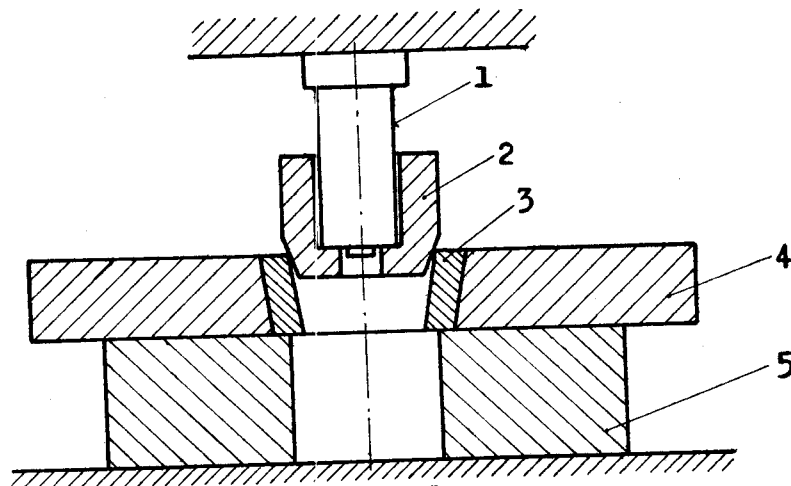
Přestože výroba forem třískovým obráběním je poměrně zdlouhavá a velmi nákladná, odhaduje se, že více než 90% všech forem na zpracování plastických hmot se zhotovuje třískovým obráběním.

1.2.0 Beztržiskové metody výroby forem.

1.2.1. Lisování za studena.

Je to velmi produktivní způsob výroby tvarových dutin. Vyžaduje však určité praktické zkušenosti.

Při tváření oceli za studena je nutno vyvodit v tvářeném materiálu tak velké napětí, aby nastala jeho plastická deformace, a tím trvalá změna tvaru, aniž by došlo k porušení soudržnosti materiálu. Ve výrobě forem rozlišujeme tradiční způsob přímého vtlačování a méně známý způsob označovaný jako protlačování průvlakem /obr. 1/. Výhodou je zejména to, že dutina nepotřebuje konečnou úpravu a vlivem zhuštění vláken vzroste pevnost a houževnatost materiálu formy. Z toho vyplývá i větší životnost formy oproti formám tržiskově obráběným. Vtlačování a protlačování je v řadě případů nejrychlejší a nejehospodárnější postup při výrobě zejména menších dutin z kvalitních ocelí pro náročné způsoby tváření.



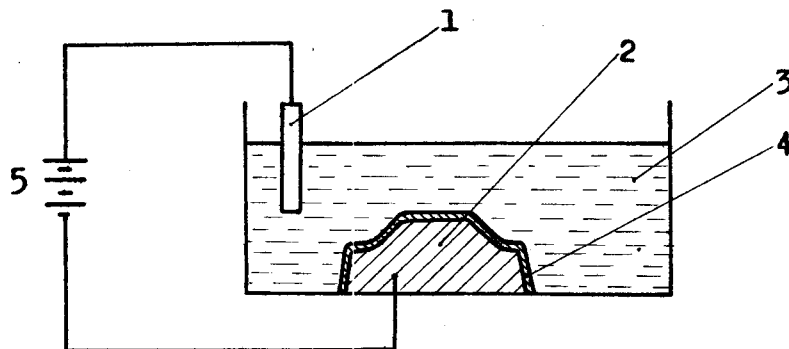
obr. 1

- 1- průtlačník
- 2- polotovar s předpracovanou dutinou
- 3- průvlakový kroužek
- 4- zděř
- 5- kruhová podložka.

1.2.2 Galvanoplastika.

Zhotovování galvanoplastických skořepin má již dlouhou tradici. Na př. ve výrobě gramofonových desek, forem pro odlévání voskových modelů a pod. V poslední době je snaha rozšířit a průmyslově zavést galvanoplastiku při výrobě vstřikovacích a velkých tvarovacích forem. Formu je možno zhotoviti přímo z modelu, při čemž povrch je kvalitní a nejsou nutné dokončovací operace. Model může být zhotoven i z elektricky nevodivého materiálu. V tom případě se opatřuje vrstvičkou vodivého materiálu o tloušťce několika setin mikrometru /chemickým stříbřením/. Připravený model se vkládá do speciálně upravené galvanické lázně, v níž se na něj nanese vrstva tvrdého niklu, nebo jiného tvrdého kovu. Následuje zalití skořepiny do vhodného zalévacího materiálu.

Nevýhodou této metody je dlouhá doba vylučování kovu. Pro tvary, které lze vyrobit jinou metodou se jeví tato metoda jako příliš zdlouhavá.

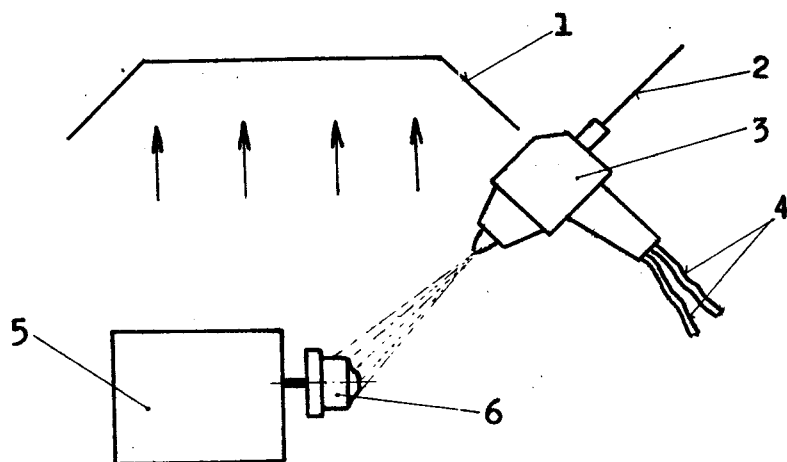


obr. 2

- 1- anoda
- 2- model
- 3- elektrolyt
- 4- vyloučená vrstva
- 5- zdroj ss proudu

1.2.3 Metalisace.

Vývoj metalisačních zařízení dosahuje u nás světové úrovně. Přes tuto skutečnost se v našich strojírenských závodech uplatňuje metalisace jen zřídka. Výroba formy je v podstatě kombinací dvou technologií, podobně jako je tomu u galvanoplastiky. Nejprve se provádí nástřik pomoci metalisační pistole na mistrovský model, který je upnut v polohovadle. Pracoviště pro metalisaci má být umístěno v odděleném boxu a vybaveno účinným odsáváním. Na základní vrstvu nastříkane přechodovou vrstvičku z čistého hliníku, aby bylo zajištěno dobré spojení se záливovým materiálem. Zalévání se provádí běžnými slévárenskými slitinami. Musí dojít k pevnému spojení celého povrchu nastříkáného kovu se záливovým materiálem formy. Toto se zajišťuje nastříkáním mezivrstvy čistého Al při použití záливového materiálu siluminu. Opět lze docílit velmi kvalitního povrchu formy.



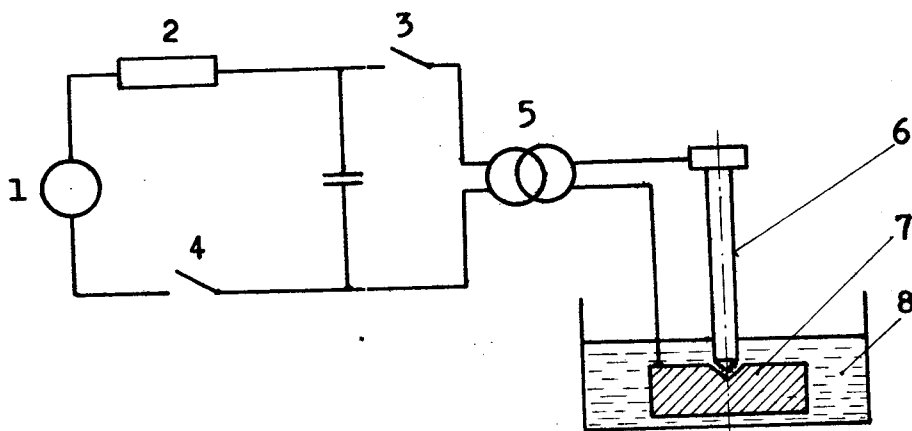
obr. 3

- 1- odsávání
- 2- metalisační drát
- 3- metalisační pistole
- 4- přívod kyslíku a acetylénu
- 5- polohovadlo
- 6- model

1.2.4 Elektrojiskrové obrábění.

Elektrojiskrové obrábění se používá běžně ve výrobě kovacích zápusťek a ve výrobě prostřihovadel ze slinutých karbidů. Také ve výrobě forem pro zpracování plastických hmot je tato metoda v posledních letech používána a to zejména při zhotovování tvarových ploch, které nelze zhotovit jinou pracovní metodou.

Princip metody spočívá v rychle se opakujících elektrických výbojích vysoké proudové hustoty, jejichž účinkem je materiál částečně vytrháván a částečně odpařován /obr.4/. Velmi důležité je zde správné seřízení, které má velký vliv na velikost úběru a na kvalitu povrchu hloubeného materiálu. Předností této metody je možnost hloubení kaleného povrchu a vyhlubování velmi úzkých a hlubokých děr, které nelze zhotoviti jiným způsobem. Potíže činí úbytek anod. To se v poslední době odstraňuje řízeným generátorem.



obr. 4

- 1- impulsní generátor
- 2- odpory
- 3,4-vypínače
- 5- transformátor
- 6- anoda
- 7- hloubený předmět
- 8- elektrolyt

1.2.5 Tlačení do roztaveného kovu.

Při výrobě forem tlačení do roztaveného kovu je nutný, podobně jako při galvanoplastice nebo metalisaci mistrovský model, ale další postup je již jednodušší. Na předehřátý model umístěný ve speciálním přípravku se nalije roztavená slitina hliníku, zinku, nebo mědi a tlačným trnem se vyvodí potřebný tlak. Povrch tvárnice je shodný s povrchem modelu a okopírují se i malé detaily. Postup lisování je velmi jednoduchý. Tato metoda výroby forem je vhodná zejména pro menší součásti. Rovněž je vhodná pro jemnější a rozměrnější tvary, které nelze zhotovit lisováním za studena.

2.0.0 Konstrukce formy.

2.1.0 Návrh formy.

Velikost polyetylenových lahví je normována dle objemu v řadě 10, 30, 50, 100, 250, 500 a 1000 ml. Rozhodli jsme se pro velikost 30 ml /obr. 5/ z důvodů usnadnění výroby přípravku v podmínkách školy.



obr. 5

Dle velikosti lahve a výkonnosti stroje se určuje násobnost formy. Pro láhev 30 ml se provádí forma pětinasobná. V podstatě se konstrukce stávající formy nemění. Pouze tvarová vložka, dosud ocelová, je nahrazená vložkou vyrobenou novou metodou z hliníkové slitiny. Tento materiál vyžaduje, aby otvory pro vodící kolíky byly vypouzdřeny ocelovými pouzdry. Také tloušťku odřezávací hrany je nutno zvětšit z 0,8 mm na 1+1,2 mm. Jinak by docházelo k rychlému omačkání těchto odřezávacích hran. Další úpravy forma v podstatě nevyžaduje.

2.1.1 Chlazení formy.

Správná teplota formy má podstatný vliv na dobrý povrch výrobků. Forma se ohřívá teplem předaným plastickou hmotou /polyetylenem/. Proto je nutno řešit chlazení formy. Z technologického hlediska by měla být vyfukovací forma dosti teplá /na př. u polyetylenu je optimální teplota 60°C/. V praxi je však většinou nutno přistoupit na kompromis, protože při vyšších teplotách se prodlužuje doba chlazení vyfukovaných výrobků a tím se snižuje kadence stroje. Ověřovacími zkouškami bylo zjištěno, že jsou-li formy teplé 30 + 40°C, neprodlužuje se podstatně chladicí doba, výroba je produktivní a vlastnosti výrobku jsou dobré /Kulhánek: Forma pro tváření plastických hmot/.

Chlazení větších forem se provádí pomocí vybrání v zadních stěnách tvarových vložek. Menší formy, ke kterým patří i popisovaná forma na 30 ml lahve jsou chlazeny pomocí kanálků v upínacích deskách. Chladicí kapalinou je voda 12+16°C teplá. Náhrada ocelové tvarové vložky vložkou z hliníkové slitiny přináší tu výhodu, že hliník lépe odvádí teplo, tím se zkracuje chladicí doba a je možno zvýšit kadenci formy.

3.0.0 Technologie výroby tvárnice.

3.1.0 Princip metody.

Princip metody dotlačování tekutého kovu je poměrně jednoduchý. Model je pevně umístěn na základní desce. Na tuto desku je současně připevněná zděř, do které je vložena dělená vložka. Celý přípravek je předehříván, a to zděř pásovým topením, základní deska topnou spirálou. Pro zamezení odvodu tepla je základní deska odisolovaná od podložky asbestem. Píst není předehříván a je upevněn na beranu lisu. Do takto připravené předehřáté formy se naleje hliníková slitina, na kterou se působí tlačným pístem poměrně vysokým tlakem, který se udržuje až do vychladnutí. Povrch takto zhotovené tvárnice je shodný s povrchem modelu, při čemž se přesně okopírují i nejmenší detaily / na př. broušení, soustružení/.

3.1.1 Materiál tvárnice.

Při volbě materiálu jsme vycházeli z požadavku, aby bylo použito hliníkové slitiny. Forma je mechanicky namáhána hlavně při uzavírání. Vlastní pracovní namáhání při vyfukování je velmi malé - používá se stlačený vzduch o tlaku 4 + 6 at. Hlavním nebezpečím je tedy omačkání tvarové vložky a to zejména odřezávací plošky. Proto bylo nutno zvolit takový materiál, který je vytvrditelný. Použili jsme pístových slitin 4242 18 a 4243 36. Obě tyto slitiny jsou dobře vytvrditelné a po vytvrzení dosahují tvrdosti okolo 100 HB.

Složení:

42_42_18: 2,2% Cu; 1,6% Mg; 1,2% Ni; 1% Ti

42_43_36: 12,5% Si; 1,5% Ti; 1,1% Cu; 1,1% Mg; 0,4% Mn

3.2.0 Lisovací přípravek.

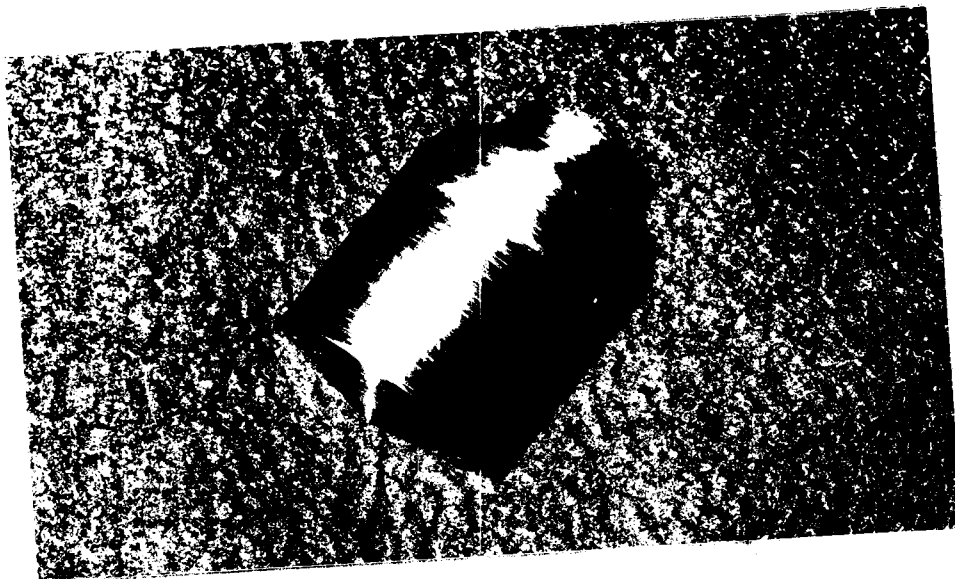
Lisovací přípravek byl navržen s ohledem na jeho snadnou výrobu pokud možno jednoduchý /obr.6/ V původní podobě měla zděř kónickou dutinu, ze které byla tvárnice po zatuhnutí vytlačována. Toto řešení se ukázalo jako nepříliš vhodné a bylo nahrazeno dělenou vložkou. Rovněž základní deska nebyla původně vytápěná. Celý přípravek se upevňuje na lis v uzavřeném stavu, protože není opatřen vodícími kolíky.

Obr. 6

3.2.1 Model.

Modelem je pozitiv vyráběného předmětu t.j. část polyetylenové láhve mezi krčkem a dnem. Protože slitina tuhne za tlaku, nemůže smršťovat a model tedy nemusí mít rozměrové přídávky. Přesto však se forma provádí s rozměrovými přídávky z důvodů smršťování materiálu vlastního výrobků při tuhnutí. Celý model musí být jemně obroben, protože kopírovatelnost slitiny je opravdu dokonalá a na tvárnici se okopírují i jemné stopy po broušení/kopírovatelnost ověřena v odborné praxi/.

V dosedací ploše modelu je zhotoven závit pro upevnění modelu na základní desku. Tato dosedací plocha musí být rovinná, aby nedocházelo k zatekání slitiny pod model, což by mohlo mít za následek /při zkouškách se to stalo/ stržení závitu v modelu při vyjímání tvárnice. Po dokončení modelu /obr. 7/ je tento napuštěn na modro /Strojírenská výroba 7/1956 /.



obr. 7

3.2.2 Zděř s dělenou vložkou.

Je to nejdůležitější část přípravku, která zachycuje tlak roztavené slitiny. Pro snadnější vyjímání tvárnice byla zděř opatřena dělenou vložkou, která má vnější stěny kónické. Aby při lisování nedošlo k nadzvednutí zděře, je připevněná k základní desce pomocí šroubů. Ve zděři je rovněž vyvrtán otvor pro termočlánek ke zjišťování teploty předehřátí.

Celá zděř je poměrně dosti masivní a proto dlouho trvá než vychladne. Z tohoto důvodu by bylo vhodné provést chlazení pomocí kanálků.

3.2.3 Píst.

Píst má dosedací nákrůžek, aby nedošlo k poškození termočlánku umístěného ve zděři. Jeho čelní i válcová plocha musí být jemně obrobená, aby nedocházelo k ulpívání materiálu. Průměr pístu je dimenzován tak, aby mezi jeho vnějším obvodem a vnitřním obvodem dělené vložky byla vůle $0,1 + 0,2$ mm. Přes tuto malou vůli dochází při lisování k vystříknutí materiálu a je proto nutné použít ochranných štítů, aby nedošlo k úrazu.

3.2.4 Základní deska.

Rozměry základní desky jsou určeny velikostí zděře. Původně nebyla základní deska předeřívána a předpokládalo se, že bude stačit její ohřátí od předeřívané zděře. Ukázalo se však, že ohřátí bylo nedostatečné a slitina předčasně tuhla. Proto bylo nutno provést vytápění této desky. Použili jsme vařičové spirály 600 W s navlečenými keramickými koralky. Z důvodu bezpečnosti byla spirála oddělená od přípravku vrstvou slídy. Na ložné ploše základní desky pak ještě bylo použito asbestové izolace k zamezení tepelných ztrát. Do obvodu základní desky byl vyvrtán otvor pro termočlánek. Jeho hloubka byla stanovena tak, abychom měřili teplotu předeřátí v blízkosti modelu.

3.3.0 Vyhřívání přípravku.

Chceme-li, aby slitina v přípravku dobře zaběhla, aby se vytvořily ostré hrany, aby nevznikaly studené spoje a vnitřní i vnější dutiny, je nutno

zajistit dostatečně vysokou lící teplotu a optimální předeřtí přípravku. Nejprve jsme předeřtívali pouze zděř a to pásovým topením o příkonu 800 W. Ukázalo se, že tímto způsobem nelze docílit vyšší teploty zděře než 350°C a náběh na tuto teplotu trvá příliš dlouho /více než 1 hod./. Při tom nedošlo k dostatečnému ohřtí základní desky, takže docházelo k nezaběhnutí a dosti špatnému povrchu formy. Po té byla provedená změna v tom smyslu, že pásové topení bylo nahrazeno výkonnějším o příkonu 1500 W a zároveň bylo zabudováno topení do základní desky o příkonu 600 W. Jelikož přípravek byl předeřtíván otevřený, t. j. beran s pístem v horní poloze, byla dutina zděře zakrývána asbestovou deskou, aby nedocházelo ke zbytečným tepelným ztrátám. Rovněž topný pás má mezi svým obvodem a krycím plechem tepelnou izolaci.

Těmito úpravami bylo docíleno toho, že bylo možno dosáhnout vyšších teplot než v předešlém případě a za kratší dobu. Vytápění a řízení teploty předeřtí bylo provedeno přes dva padáčkové regulátory ZPA, které byly upevněny přímo na stojanu lisu /obr.8/ a pomoci dvou termočlánků chromel-alumel. Celé zařízení pracovalo naprosto spolehlivě.

3.4.0 Mazání.

Pro umožnění snadného vyjmutí tvárnice z přípravku bylo nutno vytvořit separační vrstvu v dutině přípravku. Zkoušeli jsme čtyři druhy separačních vrstev: Koloidní grafit v oleji, očazení acetylenovým plamenem, silikonový olej a včelí vosk rozpuštěný v trichloretylenu.

Koloidní grafit v oleji- tento způsob byl vyzkoušen již v odborné praxi a výsledky nebyly příliš uspokojivé hlavně z toho důvodu, že na povrchu zůstávaly černé skvrny, které se špatně odstraňovaly. Očazení acetylenovým plamenem- vyskytuje se tatáž závada.

Silikonový olej- Výsledky byly negativní, protože za takto vysokých teplot předehtí začíná tento olej polymerovat, což má za následek značné nerovnosti povrchu /viz fotografií vzorku č. 10/.

Včelí vosk v trichloretylenu- tento způsob separace se ukázal jako nejvýhodnější a výsledky byly uspokojivé. Na povrchu tvárnice nezůstaly po separační vrstvě žádné stopy a slitina se při tom nepřilepila.

3.5.0 Lis.

K dotlačování byl použit lis MRN, který je k dispozici ve vývojových dílnách VŠST. Je to hydraulický lis o maximálním tlaku 100 t. Beran lisu je dosti přesně veden takže bylo možno použít přípravek bez vodicích sloupků.

4.0.0 Výroba tvárnice.

4.1.0 Parametry dotlačování.

Parametry dotlačování byly určeny dle zkušeností získaných při odborné praxi. Jedná se o tlak, teplotu předehřátí, teplotu lití a dobu dotlačování. Lisovací tlak - byl ponechán ve všech případech, s výjimkou poslední tvárnice, stejný. Byl to maximální tlak lisu 100 t. Tomu odpovídá vnitřní tlak v přípravku:

$$D = 110 \text{ mm}$$

$$P = 100 \text{ t}$$

$$F = \pi D^2 / 4 = \pi \cdot 11^2 / 4 = 95 \text{ cm}^2$$

$$p = P / F = 100000 / 95 = \underline{1052,6 \text{ kp/cm}^2}$$

Tento tlak odpovídá výsledkům odborné praxe.

Teplota lití - byla stanovena na 700°C a zůstala pro všechny případy konstantní. Rovněž tato teplota se osvědčila při zkouškách prováděných v odborné praxi / 5. ročník 10. semestr /.

Teplota předehřátí přípravku - byl stanoven její rozsah na 200 + 400°C opět dle zkušeností získaných v odborné praxi.

Doba dolisování - opět stanovena pro všechny případy konstantní a to 10 min.

4.2.0 Vlastní výroba tvárnice.

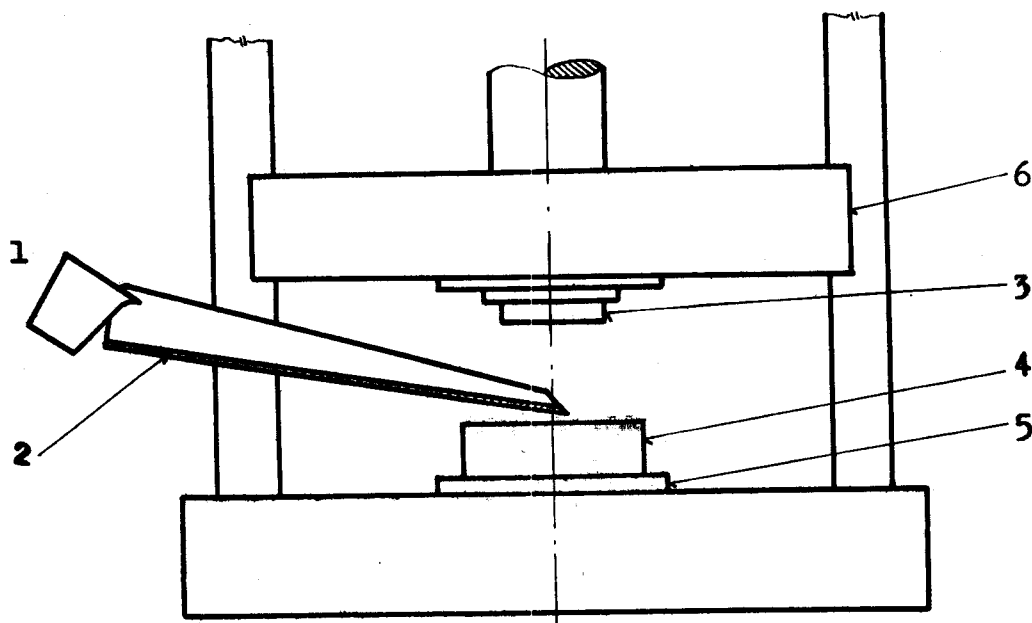
Přípravek s připraveným modelem byl upnut na lis a přes padáčkové regulátory bylo připojeno topení. Po té byla vyzkoušena správnost chodu celé topné soupravy. Vnitřek dutiny přípravku a hlavně model byl opatřen separační vrstvou včelího vosku rozpuštěného v trichloretylenu. Pak bylo zapnuto topení a vnitřek dutiny byl zakryt asbestovou deskou k zamezení tepelných ztrát.

Mezi tím byla v kelímkové peci tavená slitina hliníku. Nejprve to byla slitina 42 43 36 /z ní bylo odlito prvních devět tvárnic /, později slitina 42 42 18 /z té bylo odlito šest tvárnic/. Slitina byla ohřívána na 750 °C.

Po předehřátí přípravku na požadovanou teplotu a roztavení slitiny bylo možno přistoupit k vlastnímu lití a lisování. Tavenina byla nalitá do grafitového kelímku a dopravena k lisu, kde byla provedena rafinace. /tavidlem o složení: 50% KCl, 40% NaCl, 10% NaF /. Zároveň byla měřena teplota taveniny termočlánkem a po poklesu teploty na 700 °C byla co nejrychleji nalita do dutiny přípravku, ze které byla těsně před tím odstraněná asbestová deska. Dutina přípravku byla naplňována až těsně pod jeho horní okraj. Následovalo rychlé sjetí beranu s pístem a vlastní dolisování. Téměř vždy při tom došla k vystříknutí taveniny z přípravku a bylo proto nutno používat ochranných pomůcek /asbestové rukavice, kožená zástěra, ochranný štít na obličej/.

Abyste bylo možno sjet s pístem co nejrychleji do dutiny přípravku /to bylo nutné, aby nedošlo k předčasnému ztuhnutí taveniny vlivem dlouhé doby potřebné ke sjetí beranu/, bylo žádoucí mít beran lisu s pístem v co nejnižší poloze nad dutinou přípravku. Tento požadavek ale bránil snadné přístupnosti k dutině přípravku při nalévání taveniny. Proto byla zhotovena zvláštní nálevka, která umožňovala poměrně snadné lití /obr. 9/.

Po deseti minutách dotlačování byl tlak uvolněn a beran s pístem měl vyjet z dutiny přípravku. V důsledku příliš velké vůle mezi pístem a vnitřní dutinou zděře /C, 5 mm/u původního přípravku, zatřeklá a ztuhlá slitina znemožnila vyjetí pístu.



obr. 9

1...grafitový kelímek

2...nálevka

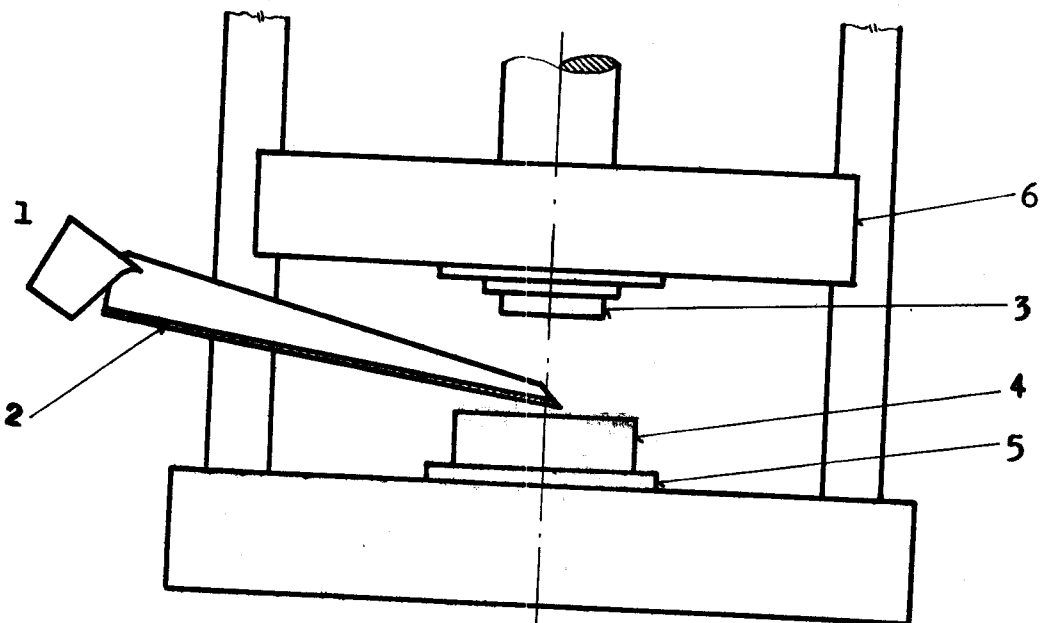
3...píst

4...zděř

5...základní deska

6...beran lisu

Tvárnice i s pístem musela být ze zděře vytlačena na jiném lise. Z tohoto důvodu byl přípravek upraven. Vnitřní dutina přípravku byla opatřena dělenou vložkou, jejíž vnější stěna byla kuželová. Také vůle mezi pístem a vložkou byla snížena na 0,2 mm. Vyjmutí tvárnice pak bylo snadnější / obr.10/.



obr. 9

- 1...grafitový kelímek
- 2...nálevka
- 3...píst
- 4...zděř
- 5...základní deska
- 6...beran lisu

Tvárnice i s pístem musela být ze zděře vytlačena na jiném lise. Z tohoto důvodu byl přípravek upraven. Vnitřní dutina přípravku byla opatřena dělenou vložkou, jejíž vnější stěna byla kuželová. Také vůle mezi pístem a vložkou byla snížena na 0,2 mm. Vyjmutí tvárnice pak bylo snadnější / obr.10/.

obr.10

4.3.0 Tepelné zpracování tvárnice.

Aby tvárnice měla dobré mechanické vlastnosti, bylo nutné provést tepelné zpracování - vytvrzení. Byl stanoven tento postup:

1/Difusní žíhání tvárnice

2/Opracování na hrubo

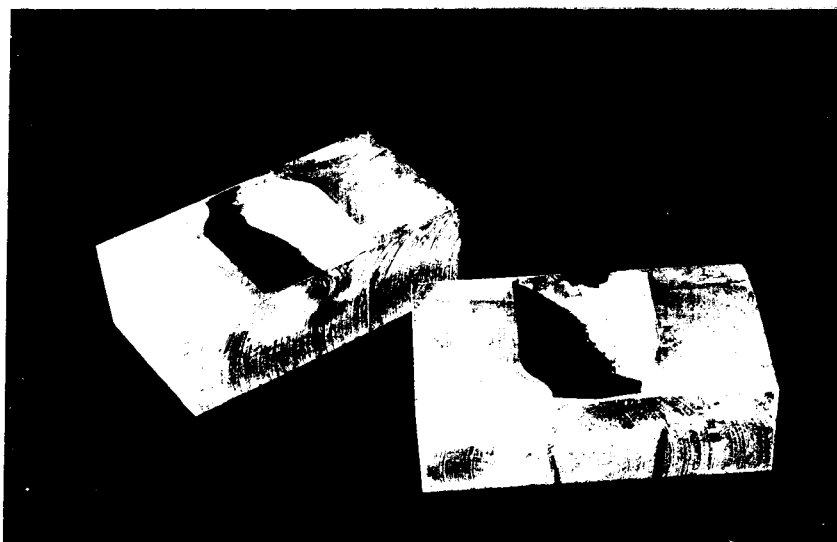
3/Zakalení a vytvrzení

4/Opracování na čisto

Tento postup byl stanoven proto, že kdyby bylo vytvrzení provedeno hned po odlití a pak teprve tvárnice byla opracovávána, mohlo by uvolněné vnitřní pnutí mít za následek deformaci hotové tvarové vložky.

Difusní žíhání - jeho účelem je dosažení lepšího rozpuštění strukturních součástí v základním tuhém roztoku pomocí difuze. Bylo prováděno ohřátím odlitých tvárnic v peci na teplotu 500 °C a

setrváním na této teplotě po dobu 4 hodin. Ochla-
zování probíhalo pozvolna přímo v peci. Následova-
lo obrobení tvárnice na frézce na hrubo, s přídav-
ky pro opracování na čisto 2 mm / obr.11 /.



obr.11

Vytvrzování. Nejdříve byl prováděn ohřev na hrubo
obrobených tvárníc na teplotu 530 °C po dobu 5 hod.
Následovalo zakalení do vody 30 °C teplé. Po zaka-
lení byly tvárnice uloženy do pece vyhřáté na 180 °C,
v níž probíhalo stárnutí po dobu 12 hod. /Korecký:
Tepelné zpracování železných a neželezných kovů/.

Nutno poznamenat, že tepelné zpracování bylo
provedeno pouze u tvárníc č. 12 + 15, které přichá-
zely v úvahu pro výrobu skutečné formy.

4.4.0 Vyhodnocení.

4.4.1 Kvalita povrchu - teplota předehřátí.

Kvalita povrchu souvisí především s teplotou předehřátí přípravku. Na str. 26 + 30 jsou fotografie všech tvárnic. Na nich je dosti dobře vidět, jak se kvalita povrchu tvárnice případ od případu mění. Zatím co kvalita povrchu vnitřní dutiny je téměř ve všech případech vyhovující, nedá se to říci o povrchu čelní plochy. Tvárnice č. 1 + 5 byly vyrobeny v přípravku vyhříváném pouze pásovým topením o příkonu 800 W. Pomocí tohoto topení bylo možno dosáhnout teploty zděře maximálně 350 °C. Teplota základní desky však byla minimálně o 50 °C nižší. Ani jedna z těchto tvárnic kvalitou povrchu nevyhovovala. Proto byla provedena úprava vytápění přípravku a to tak, že dosavadní pásové topení bylo nahrazeno výkonnějším o příkonu 1500 W a do základní desky bylo zabudováno topení o příkonu 600 W. Touto úpravou bylo možno zvýšit teplotu zděře, ale hlavně teplotu základní desky. To se příznivě projevilo na povrchu následující tvárnice č. 6 i když i v tomto případě vznikly studené spoje. Když u tvárnic č. 7 a č. 8 byla opět snižována teplota základní desky, projevilo se to opět zhoršením kvality povrchu. Od tvárnice č. 9 až po tvárnici č. 15, kdy teplota základní desky neklesla pod 370 °C, byl povrch vždy kvalitní. Zhoršený povrch u tvárnice č. 10 není způsoben špatným předehřátím. V tomto případě byla dutina přípravku pokusně opatřena separační vrstvou ze silikonového oleje. Ten však začal při takto vysokých teplotách polymerovat, což právě mělo za následek zhoršení kvality povrchu. Na fotografiích jsou vidět důlky v místech, kde olej polymeroval.

4.4.2 Zaběhnutí.

Také zaběhnutí je závislé na teplotě přehřátí. V tabulce č. 1 je uvedeno jakou část celkového obvodu tvarové dutiny tvoří v % ostrá hrana. Z této tabulky je opět patrné, že od tvárnice č. 9, kdy teplota základní desky neklesala pod 370 °C, je po celém obvodu ostrá hrana. Je to vidět i na fotografiích tvárnice, s výjimkou tvárnice č. 10, kde vytvoření ostré hrany zabránil polymerující silikonový olej.

4.4.3. Měrná hustota.

Měrná hustota závisí na tlaku, teplotě lití a teplotě přehřátí. Jelikož tlak i teplota lití byly konstantní předpokládalo se, že měrná hustota materiálu by se měla měnit s teplotou přehřátí přípravku. To se také potvrdilo jak je patrné z tabulky č. 2, kde u prvních pěti tvárnice je měrná hustota vyšší v důsledku nízké teploty základní desky.

4.4.4. Licí teplota, tlak a doba dotlačování.

Při volbě licí teploty 700 °C se vycházelo ze zkušeností získaných při odborné praxi, kde se tato teplota ukázala jako vyhovující. V peci byla tavenina ohřívána na 750 °C. Ukázalo se však, že od nalití taveniny do kelímku, až po vlastní lití do dutiny přípravku uplyne dosti dlouhá doba, což v některých případech mělo za následek ztuhnutí taveniny před odlitím. Příčinou dlouhé doby od nalití taveniny do kelímku po vlastní lití byla poměrně značná vzdálenost pece od lisu a nutnost rafinovat taveninu před litím. Aby nedocházelo k předčasnému ztuhnutí taveniny, byla tato vždy těsně před odebráním do kelímku přehřátá až na 850 °C. Pak se již tato závada nevyskytovala.

Při stanovování tlaku v přípravku jsme byli omezeni maximální lisovací silou 100 t. Tomu odpovídal tlak v přípravku 1052,6 kp/cm², jak již bylo dříve vypočteno. Při odborné praxi se tlak přípravku pohyboval v rozmezí 943 + 7540 kp/cm², při čemž i při tlaku 943 kp/cm² jsme dosahovali dobrých výsledků, byli-li přípravek dostatečně předehřán. U tvárnice č. 15 byl tlak orientačně snížen o 2/5 na tlak 631,5 kp/cm². Po vyjmutí tvárnice z přípravku nebylo na první pohled vidět, že by tento snížený tlak nějak ovlivnil kvalitu tvárnice. Avšak po tepelném zpracování došlo k odtržení a vyboulení stěny tvarové dutiny. Není možno z tohoto jediného případu odvozovat, že se tak stalo právě snížením lisovacího tlaku, ale je to dosti pravděpodobně s chledem na podobné případy v odborné praxi.

Doba dotlačování 10 min. se ukázala jako dostačující pro vyjmutí tvárnice bez jejího zdeformování. V odborné praxi se totiž stávalo, že vyjmutím tvárnice příliš teplé t. zn. po krátké době dotlačení došlo k jejímu zdeformování. Doba dotlačování 10 min. toto nebezpečí odstraňuje.

Optimální parametry dotlačování:

teplota zděře.....	/400+420/ °C
teplota zákl. desky.....	/380+400/ °C
licí teplota.....	700 °C
měrný lisovací tlak.....	/1000+1100/ kp/cm ²
doba dotlačování.....	10 min.

muja

4.4.5 Tvrdość.

Pro posouzení mechanických vlastností bylo nutno zjistit tvrdość tvárnice HB. Dle této tvrdości je možno odhadnout případné smačkání odřezávacích plošek. Tvrdość byla měřena po difusním vyžihání a po vytvrzení. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

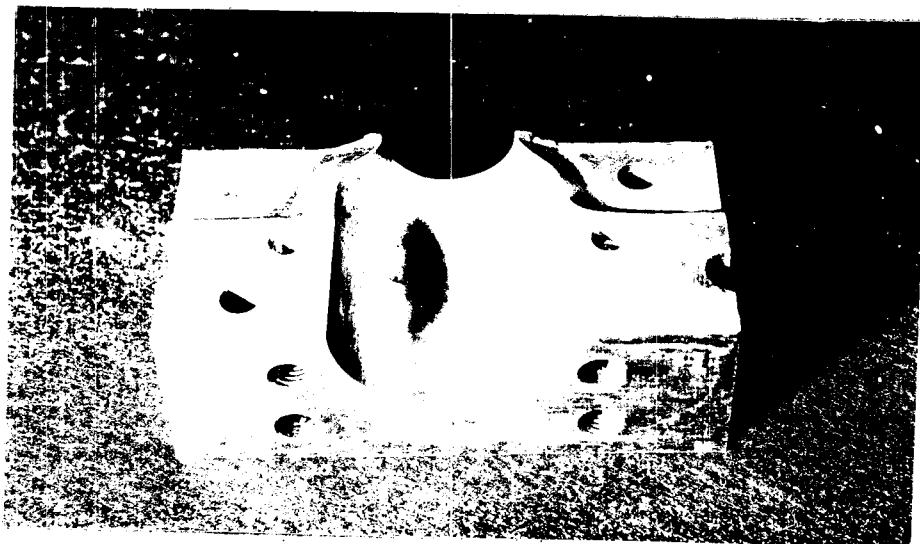
Tvárnice č.	Difusní žihání					Vytvrzení				
	φ vtisku /mm/			φ	HB	φ vtisku /mm/			φ	HB
12	3,1	3,2	3,2	3,18	<26,5	1,8	1,8	1,8	1,8	95
13	2,2	2,3	2,25	2,25	59,5	1,7	1,8	1,75	1,75	101
14	4,1	4	4,1	4,05	<26,5	1,8	1,75	1,8	1,8	95
15	2,9	3,2	3,1	3,05	30,7	1,7	1,7	1,7	1,7	107

4.5.0 Opracování tvárnice a sestavení do formy.

Tvarovou dutinu lze touto metodou vyrobit tak dokonale, že ji není třeba vůbec obrábět. Rovněž čelní plochu je třeba pouze nepatrně zabrousit pro docílení naprosté rovinnosti.

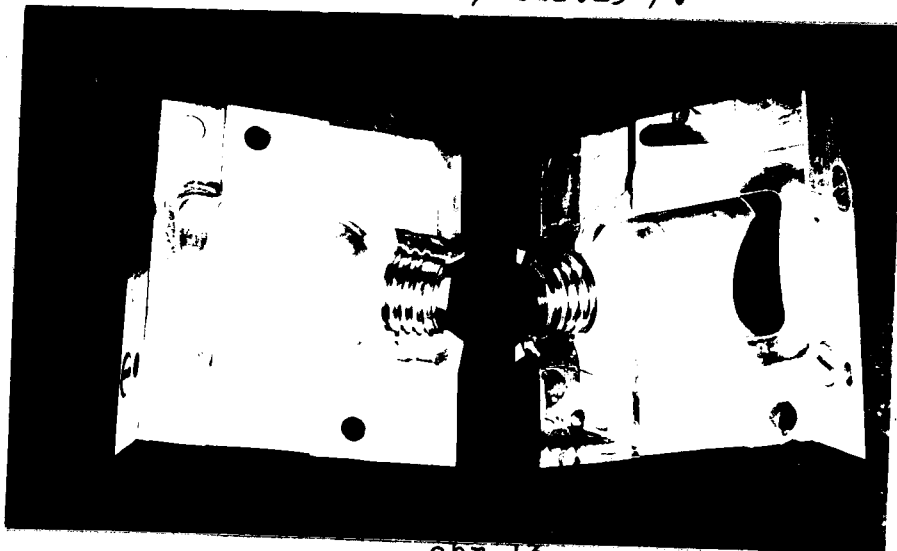
Opracování tvárnice bylo prováděno v n.p. Plastimat Liberec. Nejprve byly na souřadnicové vrtačce vyvrtány otvory pro vodící kolíky a pouzdra. Po zalisování vodících kolíků a pouzder byly obě tvárnice, tvořící střední část formy, sevřeny k sobě a takto spolu opracovávány. Horní a spodní plochy pro upevnění vložek dna a závitových vložek byly opracovány na čisto. U bočních ploch a zadních upínacích ploch byl ponechán přídavek 0,2 mm pro broušení. Po té byly do horních a spodních ploch tvárnice vyvrtány otvory pro kolíky a závity k upěvnění vložek dna a závitových vložek.

Následovalo vyfrézování odlehčení pro odřezávací plošky a ruční dokončení odřezávacích plošek. Tím byla tvarová vložka dokončena./ obr. 12/.



obr.12

Po připevnění vložek dna a závitových vložek byly boční plochy a zadní upínací plochy tvarové vložky zbrušeny do jedné roviny s těmito vložkami. Takto zhotovená forma byla připravena pro montáž na upínací desku / obr.13 /.



obr.13

VŠST

Výroba foram dolisováním

DP ST 484 str.26

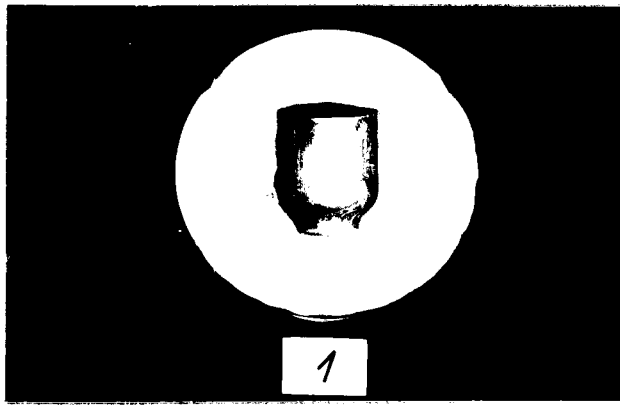
5. LISTOPADU 1966

VŠST

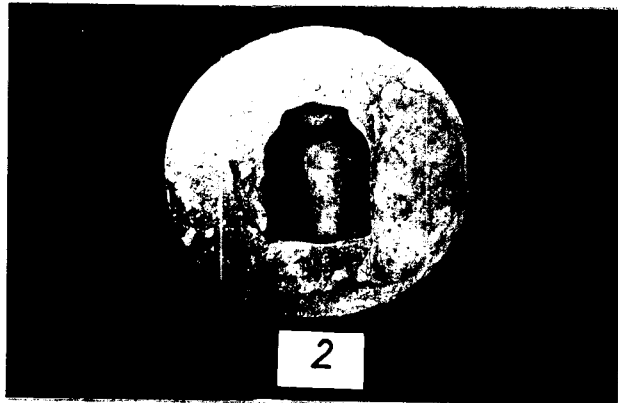
Výroba foram dolisováním

DP ST 484 str.26

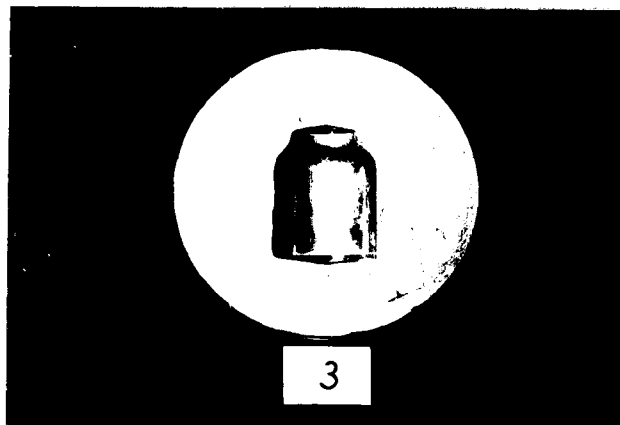
5. LISTOPADU 1966



42 43 36 $t_{p_2} = 200\text{ }^\circ\text{C}$

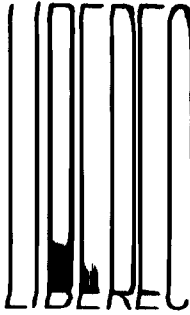


42 43 36 $t_{p_2} = 270\text{ }^\circ\text{C}$



42 43 36 $t_{p_2} = 340\text{ }^\circ\text{C}$

VŠST



Výroba forem dolisováním
hliníkové slitiny



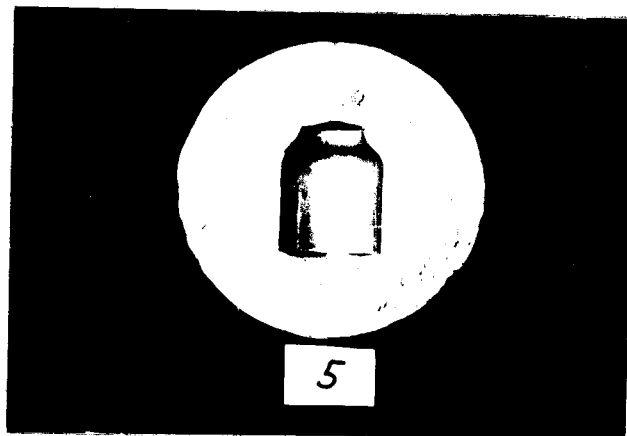
DP ST 484 str.27

5. LISTOPADU 1966

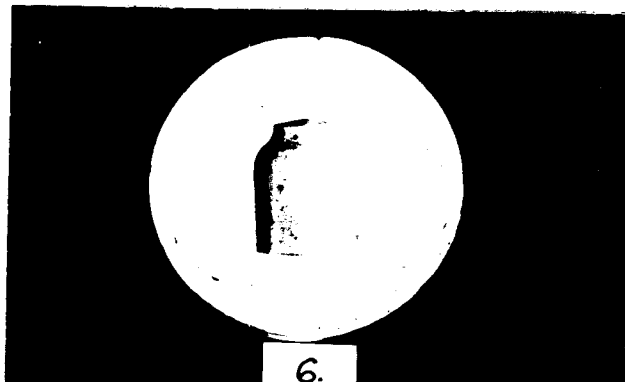
Petr Mucha



42 43 36 $t_{ps} = 350^{\circ}\text{C}$

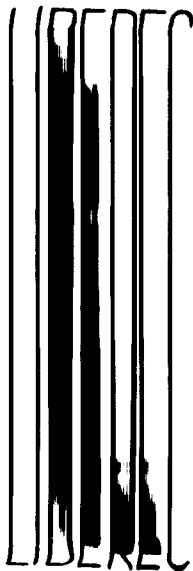


42 43 36 $t_{ps} = 320^{\circ}\text{C}$

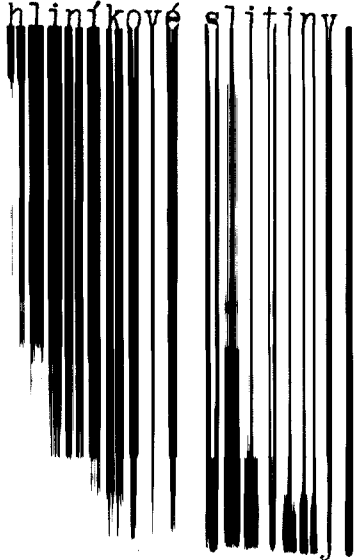


6.

VŠST



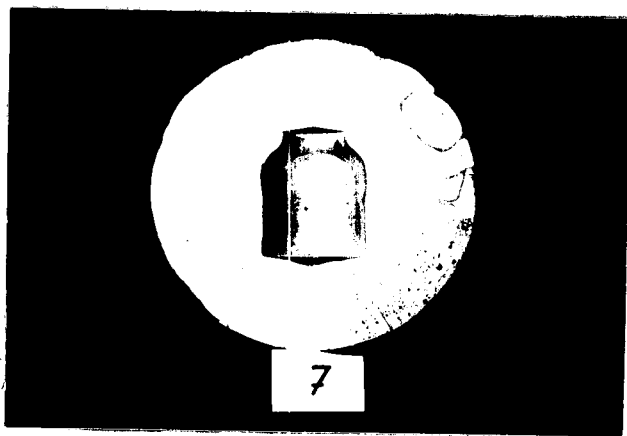
Výroba forem dolisováním
hliníkové slitiny



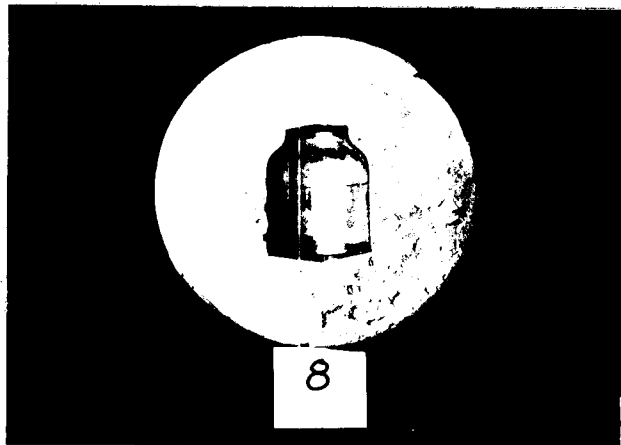
DP ST 484 str.28

5. LISTOPADU 1966

Petr Mucha



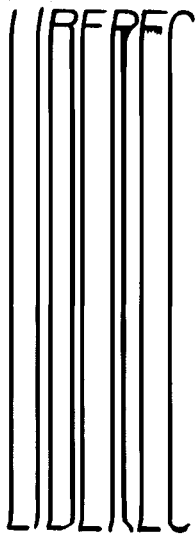
42 43 36 $t_{ps} = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{pd} = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$



42 43 36 $t_{ps} = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{pd} = 250\text{ }^{\circ}\text{C}$



VŠST

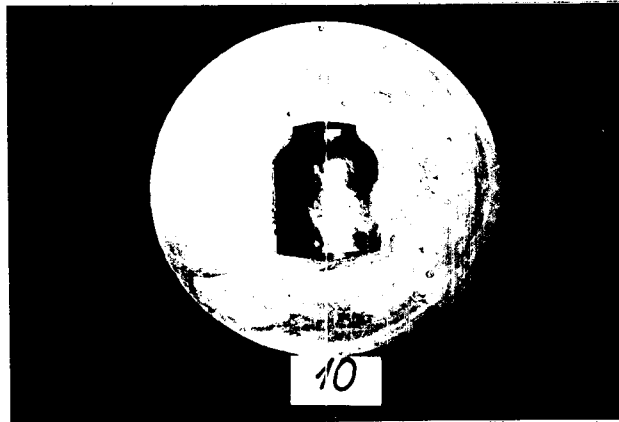


Výroba forem dolisováním
hliníkové slitiny.

DP ST 484 str.29

5. LISTOPADU 1966

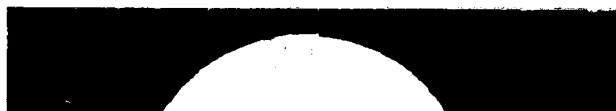
Petr Mucha



42 42 18 $t_{p_2} = 400^\circ\text{C}$ $t_{p_d} = 370^\circ\text{C}$



42 42 18 $t_{p_2} = 400^\circ\text{C}$ $t_{p_d} = 400^\circ\text{C}$

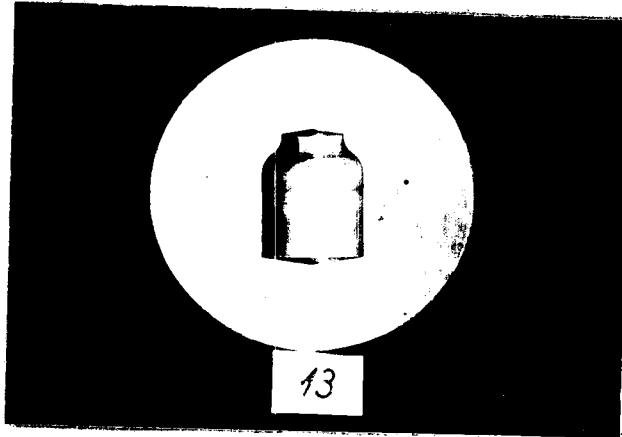


VŠST
LIBEREC

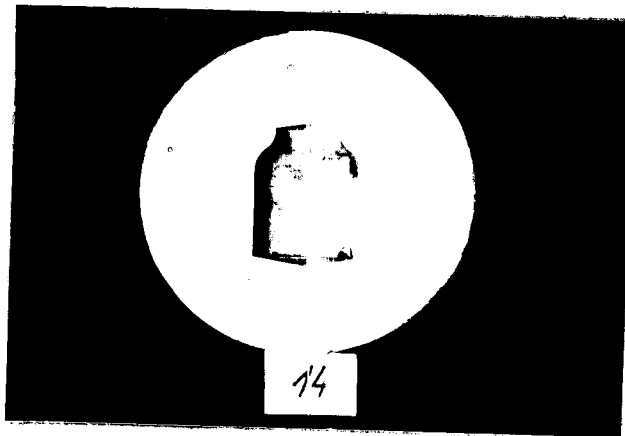
Výroba forem dolisováním
hliníkové slitiny.

DP ST 484 str.30

5. LISTOPADU 1966



42 42 18 $t_{p_e} = 400^\circ\text{C}$ $t_{p_d} = 390^\circ\text{C}$



5.0.0 Celkové zhodnocení.
=====5.1.0 Ekonomický rozbor.

Vystihnout přesně ekonomické výhody metody výroby forem dotlačováním hliníkové slitiny je dosti obtížné. Nelze se totiž omezit pouze na úspory časové. Bylo by nutné uvážit též úspory na materiálu, strojích, legovaných ocelích atd.

Časová úspora.

Posuzuje se pouze výroba tvarové dutiny.

a/ Klasický způsob - třískové obrábění ocelové formy. Vyrobění tvarové dutiny je normováno časem 390' /dle podkladů z n.p. Plastimat/.

b/ Dotlačování hliníkové slitiny. Lisovací přípravek lze zahrnout do režie, jelikož jej lze použít vícekrát a pro různé tvary. Modely lze vyměňovat. Výroba modelu je normována časem 290' /dle podkladů z n.p. Plastimat/. Vlastní výroba tvárnice trvala dle našich měření v průměru 50'.

Pro pětinasobnou formu je však potřeba deset tvarových vložek. To představuje pro:

a/ třískové obrábění	10	390' =	3900'
b/ dotlačování	10	50' =	500'
			<u>+ 290'</u>
			790'

Uvážíme-li, že při obou způsobech by byla práce zařazena do stejné kvalifikační skupiny, pak pomocí metody dotlačování slitiny Al bychom k výrobě deseti tvarových vložek potřebovali pouze 20% času, který potřebujeme při klasickém třískovém obrábění.

Je sice pravděpodobné, že životnost formy s tvarovou vložkou z Al slitiny bude nižší než formy s vložkou ocelovou, ale to se vyrovná tím, že

10.500 +
+ 290 +
m/
+ m. 1
12.

formy se několikrát obnovují, při čemž obnova celoocelové formy bude mnohem nákladnější.

Celková časová úspora při výrobě deseti tvarových vložek dotlačováním slitiny Al činí:

$$3900' - 790' = 3110'$$

=====

Úspora z hlediska možnosti zvýšení kadence výroby.

Pro objasnění této úspory je nutno si blíže všimnout tepelné vodivosti forem. Je známo, že kadence stroje je mimo jiné závislá na rychlosti chlazení formy. Z tohoto hlediska je forma ze slitiny Al výhodnější, jelikož má přibližně čtyřnásobně vyšší tepelnou vodivost v rozsahu provozních teplot / 40 + 100 °C/, než forma ocelová.

$$= 43 \text{ - kcal/m hod } ^\circ\text{C}$$

$$= 175 \text{ kcal/m hod } ^\circ\text{C}$$

To znamená, že k odvě^{de}ní stejného množství tepla stačí formě z Al slitiny 25% času formy ocelové. Tím by se podstatně dala zvýšit kadence stroje, což by se projevilo ve vrůstu produktivity práce. Teoreticky by mohla produktivita práce vrůst čtyřnásobně.

Úspora z hlediska pracnosti.

Tato úspora nejlépe vyplývá z grafu č.1, který znázorňuje závislost pracnosti na velikosti výrobku. Z tohoto grafu je vidět, že pracnost je nejménší u forem pro výrobky o \varnothing přibližně 40 mm a pro menší \varnothing roste rychleji než pro větší průměr. Při výrobě forem dotlačováním slitiny Al by křivka pracnosti patrně stále stoupala, při čemž by byla stále pod křivkou pracnosti pro ocelovou formu. Graf byl převzat z diplomové práce s. Mencla.

Z těchto tří podkladů je zřejmé, že používání forem ze slitiny Al by bylo ekonomicky výhodné. Z hlediska tepelné vodivosti se toto potvrdilo i v n.p. Plastimat v Liberci, kde zkušenosti s používáním Al forem třískově obráběnými dokazují, že kapacitu stroje lze podstatně zvýšit.

5.2.0 Výhody forem vyrobených dolisováním Al slit.

Výhody této metody lze shrnout do těchto bodů: a/povrch tvárnice je shodný s povrchem modelu a při dobře vyleštěném modelu, není nutné opracovávat dutinu formy.

b/model může být vyroben z běžných nástrojových ocelí a téhož modelu může být použito pro výrobu většího počtu tvárníc.

c/všechny tvárnice vyrobeny stejným modelem jsou shodné.

d/vyjímání modelu z tvárnice není obtížné.

e/mechanické vlastnosti materiálu tvárnice se lisováním za tekutého stavu zlepšují /Stroj.výroba 7/1956/.

f/požizovací náklady na lisovací přípravek nejsou veliké.

g/návratnost materiálu forem je úplná - po opotřebení je možno formy přetavit a znovu použít slitiny k výrobě tvárníc.

Pro srovnání s ostatními beztřískovými metodami výroby forem si všimněme hlavně lisování za studena, galvanoplastiky a metalisace. U všech těchto metod musí být zhotoven model. Ale pro lisování za studena musí být tento model vyroben ze speciálních legovaných ocelí a tepelně zpracován. Metoda se hodí jen pro jednodušší tvary a menší rozměry, při čemž je nutno pořídit speciální vysokotlaký lis.

Při metalisaci se nekladou zvláštní nároky na model, ale je nutno pořídit metalizační zařízení a metoda se také prodražuje tím, že zhotovenou vrstvu je nutno zalévat. U galvanoplastiky jde v podstatě o tentýž problém, nehledě k tomu, že pro vytvoření dostatečně silné vrstvy je nutná značně dlouhá doba. Naproti tomu výhodou formy zhotovené metalisací je poměrně dosti vysoká tvrdost povrchu.

5.3.0 Hodnocení splnění zadaného úkolu.

Při provádění diplomního úkolu jsem měl potíže zejména se zajištěním výroby modelu a opracováním tvárnice. Díky pochopení některých pracovníků n.p. Plastimat se podařilo tyto potíže odstranit a zadaný úkol mohl být splněn v celém rozsahu. Obrobení tvárnice a sestavení formy již nebylo diplomovou prací zadáno. Provedl jsem je však z toho důvodu, aby bylo možno formu funkčně vyzkoušet přímo na stroji. Vzhledem k tomu, že 30 ml láhve nejsou v současné době ve výrobním programu, nebylo možno toto vyzkoušení provést ačkoliv jsme se o něm s pracovníky n.p. Plastimat předem dohodli. Toto vyzkoušení by totiž vyžadovalo uvolnění jednoho vyfukovacího stroje na dobu nejméně jedné směny, což by se znatelně projevilo v plnění plánu. Bylo však dohodnuto, že jakmile 30 ml láhve přijdou opět do výrobního programu, bude vyzkoušení formy provedeno.

Takto zhotovená forma byla předložena k posouzení pracovníkům n.p. Plastimat, kteří se přímo zabývají výrobou vyfukovaných lahví. Forma byla označena jako vyhovující pro podmínky výroby polyetylenových lahví.

Závěr.

Metoda výroby forem dolisováním hliníkové slitiny v tekutém stavu je schopna aplikace. Je však ještě nutné zjistit životnost takto zhotovených tvarových vložek. Bude-li vyhovující /i vzhledem k ekonomickým úsporám/, pak ve spojení s výhodami uvedenými v kapitolách 5.1.0 a 5.2.0 by se stala tato metoda velmi výhodnou.

Závěrem bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Bohumilu Odstrčilovi a Ing. Jaroslavu Procházkovi za pomoc při vypracování úkolu. Také některým pracovníkům n.p. Plastimat v Liberci patří mé poděkování a to zejména s.B. Fichnovi a s.M. Zimovi.

Liberec dne 5. listopadu 1966

Petr Mucha

<u>O b s a h.</u>	str.
Úvod.....	2
1.000 Výroba forem pro plast.hmoty	3
1.1.0 Třískové obrábění	3
1.2.0 Beztřískové metody	4
1.2.1 Lisování za studena	4
1.2.2 Galvanoplastika	5
1.2.3 Metalisace	6
1.2.4 Elektrojiskrové obrábění	7
1.2.5 Tlačení do roztaveného kovu	8
2.0.0 Konstrukce formy	8
2.1.0 Návrh formy	8
2.1.1 Chlazení formy	9
3.0.0 Technologie výroby tvárnice	10
3.1.0 Princip metody	10
3.1.1 Materiál tvárnice	10
3.2.0 Lisovací přípravek	11
3.2.1 Model	11
3.2.2 Zděř s dělenou vložkou	12
3.2.3 Píst	13
3.2.4 Základní deska	13
3.3.0 Vyhřívání přípravku	13
3.4.0 Mazání	15
3.5.0 Lis	15
4.0.0 Výroba tvárnice	16
4.1.0 Parametry dotlačování	16
4.2.0 Vlastní výroba tvárnice	16
4.3.0 Tepelné zpracování tvárnice	19
4.4.0 Vyhodnocení	21
4.4.1 Kvalita povrchu - teplota předehtí.....	21
4.4.2 Zaběhnutí	22
4.4.3 Měrná hustota	22
4.4.4 Licí teplota a tlak a doba dotlačování	22
4.4.5 Tvrdost	24
4.5.0 Opracování tvárnice a sestav.do formy.	24

5.0.0 Celkové zhodnocení	31
5.1.0 Ekonomický rozbor	31
5.2.0 Výhody forem vyrobených dolisováním..	33
5.3.0 Hodnocení splnění zad.úkolů.....	34
Závěr	35
Obsah	36
Seznam použité literatury	38
Seznam příloh	38

Seznam použité literatury.

- Sedláček: Neželezné kovy
Chvojka: Zpracování a použití hliníku a jeho slitin
Kulhánek: Formy pro tváření plastických hmot
Šklenník: Litje po vyplavljajemym modeljam
Korecký: Tepelné zpracování železných a neželezných kovů
Prášek: Diplomní práce 1958 - VŠST Liberec
Mencl: Diplomní práce 1964 - VŠST Liberec
Strojírenská výroba 7/1956

Seznam příloh.

- Tabulka 1 - 2 naměřené hodnoty
Graf 1 závislost pracnosti na vel.formy
Výkres A 1..... lisovací přípravek
Výkres A 1..... vyfukovací forma
Výkres A 4..... model
Výkres A 4..... tvarová vložka levá
Výkres A 4..... tvarová vložka pravá

T a b u l k a 1

42 43 36

Tvárnice č.	Zděř /°C/	Zákl.deska /°C/	Doba lis. /min./	Tlak /at/	Tep.lití /°C/	Zaběhnutí /%/
1	200		10	260	700	0
2	270		10	270	700	0
3	340		10	275	700	4
4	350		10	280	700	5,3
5	320		10	280	700	54
6	340	320	10	270	700	33,3
7	350	300	10	250	700	46,6
8	300	250	10	250	700	74,6
9	500	380	10	250	700	100

42 42 18

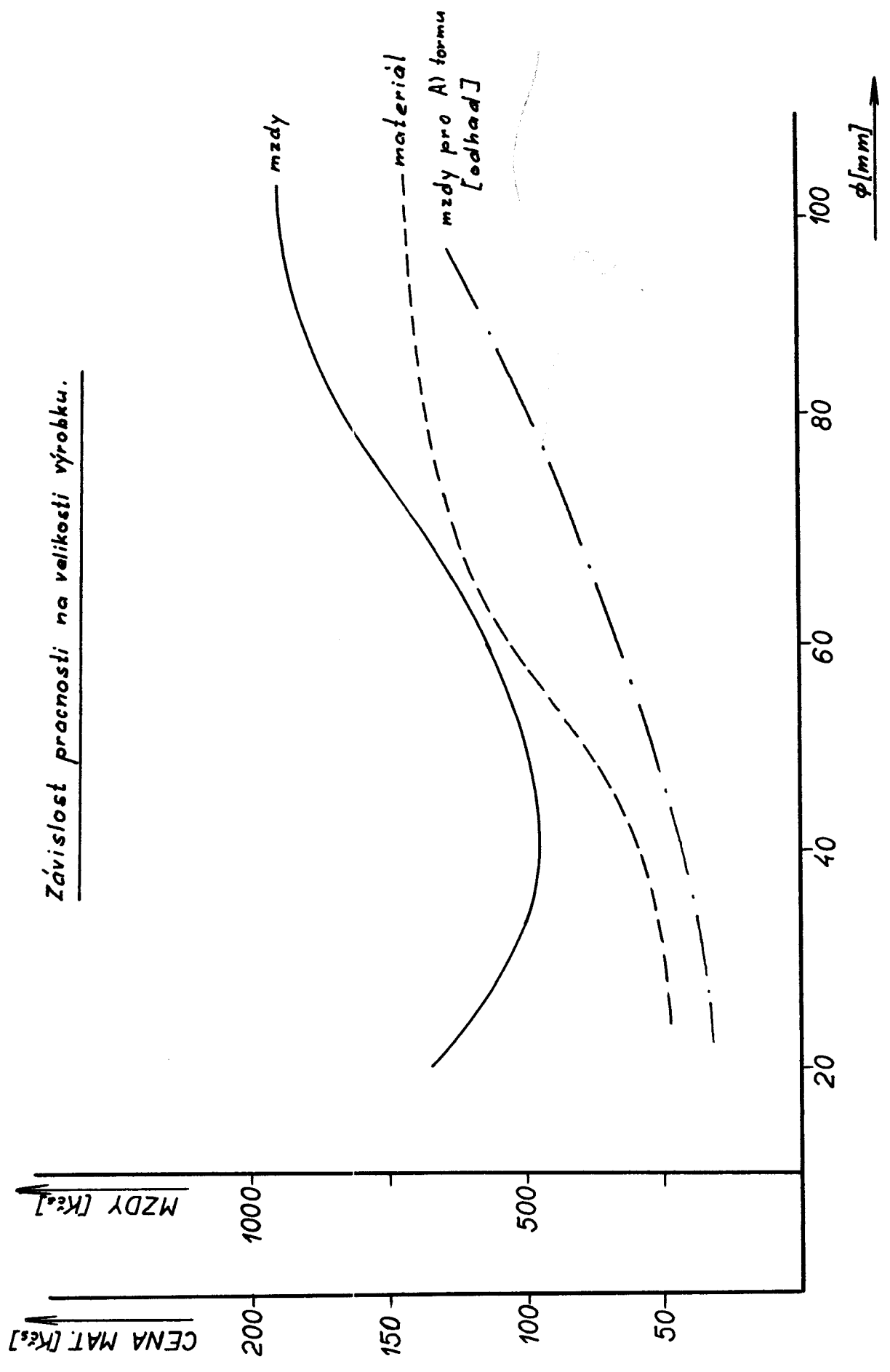
10	400	370	10	250	700	100
11	400	400	10	250	700	100
12	400	370	10	250	700	100
13	400	380	10	250	700	100
14	400	380	10	250	700	100
15	400	380	10	250	700	100

T a b u l k a 2

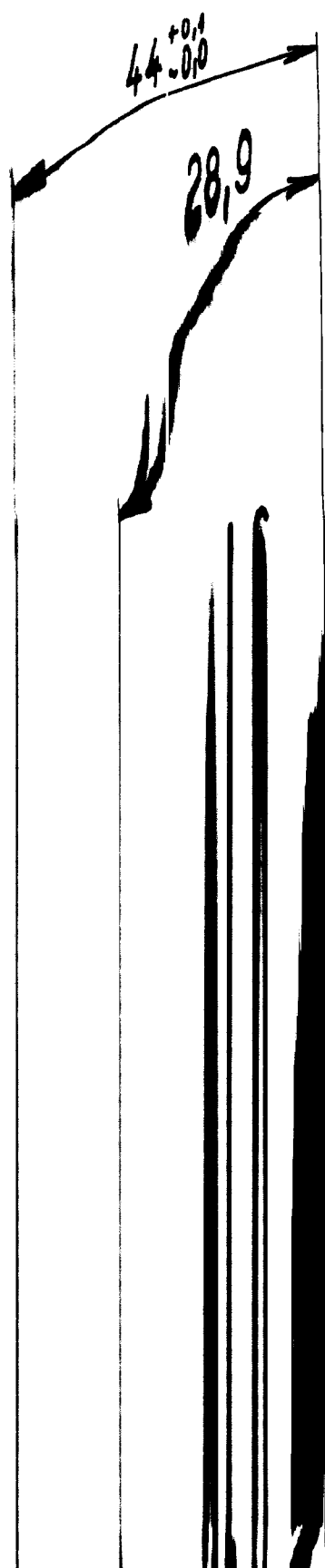
Tvár. č.	G /g/	G' /g/	V /cm ³ /	γ /g/cm ³ /	ρ /cm ³ /g/
1	1122	709,7	412,3	2,7213	0,3675
2	1030,9	653,5	377,4	2,7316	0,3661
3	1061	674,4	386,6	2,7444	0,3644
4	950,8	601,1	349,7	2,7189	0,3678
5	1012,2	648,5	363,7	2,7830	0,3593
6	1025	665,5	359,5	2,8512	0,3507
7	1025,2	662,2	363	2,8242	0,3541
8	1002,4	647,9	354,5	2,8276	0,3537
9	1017	660	357	2,8487	0,3510
10	1109,5	710,3	399,2	2,7793	0,3538
11	1164,9	746,1	418,8	2,7815	0,3595
12	1158,1	742,7	415,4	2,7879	0,3587
13	1028,9	659,6	369,3	2,7861	0,3589
14	1112	413,5	398,5	2,7905	0,3584
15	1111,7	714,5	397,2	2,7988	0,3573

G r a f 1

Závislost pevnosti na velikosti výrobku.

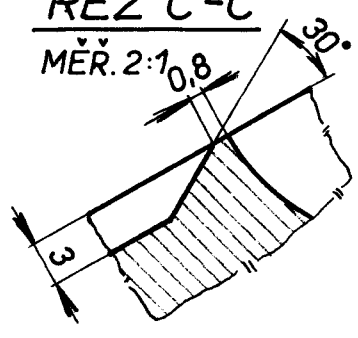


0,4
∇

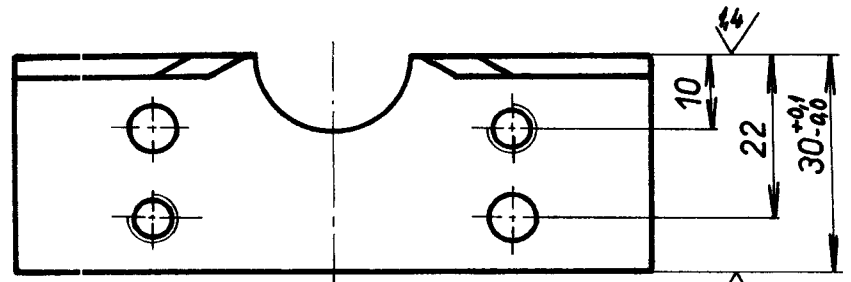


ŘEZ C-C

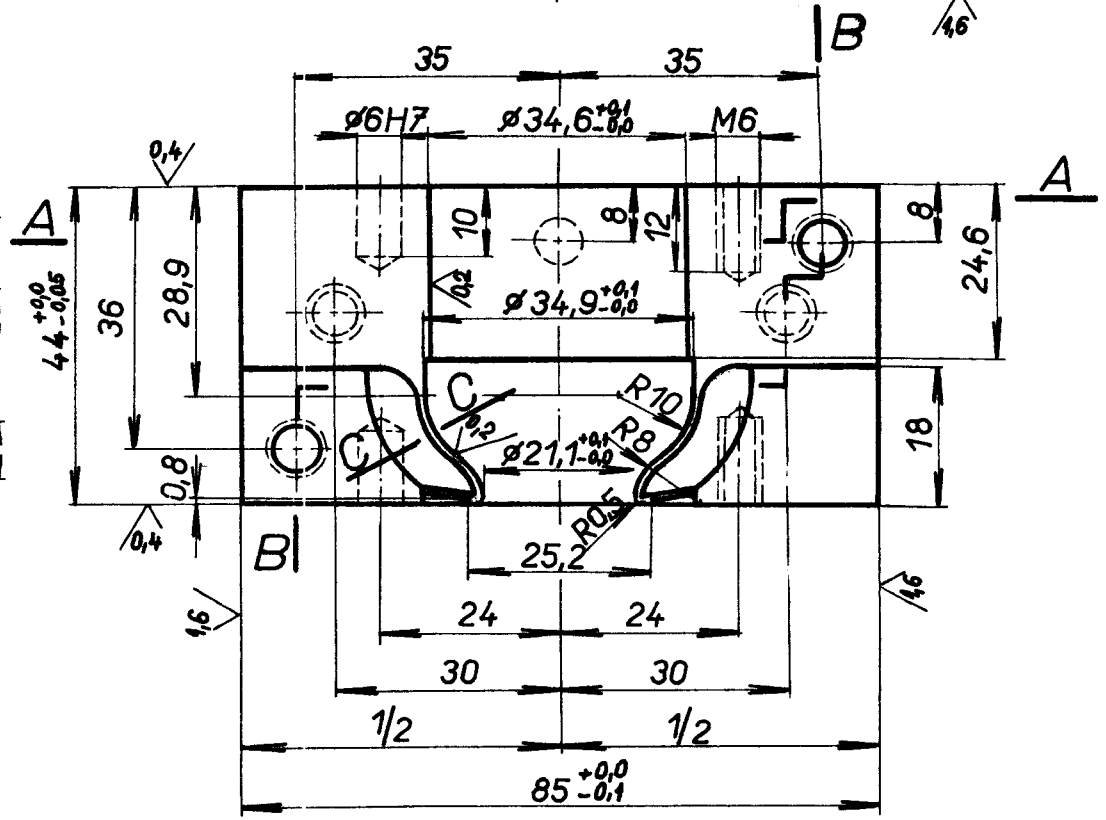
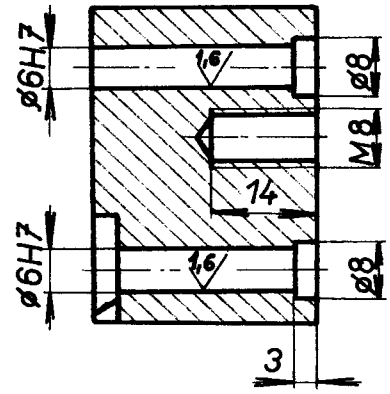
MĚŘ. 2:1 0,8



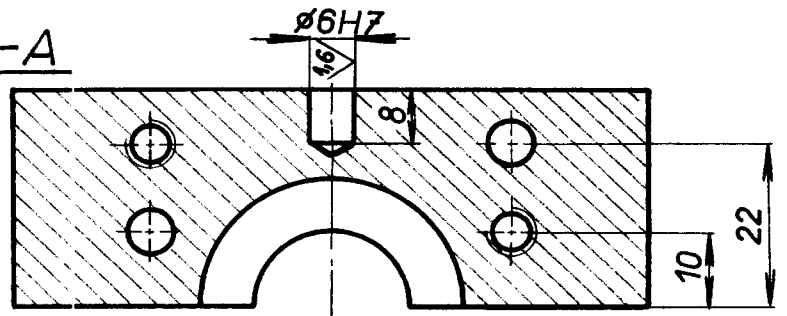
6,3 / 0,2 / 0,4 / 1,6 /



ŘEZ B-B



ŘEZ A-A



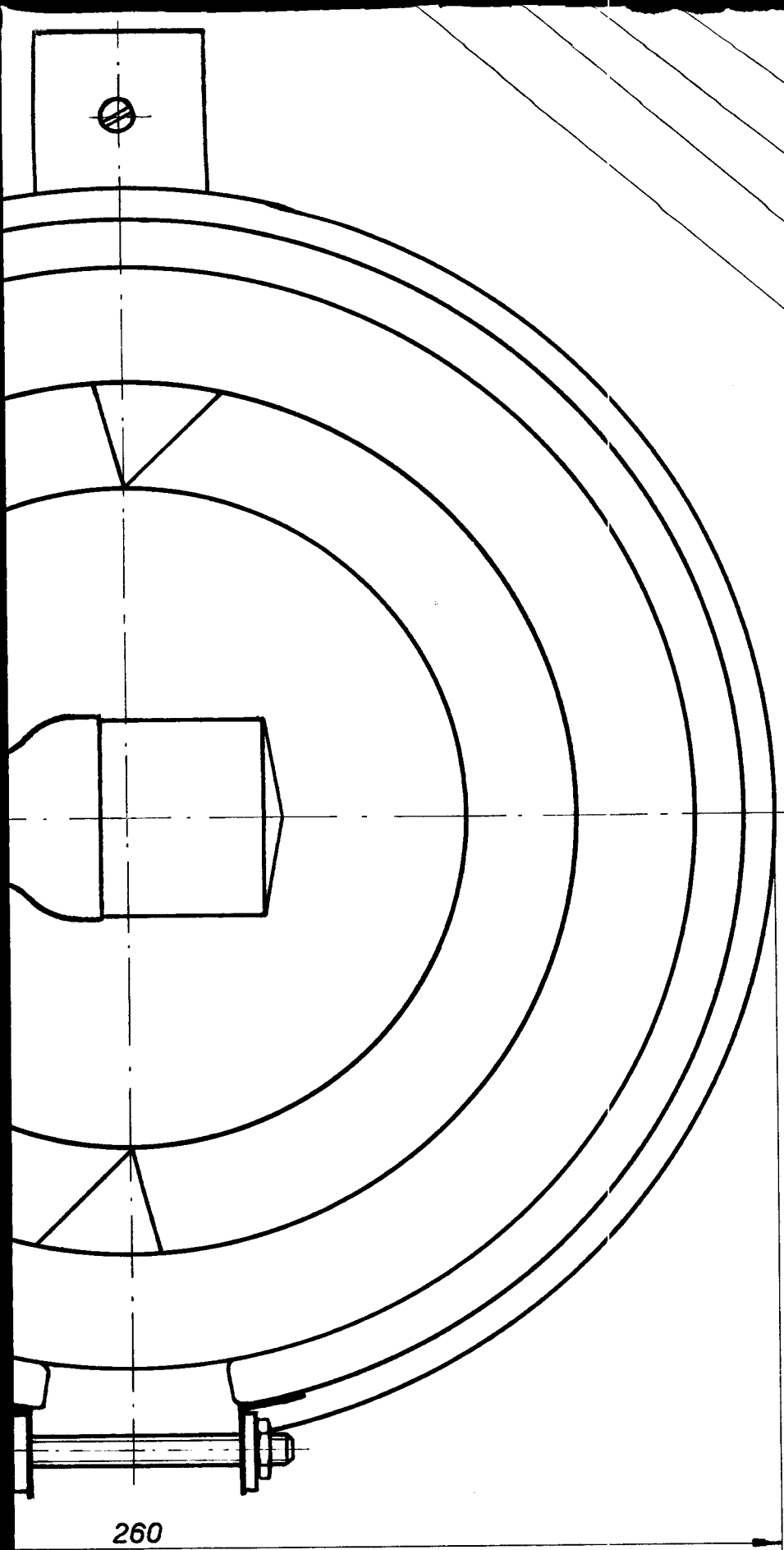
5	VLOŽKA TĚLA L.	32 x 46 - 87	424218	VYTVRDIT	4
Měřítko	Název	Průměr	Materiál	Poznámka	Číslo výkresu
1:1	28.X.66	Mucha Petr			
Č. transp.	Změna	Č. korig. č. výkresu	Č. korig. č. výkresu	Č. korig. č. výkresu	Č. korig. č. výkresu
VŠST	Název	Skupina	Starý výkres	Nový výkres	
LIBREC	VLOŽKA TĚLA LEVÁ		DP ST 484-02-01		
	Počet listů				list

1	ŠROUB M 10 x 35		ČSN 02 1143			23
3	ŠROUB M 5 x 15		ČSN 02 1151			22
2	ŠROUB M 3 x 12		ČSN 02 1151			21
2	PODLOŽKA 13		ČSN 02 1701			20
2	ŠROUB M 12 x 35		ČSN 02 1101			19
1	ŠROUB M 3 x 20		ČSN 02 1131			18
1	SVORKOVNICE					17
1	TEP. ISOLACE		ASBEST 3			16
1	TEP. ISOLACE		ASBEST 3			15
1	TEP. ISOLACE		ASBEST 3			14
	EL. ISOLACE		SLÍDA 0,2			13
30	KORÁLEK	∅6x4 - 20	KERAMIKA			12
1	TOP SPIRÁLA 600W	∅ 3 - 300				11
1	TOPENÍ 1500 W	∅180 - 60	ČSN 36 1443			10
1	ÚCHYTKA	PLECH 3	10 370.1			9
1	KRYT	PLECH 0,8	10 340.1			8
1	MODEL	∅40 - 55	11 370		484-01-01	7
1	PODLOŽKA	∅145 - 20	11 370			6
1	TALÍŘ	PLECH 5	10 340			5
1	ZÁKLADNÍ DESKA	PLECH 30	11 370			4
1	DĚLENÁ VLOŽKA	∅150 - 60	11 370			3
1	ZDĚŘ	PLECH 60	11 600			2
1	PÍST	PLECH 50	11 600			1

Číslo	Název	Rozměr	Materiál	Poznámka	Číslo výkresu	Pos.
-------	-------	--------	----------	----------	---------------	------

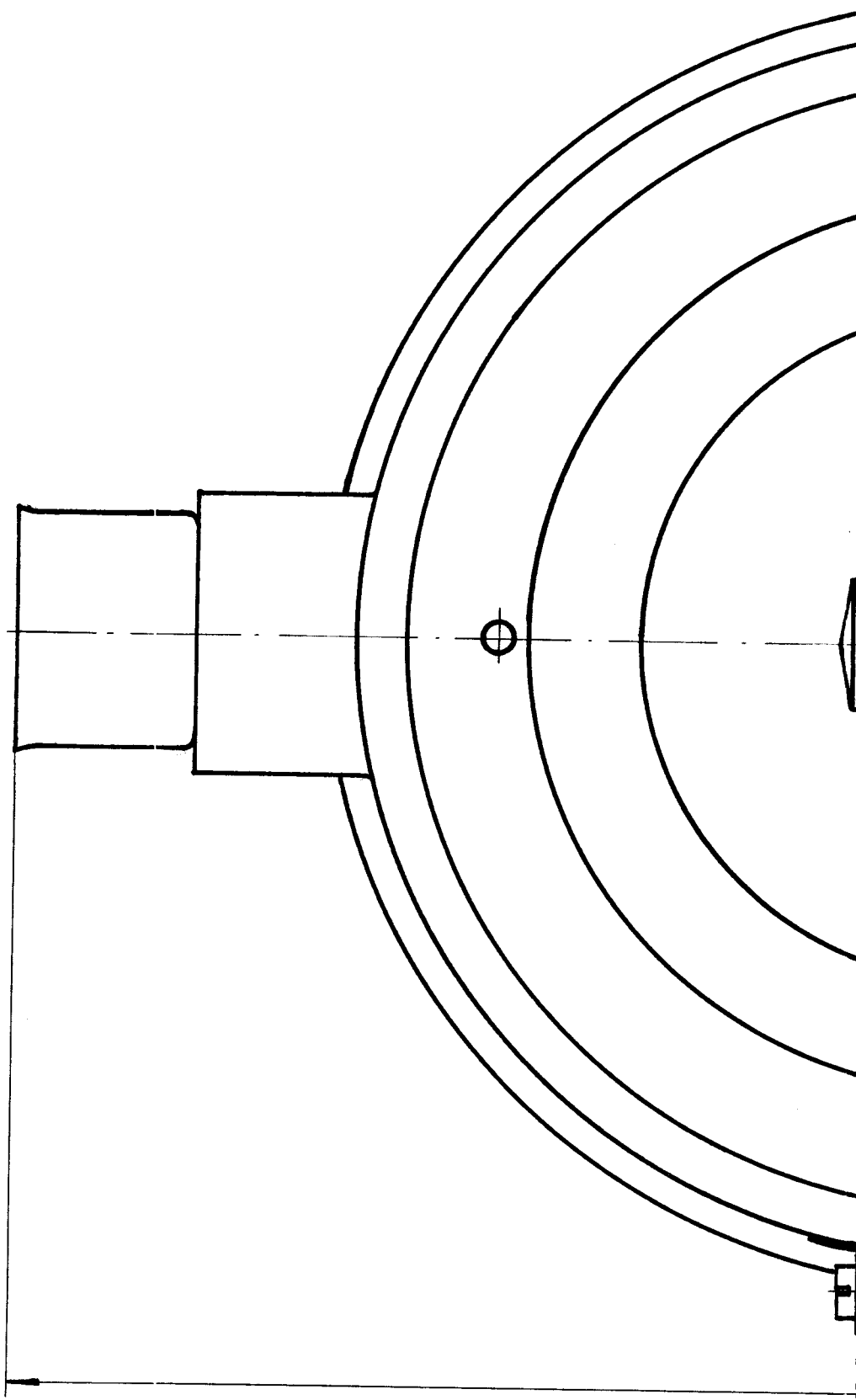
Měřítko	1:1	Datum	26.X.66	Podpis	Jurek Hebr	Č. snímku		Č. transp.		Číslo výkresu	484-01-01	Pos.	
Měřítko		Datum		Podpis		Č. snímku		Č. transp.		Číslo výkresu		Pos.	
Měřítko		Datum		Podpis		Č. snímku		Č. transp.		Číslo výkresu		Pos.	

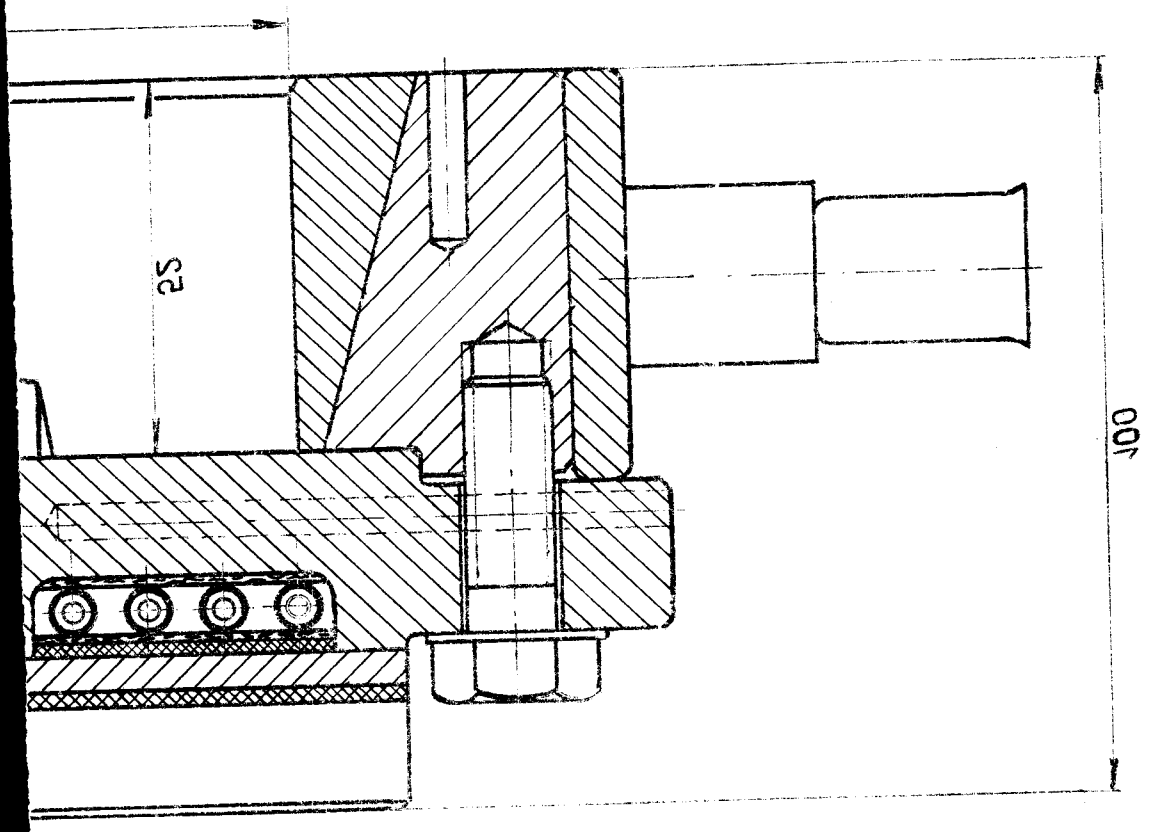
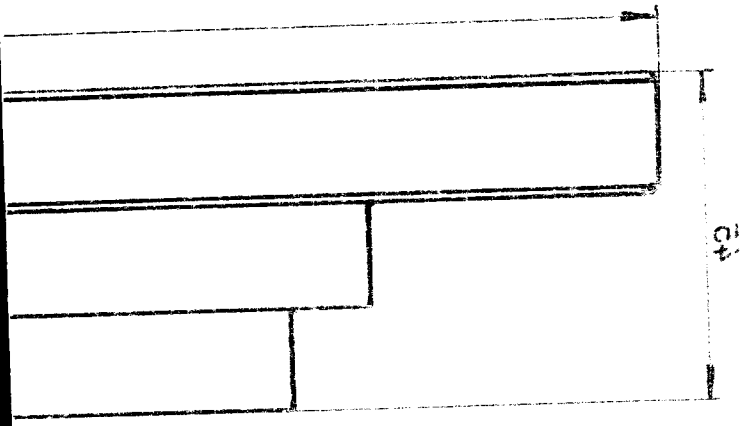
VŠST	LIBREC	Název	LISOVACÍ PŘÍPRAVEK	Skupina		Starý výkres		Nový výkres	DP ST 484-01-00
VŠST		Název		Skupina		Starý výkres		Nový výkres	
LIBREC		LISOVACÍ PŘÍPRAVEK						DP ST 484-01-00	
						Počet listů		List	



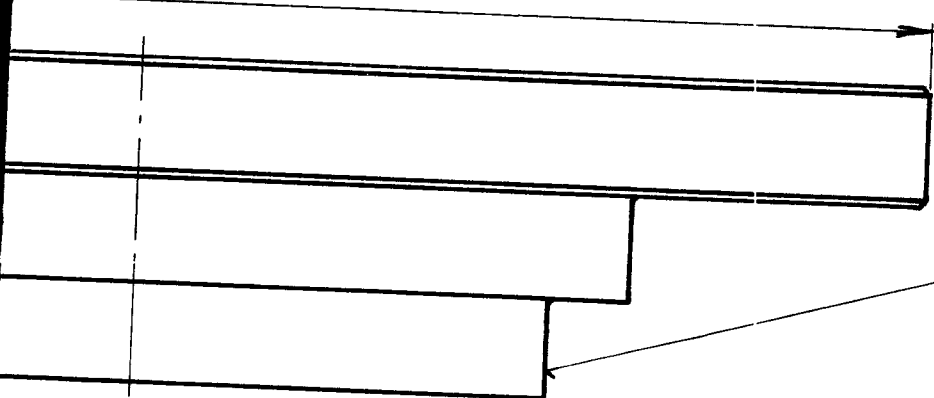
- 12
- 11
- 15
- 5
- 16
- 23
- 6

260

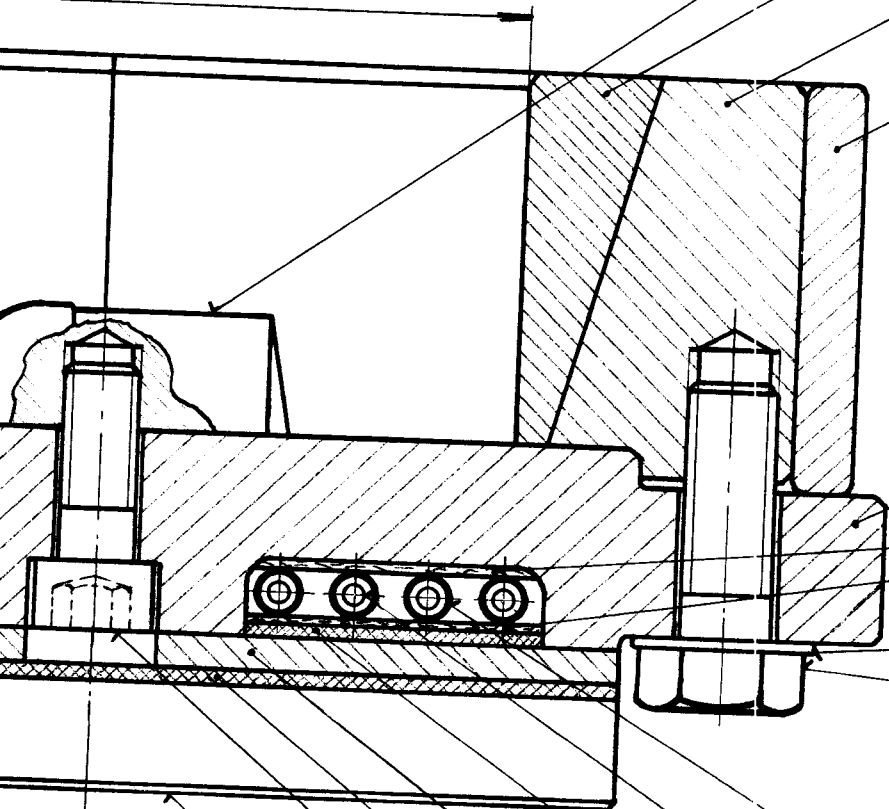




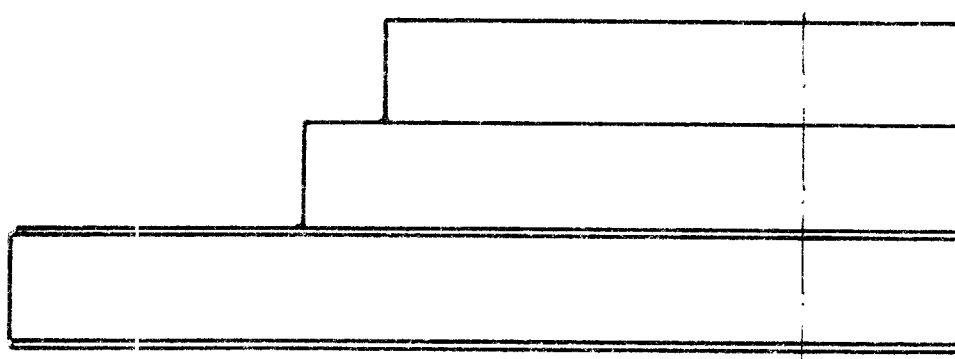
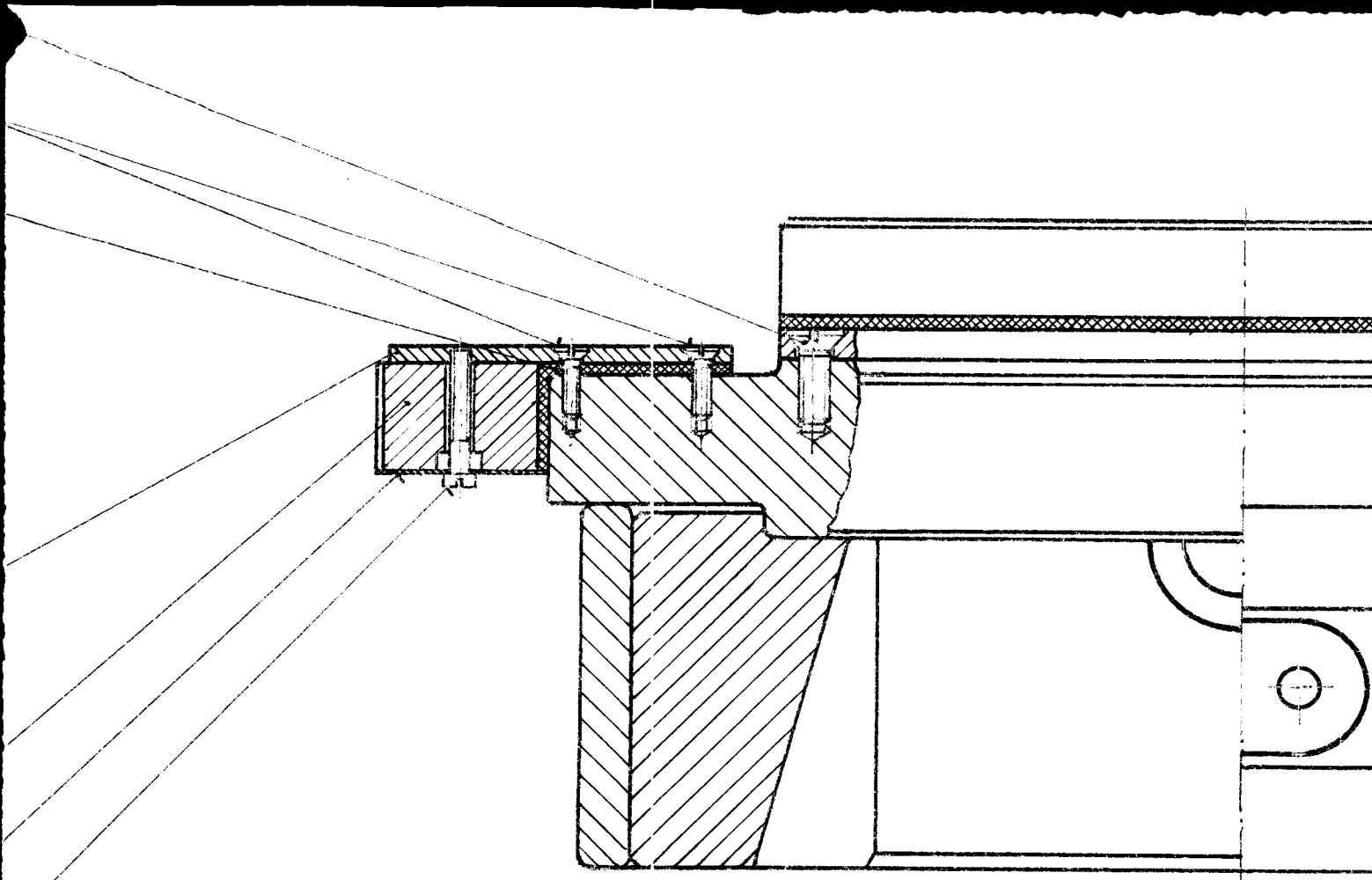
∅ 210

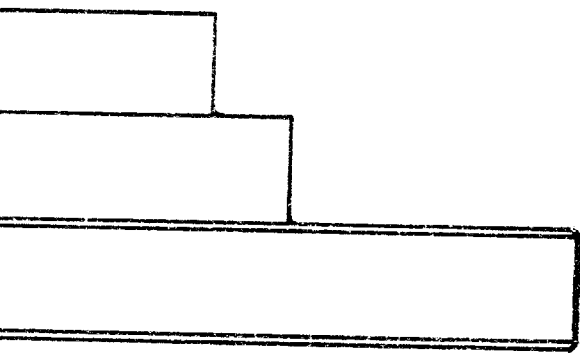
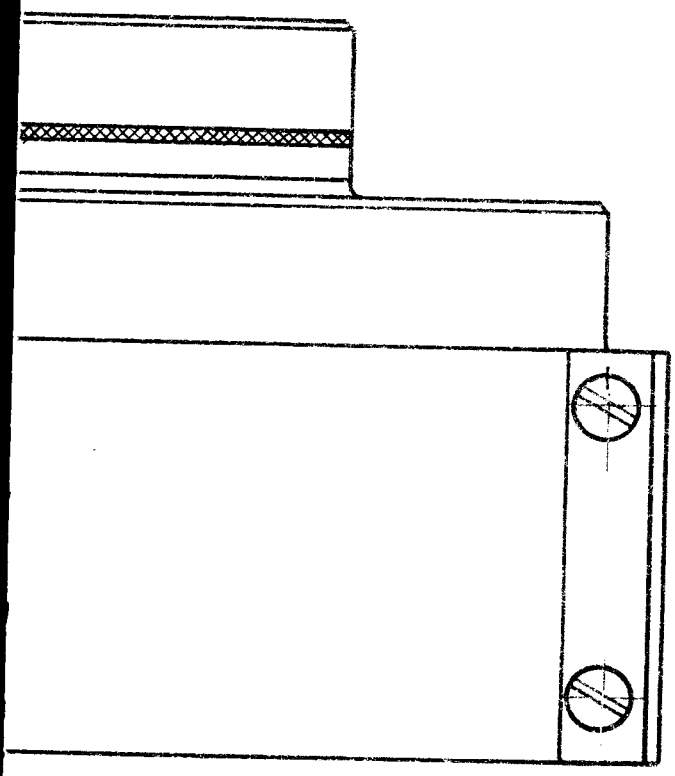


∅ 111^{+0.0}_{-0.2}



- 1
- 7
- 3
- 2
- 10
- 18
- 8
- 17
- 4
- 9
- 13
- 20
- 19
- 14
- 21
- 22



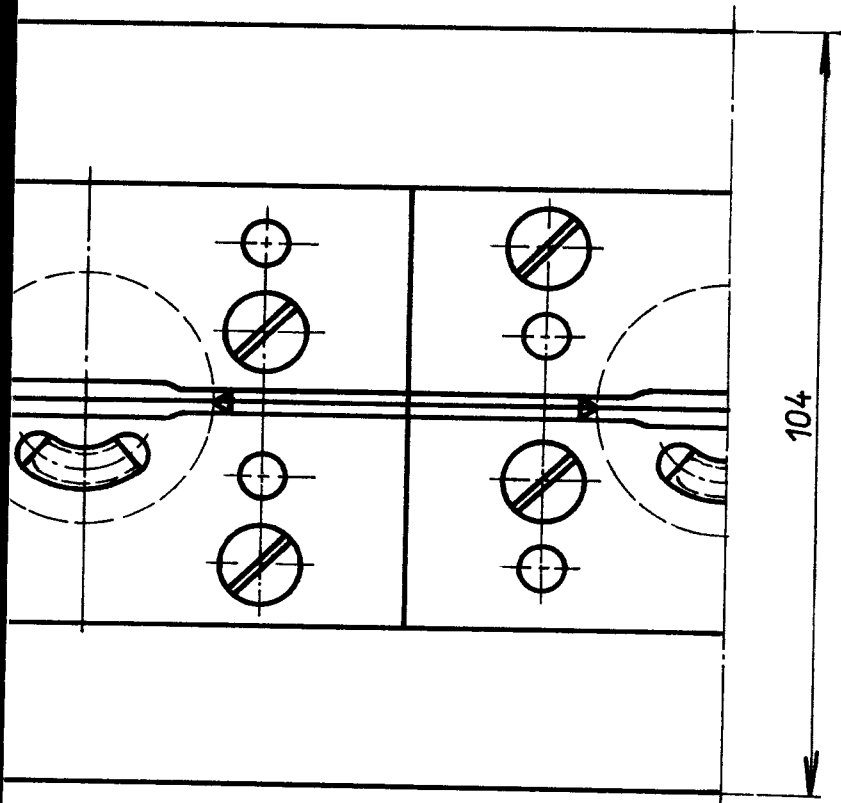


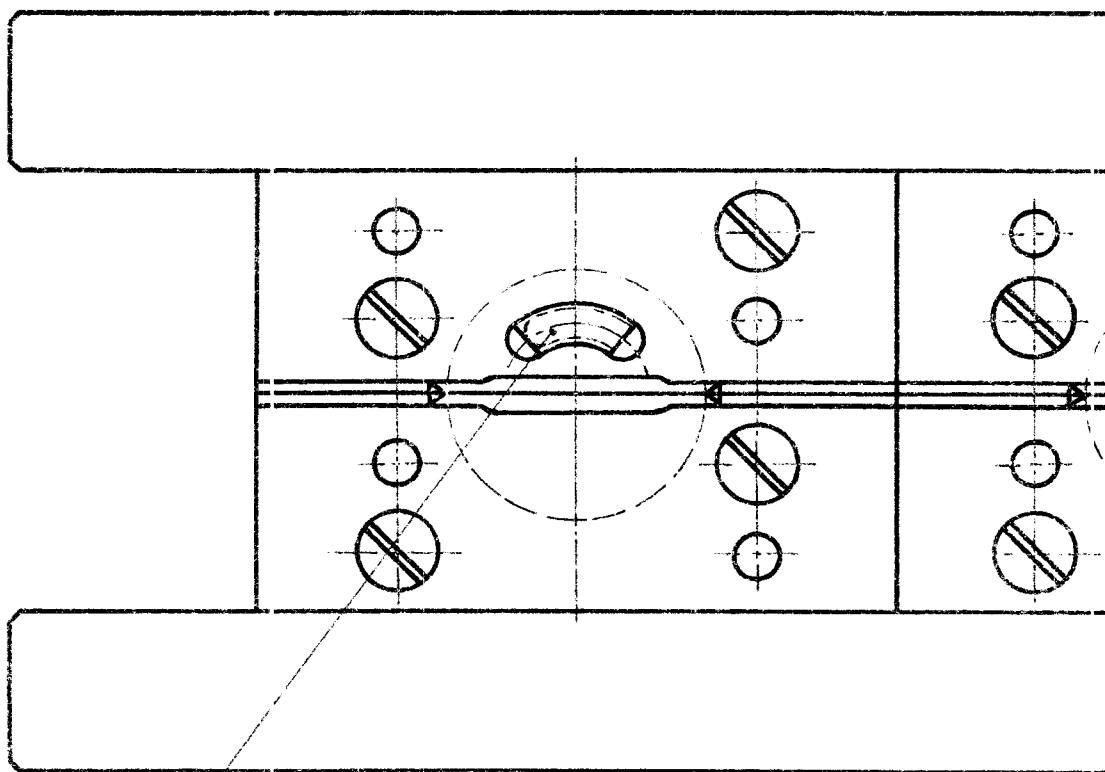
20	ŠROUB M8 x 25		ČSN 02 1143			18
20	ŠROUB M6 x 25		ČSN 02 1151			17
20	ŠROUB M6 x 20		ČSN 02 1131			16
40	KOLÍK Ø6 x 25		ČSN 02 2150			15
20	KOLÍK Ø6 x 20		ČSN 02 2150			14
10	VODICÍ POUZDRO	Ø11 x 15	11 600			13
10	VODICÍ SLOUPEK	Ø3 x 45	14 270	CEM. + KALIT		12
5	TVAROVÁ VLOŽKA		11 600			11
5	ODŘEZOVÁ VLOŽKA L.	32 x 8 - 87	19 614	KALIT		10
5	ODŘEZOVÁ VLOŽKA PR.	32 x 8 - 87	19 614	KALIT		9
5	ZÁVITOVÁ VLOŽKA L.	32 x 14 - 87	19 614	KALIT		8
5	ZÁVITOVÁ VLOŽKA PR.	32 x 14 - 87	19 614	KALIT	484-02-01	7
5	VLOŽKA DNA L.	32 x 18 - 87	11 600		484-02-01	6
5	VLOŽKA DNA PR.	32 x 18 - 87	11 600			5
5	VLOŽKA TĚLA L.	46 x 32 - 87	42 4218	VYTVRDIT		4
5	VLOŽKA TĚLA PR.	42 x 32 - 87	42 4218	VYTVRDIT		3
1	UPÍŇACÍ DESKA L.	PLECH 25	11 600			2
1	UPÍŇACÍ DESKA PR.	PLECH 25	11 600			1

Číslo kusů	Název	Rozměr	Materiál	Poznámka	Číslo výkresu	Průř.
------------	-------	--------	----------	----------	---------------	-------

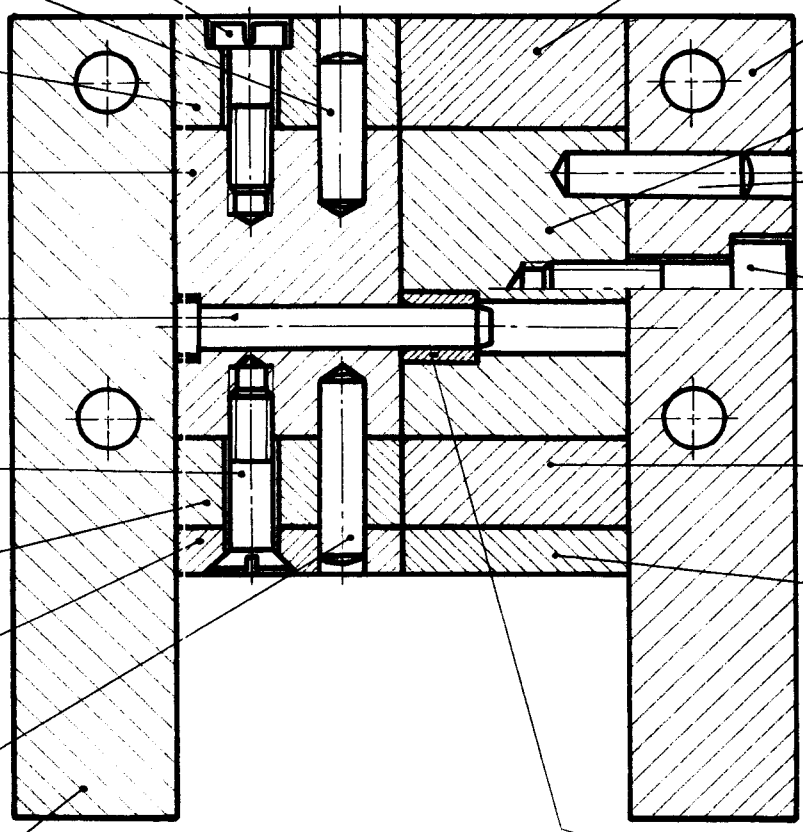
Měřítko		Datum	Podpis	Č. snímku	Číselná č. váha kg
1:1		28.X.66	Mucha Petr		
Prostředí				Č. transp.	Změna
Doplnění					
Kopie ref.					
Výs. předání					
Schválil					

VŠST	Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres
LIBEREC	Název	VYFUKOVACÍ FORMA	DP ST 484-02-00	
	počet listů			list

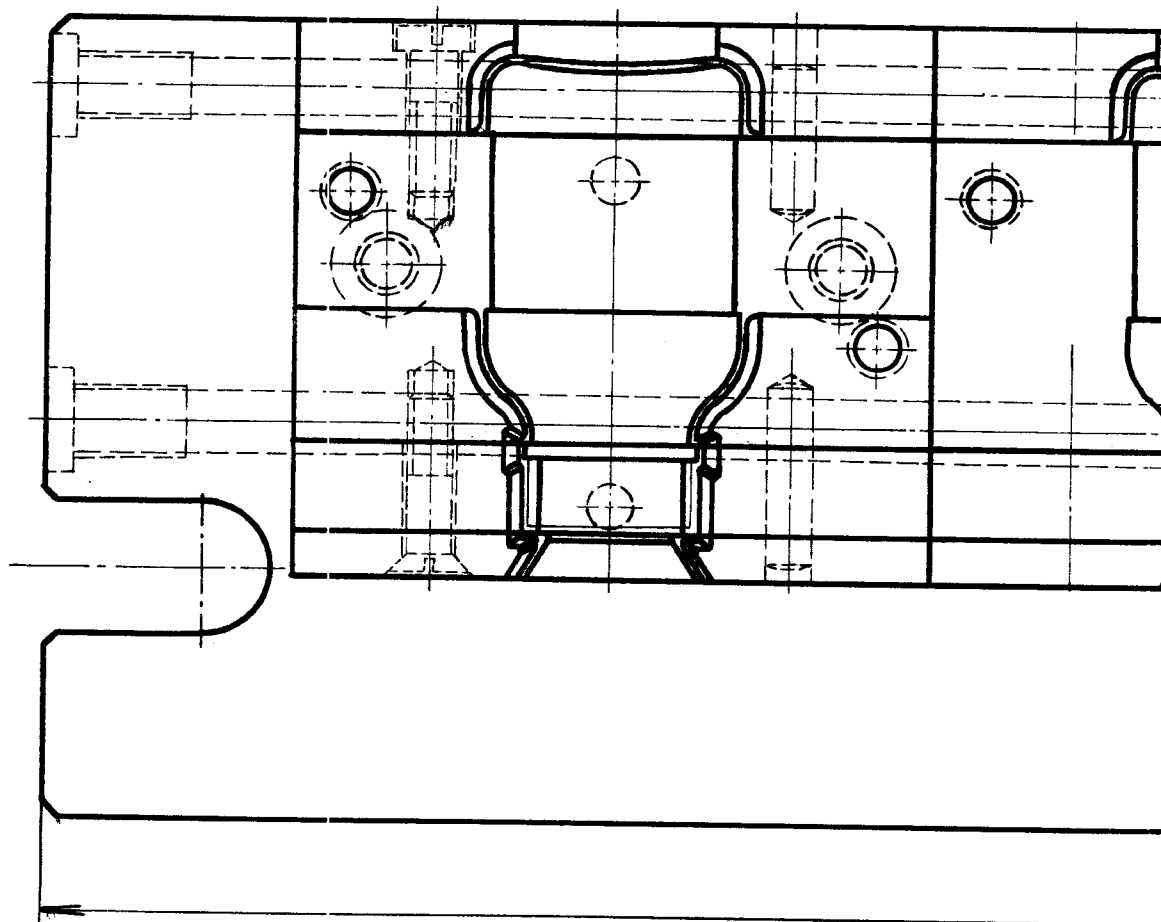


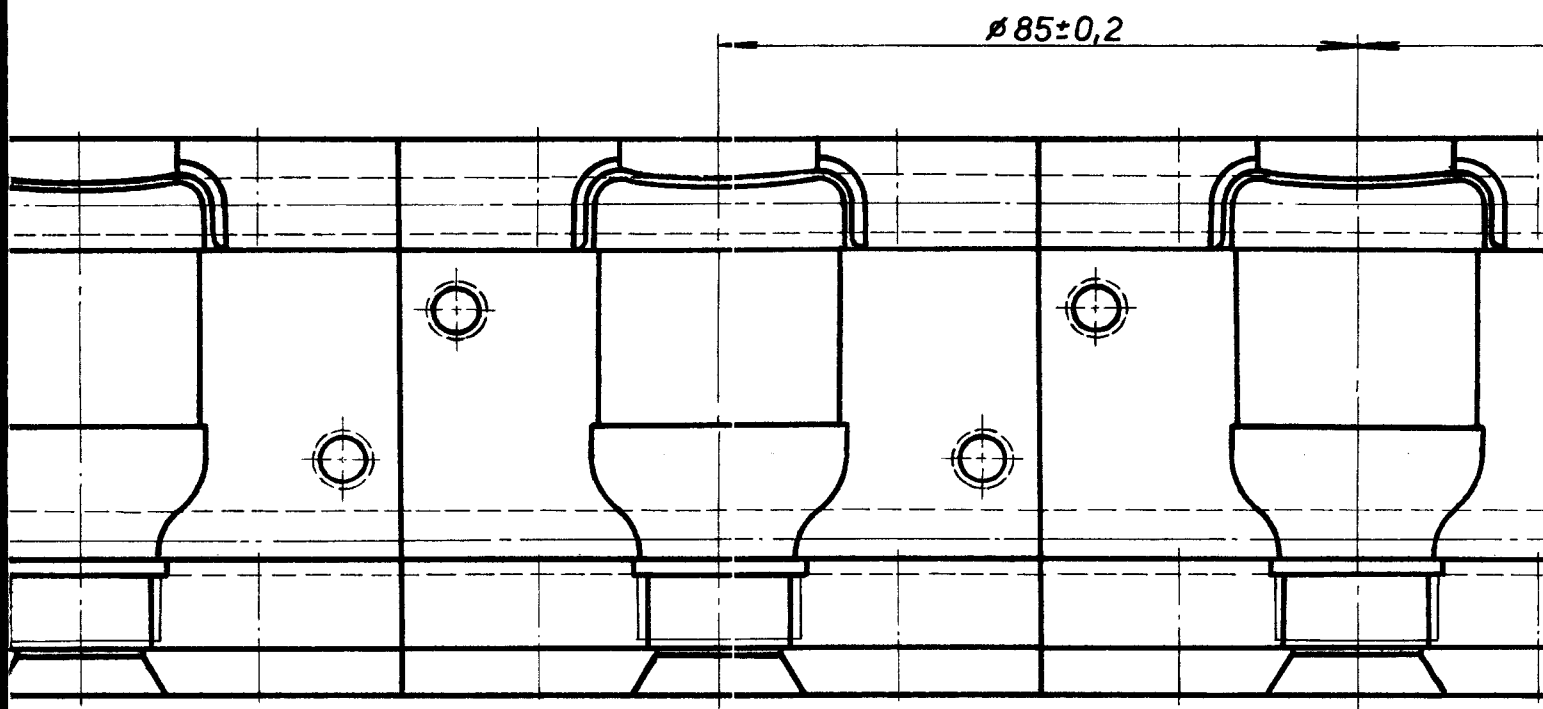


- 16
- 14
- 6
- 4
- 12
- 17
- 8
- 10
- 15
- 2

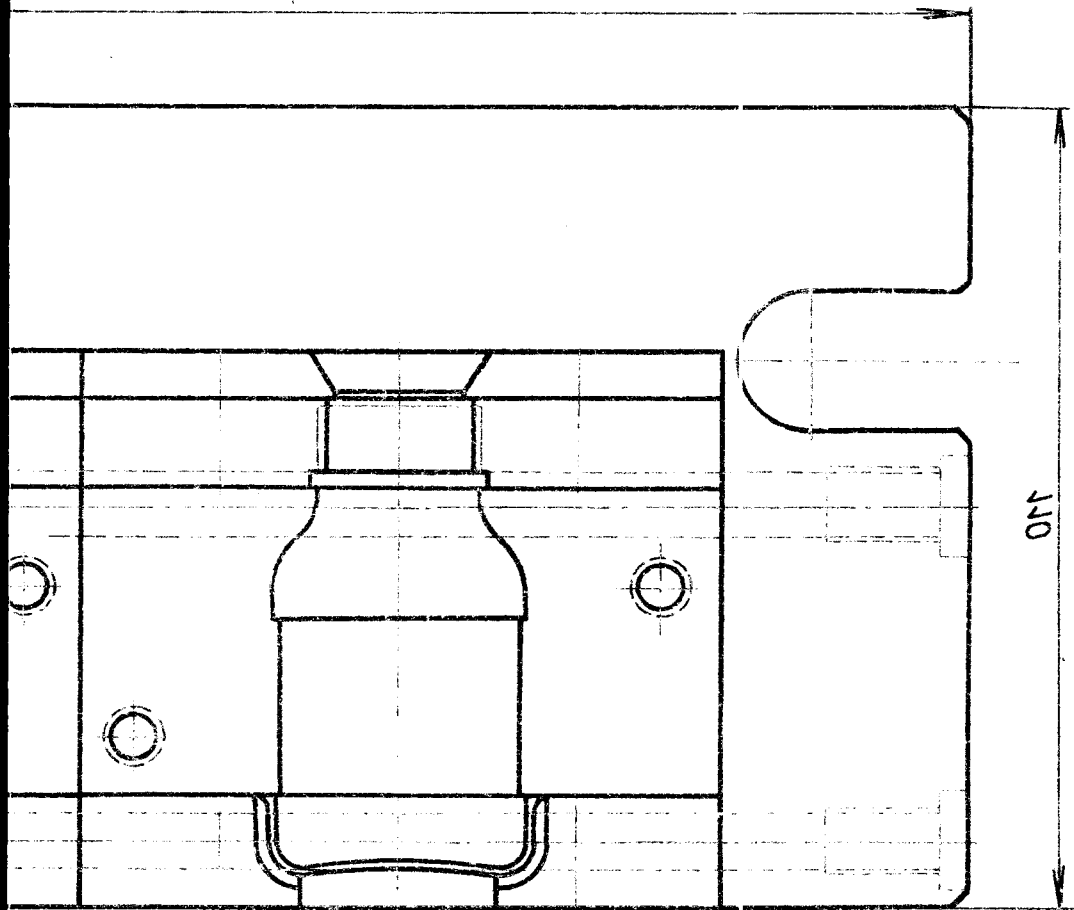


5
1
3
5
8
7
9
11
13





490



110

5.01288