

Vysoká škola: strojná a textilní

sklářských strojů a
Katedra: technologie skla

Fakulta: strojná

Školní rok: 1967/68

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro N o v á k a Jiřího

odbor 04-1-04 zaměřený na sklářské stroje a zařízení

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: Měřicí přípravek na rotační tvárnice

Pokyny pro vypracování:

V současné technologii výroby rotačních tvárnic ~~re~~-existuje objektivní kontrola přesnosti geometrie na rotační tvárnice; především kontrola sesazenosti a roztečí lisovacích ploch. Uvedené nepřesnosti se projeví na finálním výrobku.

Úkolem Vaší diplomní práce je navrhnout a zkonstruovat univerzální kontrolní přípravek na měření přesnosti obvodových roztečí a čelního házení otvorů, čelního a obvodového házení funkčních ploch rotačních tvárnic pro strojní mačkání skla. Rozlišovací schopnost Vámi navrženého přípravku nesmí se velmi odlišovat od tolerance $\pm 5 \mu\text{m}$. Proměření rotačních tvárnic musí probíhat v páru. Výkresová dokumentace Vám bude upřesněna v průběhu řešení diplomní práce Vaším vedoucím diplomní práce.

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Zb.

VSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5

5
198/1968

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran textu

Seznam odborné literatury:

Jako podklad pro studium použijte:

Výkresovou dokumentaci rotačních tvárnic n.p. Preciosa.

Kontrolní měřicí přípravek VŮSAB pro rotační tvárnice.

Podklady ohledně stávající výroby rotačních tvárnic n.p. Preciosa.

Vedoucí diplomní práce: Ing. Vladimír Klebsa

Konsultanti: Ing. Jan Šícha - ved. technolog TOR
n.p. Preciosa Jablonec n/N.

Datum zahájení diplomní práce: 15. prosince 1967

Datum odevzdání diplomní práce: 17. června 1968



Prof. Ing. Dr. F. Kötšmíd
Vedoucí katedry

Prof. Ing. C. Höschl
Děkan

v Liberci dne 13. prosince

196 7

DIPLOMOVÁ PRÁCE

=====

DP - SS - 34 - 68

Vysoká škola strojní a textilní
v Liberci

Fakulta strojní ,

specializace : konstrukce sklářských strojů

Vedoucí diplomové práce : Ing. Vladimír Klebsa

Konsultant : Ing. Jan Šícha - ved.
technolog TOR

n.p. Preciosa Jablonec n.N.

VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta strojní	MERICI PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/ 3

Obsah a seznam příloh.

	strana
Titulní list.	1
Zadání diplomové práce.	2
Obsah a seznam příloh.	3
Seznam použitých zkratk a označení.	4
I. Úvod.	5
II. Rozbor strojů používaných pro tvarování skla rotačními tvárnici.	8
III. Výroba rotačních tvárnic a kontrola přesnosti.	14
IV. Varianty měřicích metod.	16
V. Popis konstrukce a postup měření.	28
VI. Ekonomické zhodnocení.	34
VII. Závěr.	36
VIII. Použitá literatura.	37
Seznam příloh.	
Tabulka 1. - Měření obvodového posunutí otvorů tvárnic.	38
Tabulka 2. - Pomocné hodnoty pro průměr tvárnice 120 mm.	42
Tabulka 3. - Grafické zpracování tabulky 1.	

Seznam použitých zkratk a označení.

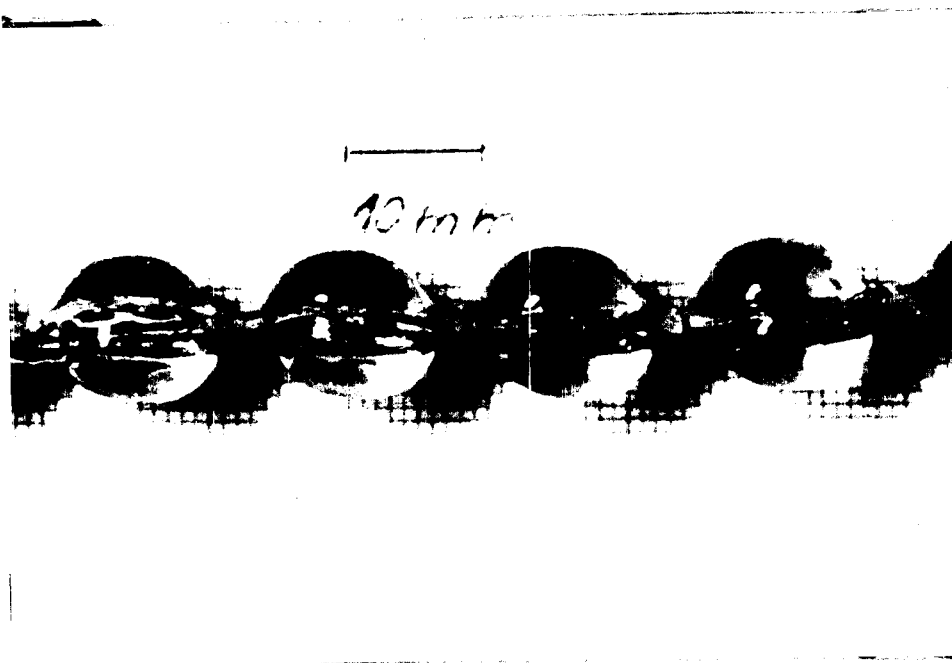
φ	posunutí otvoru tvárnice v obvodovém směru	mm
D	průměr rotační tvárnice	mm
κ	odchylka od jmenovité úhlové rozteče	"
φ	úhel natočení tvárnice	o
ψ	úhel natočení měřicí tyče	o
X	hodnota naměřená úchylkoměrem	mm
$\bar{X}$	přepočtené posunutí otvoru	mm
b	poloměr tvárnice	mm
σ	chyba měření	mm
d	délka ramena úchylkoměru	mm
k	úchylka otvoru v příčném směru	mm
c	vzdálenost otočného kloubu měřicí tyče	mm
u	roční úspora	Kčs
s	směnnost	
d	počet odpracovaných dní v roce	
v	váha brutto výlisku za směnu	kp
p	úspora na zmetcích	%
c	cena výlisků	Kčs
D_s	průměr pružiny	mm
C	tuhost pružiny	kp/mm
l	délka pružiny	mm
y	stlačení pružiny	mm
F	síla	kp
G	modul pružnosti ve smyku	kp/cm ²
$T_{\text{dovolené}}$	dozvolené namáhání v krutu	kp/cm ²
w	Wahlův součinitel	

I. Ú V O D

=====

Rotační tvárnice jsou dosud nejvýkonnější nástroje používané na tvarování skleněných výlisků / polotovarů /, které se dále zušlechťují broušením a leštěním v n.p. Precioza v Jablonci n.N. Výkon těchto rotačních tvárnic se pohybuje v průměru okolo 12 kp zpracované skloviny za hodinu. Množství zpracované skloviny ovlivňuje řada technologických faktorů jako je velikost výlisků, tvar a průměr rotačních tvárnic, viskozita a průměr vytékajícího proužku tavené skloviny. Neméně důležité jsou i další faktory jako vyrovnaný průtok plynu, potřebné množství vzduchu, dobře fungující stroj a přesně vyrobené rotační tvárnice. Nelze však přehlédnout, že na všechny výše uvedené faktory ovlivňující množství a kvalitu výlisků působí další podstatný činitel a to je seřízení stroje. V současné době nelze hodnotit takto zpracované výlisky jako kvalitní. Mají proti klasickému způsobu tvarování výlisků na ručních tvarovacích strojích řadu nepřesností. Největší nevýhodou výlisků tvarovaných na rotačních maškadlech je, že otřep / brok / je po obvodu výlisku souběžně s dírkou, kdežto u staré technologie jde po obvodu kolmo na díрку. Tato nevýhoda zdůrazněná výrobní nepřesností geometrického tvaru výlisku /přesazením/ způsobuje zhoršení tmelení výlisků na brousících aparátů a způsobuje největší procento tzv. křivých perel i zvýšení procenta odpadu do stroje. Nepřesnosti geometrického tvaru výlisků jsou převážně způsobovány nedostatečnou přesností rotačních tvárnic. Rotační tvárnice jsou ocelové kotouče, které se při tváření skloviny otáčejí proti sobě. Na jejich obvodě jsou vytvořeny otvory, které mají tvar poloviny výlisku. Při odvalování rotačních tvárnic /rolen/ přichází sklovina mezi obě poloviny a je vytvá-

rována. Vlivem nestejných roztečí otvorů na obvodě rolen nastává při jejich odvalování po sobě vzájemné posunutí tvarovacích otvorů a to se projeví na skleněném výlisku jako přesazení /viz obr. 1./



obr. 1.

Výlisky se po zbavení otřepu částečně upraví v rotačních bubnech pískováním. Značněji přesazené výlisky /zvláště perle/ se však již opravit nedají.

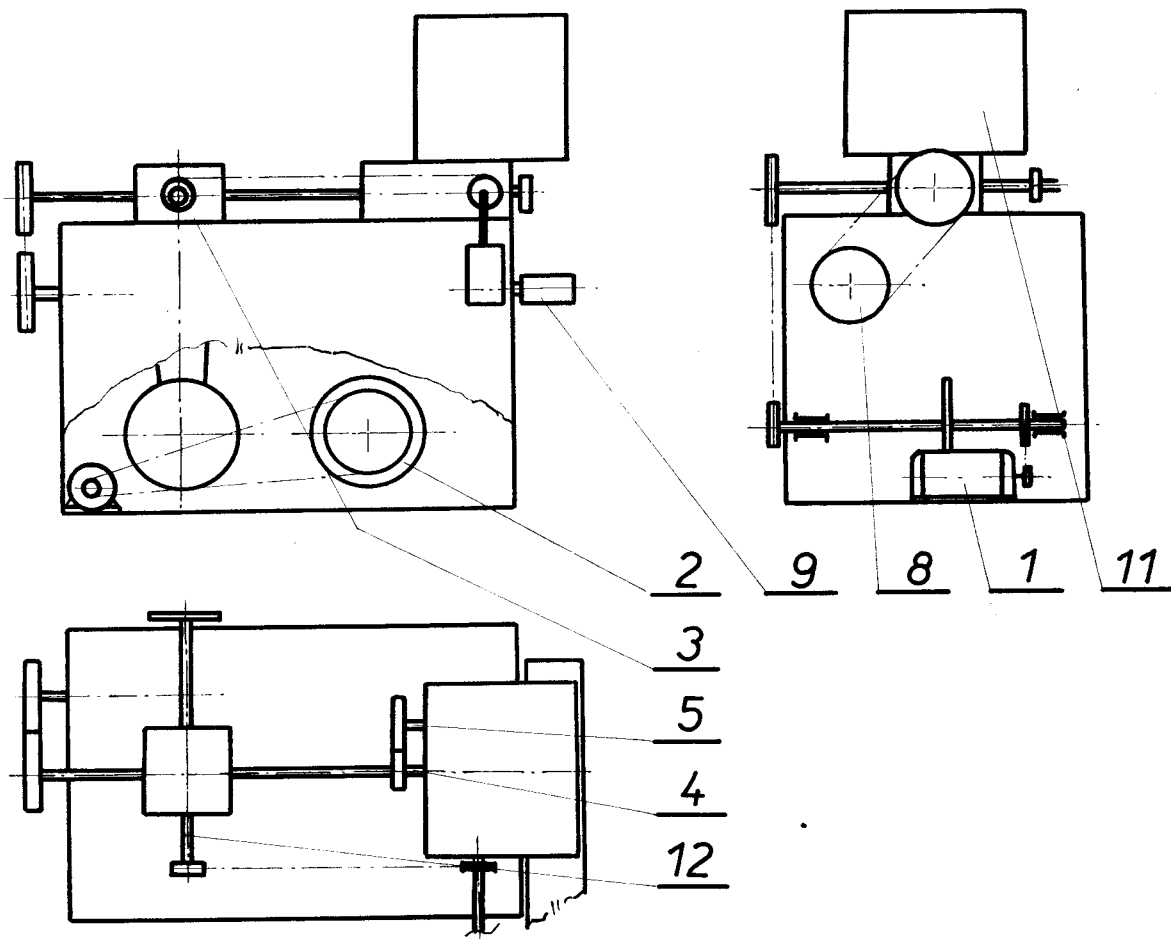
V současné době se vyvíjí značné úsilí na zlepšení technologie výroby rotačních tvárnic a to hlavně ve směru dosažení potřebné přesnosti. Je to jediná cesta k odstranění nebo podstatnému snížení stávající nekvalitní výroby skleněných výlisků. Vytvoření kontrolní metody, která bude výsledkem této diplomové práce má hlavně ten účel, aby bylo možno objektivně určit rozsah přesnosti a odchylek při výrobě rotačních tvárnic a tím zjistit, jakou měrou se rotační tvárnice podílejí na špatné kvalitě výlisků, která je výsledkem společného působení

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/ 7
tří činitelů : a/ rotační tvárnice /jejich přesnost/ b/ tvářecí stroj c/ seřízení stroje Považuji proto za nutné zmínit se o strojích, které používají při tvarování výlisků čistodírkových perli rotačních tvárnic, jejich seřízení a o výrobě rotačních tvárnic.		

II. ROZBOR STROJŮ POUŽÍVA- NÝCH PRO TVAROVÁNÍ SKLA ROTAČNÍMI TVÁRNICEMI

rotační mačkadlo RS - 1 /viz obr. 2./

Stroj je poháněn elektromotorem /1/ přes řemenový variátor /2/, řemenovým převodem na šnekovou převodovku /3/. Ta pohání levý hřídel /4/, který pomocí páru čelních ozubených kol s přímými zuby pohání pravý hřídel /5/. Na těchto hřídelích jsou upevněny role. Pás /6/ je poháněn pomocí řemenového převodu /7/ od hřídele /2/. Řemenový převod je proveden jako variátor a umožňuje v malém rozsahu měnit rychlost pásu, která je jinak závislá na rychlosti otáčení rol. Sekcí zařízení /10/ je poháněno od hřídele /12/ řemenovým převodem a lze ho snadno vypnout shobením řemene. Jako zdroj skloviny slouží přetavovací píčka na tyči /11/. Seřizování otáček rol se provádí variátorem /2/, který umožňuje seřízení otáček ve velkém rozsahu. Seřízení osového přesazení se provádí pomocí šrouba, který se posouvá ve směru osy. Seřízení obvodového přesazení se provádí pomocí zubové spojky se šikmými zuby umístěné na levé hřídeli. Síla stěpu /broku/ se seřizuje odklápěním krycího hřídele, který je upevněn otočně na stojanu. Odklápění se seřizuje šroubem. Obě hřídele jsou uloženy v kluzných ložiskách. Ložiska jsou z tvrdého materiálu - nitridované oceli ČSN 14340 a hřídele jsou měkké. U některých strojů je jeden hřídel odpružen pomocí pékového převodu a pružiny. Přetavovací píčka je umístěna na stojanu stroje



obr. 2.

přestavitelně a umožňuje jednak zvyšování a snižování vřetkového otvoru a také i naklápění podle potřeby. Použitý dopravní pás // je drátěný. Chlazení výrobků není realizováno. Chlazený jsou pouze rolny chladícím vzduchem. Stroj je mazán v ložiskách a zubových převodech olejovými maznicemi. Celý pohánecí mechanismus je nekrytý umístěn na stojanu, pouze některé části jsou kryty plechovými kryty. Stroj je vyroben bez použití odlitku. Stojan je svařen z úhelníků.

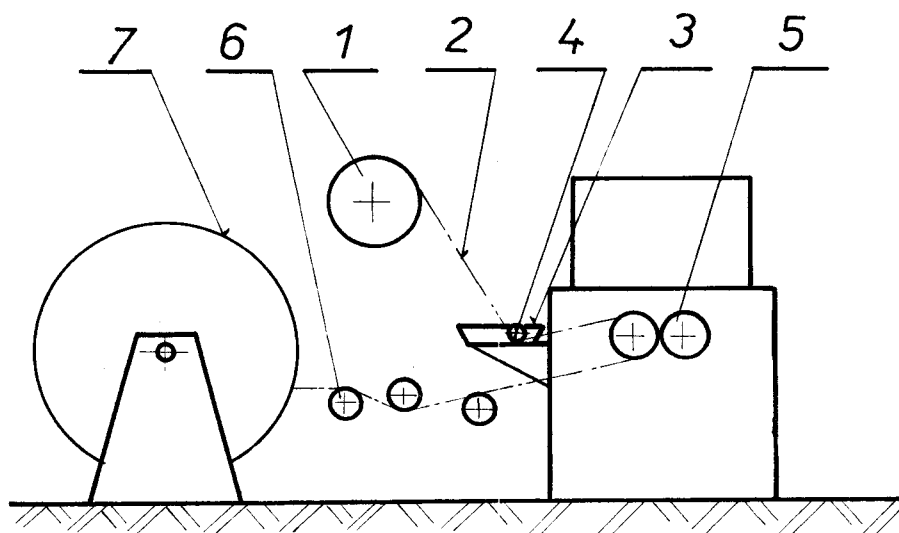
Stroje pracují celkem bez závažných nedostatků. Dobře se osvědčuje variátor pro změnu otáček rolen. Jeho citlivost je velká a seřízení otáček je velmi dobré. Životnost variátoru je tři roky. Drátěný pás pro dopravu vyhovuje až na to, že se příliš vytahuje a někdy se musí zkracovat.

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/10

a jeho životnost je malá /1 rok/. Jeho výhodou je malá cena. Sekačka vyhovuje pouze na studené sklo. Je-li proušek skloviny příliš teplý, nelze sekačku použít. Nevýhodou je otevřené uspořádání stroje. Pohyblivé součásti nejsou kryty před znečištěním /skelný prach/ a proti chřevu sálajícímu teplem pícky. Odstínění stroje je provedeno pouze asbestem. Skelný prach způsobuje zadírávání předních ložisek. Obrácený postup u ložisek se osvědčil. Hřídel je těžká a ložiska jsou provedena kleštinovým způsobem pro seřizování vřele. Životnost hřídele je tři roky. Nevýhodou je upínání rolen. Tyto se upínají na válcový konec hřídele, při čemž průměr otvoru rolny je větší než průměr hřídele. Vystředění se provádí přímo na stroji pomocí měřidla. Upnutí samo je provedeno přitlačnou raticí. Seřizování osové lze poměrně snadno provádět za chodu stroje. Seřizování obvodové se provádí za chodu velmi obtížně.

Při seřizování je nutno povolit šrouby, kterými je skutečně přenos kroutícího momentu se zubové spojky na hřídel, což je velmi obtížné. Seřizování se provádí za studena a za tepla je nutno stroj znovu přesně seřizovat, při čemž není možno odstranit pícku, pouze lze proušek odklopit od rolen. Devné uložení hřídelí, kdy ani jeden hřídel není odpružen, není na závadu. Při provozu byl získán zajímavý poznatek. V případě, že se do proušku skloviny dostane větší kus šamotu, tento způsobí vybuchnutí proušku z rolen a dojde tak k jejich poškození. Menší kousíčky šamotu - prakticky zrníčka rolny nepoškodí. Devné uspořádání hřídelí má tu výhodu, že je zaručena stejnoměrná tloušťka otřepu. Zdrojem potíží je na stroji chlazení rolen, které je nepostačující a způsobuje přehřátí a tím lepení proušku skloviny na rolny. Toto je způsobeno špatným chlazením rolen. Na jakost výrobků má velký vliv i přetavovací pícka, která dává sklovinu o špatné kvalitě a o velmi kolísající teplotě. Celkově lze hodnotit tyto stroje jako zastaralé, i když některé konstrukční prvky jsou velmi výhodné /např. variátor, sekačka a ložiska/. V současné době se vyrábí v n.p. Preciosa nový typ tohoto mokačidla,

kde je řada nedostatků odstraněna. Tato mačkadla se používají v závodě v Mílkovicích pro rotační mačkání perel na drát. Pro tento účel jsou mačkadla upravena tím způsobem, že je odmontován dopravní pás a místo něho je instalováno navíjecí zařízení/viz obr. 3../.



obr. 3.

Toto zařízení se skládá z bubnu /1/, který je otočně umístěn na čepu a brzděn třecí brzdou. Na tomto bubnu je navinut měděný drát /2/, který je veden olejovou lázní umístěnou ve vaničce /3/ kladičkou /4/ na rotační tvárnici /5/. Tyto tvárnice jsou upraveny tím způsobem, že v prostředku tvárnice je vysoustružená drážka pro drát, který je touto drážkou vystředěn. Jedna z tvárnic je poněkud menšího průměru, aby vlivem zmenšené obvodové rychlosti této tvárnice byl proužek tvarované skloviny neustále v tahu a tak byly vymezeny vřle mající vliv na přesazení výliseň v obvodovém směru. Sklo natékající mezi tvárnice je vytvarováno a drát je uvnitř perle. Celý pássek je dále veden přes soustavu kladiček /6/ do temperovacího bubnu /7/, kde je navíjen. Temperovací buben má vlastní náhon od elektrického motoru přes třecí spojku, která zaručuje konstantní krouticí moment na hřídeli bubnu. Spojkou je vytvářen přiměřený tah v drátě, který

zajišťuje plynulý odběr vříska od rotačních tvárnic. Třecí spojka je seřizitelná, aby se dalo dosáhnout stejného tahu drátu při různém průměru navíjení, který se mění vlivem novinutého pásu skloviny. Temperovací bubek je navíc vyhříván elektricky spirálami.

Zvlášť velkým zdrojem obtíží je při tomto způsobu výroby přesnost vříska. Požadovaná tolerance 0,06 mm je jen obtížně dosahována. Aby se této tolerance dosáhlo, je třeba dlouhého seřizování, které je prakticky zcela závislé na značnosti seřizovače. Příčinou tohoto dlouhého seřizování je velká výrobní nepřesnost tvárnic. Nepřesnost dosahuje běžně tolerance 0,1 až 0,2 mm přesazení tvarovacích otvorů po obvodu tvárnic. Seřizování se potom provádí natáčením tvárnic proti sobě tak dlouho, až se najde poloha s nejmenší tolerancí. Toto by se dalo urychlit použitím měřicího přípravku.

Univerzální mačkadlo.

Toto mačkadlo vzniklo na objednávku n.p. Preciosa. Skládá se ze stojanu, ve kterém je umístěn elektrický motor s variátorem a olejovým agregátem. Na stojanu je vyměnitelná skříň. Tato skříň je provedena ve dvou velikostech a to pro průměr rolen kolem 112 mm. Dále ke stroji patří odmontovatelný dopravní pás a zařízení pro mačkání na drát. Přetivovací páka běžné konstrukce je umístěna přestavitelně na stojanu. Polny stroje jsou opět chlazeny v čáchen, který zároveň chladí celou čelní část vyměnitelných skříní. Hřídele skříní jsou uloženy ve valivých ložiskách a chlazeny a mazány tlakovým olejem z olejového agregátu. Skříň jsou stavěny na tzv. krokový chod, kdy formy závislosti na počtu tvarovacích otvorů se během otáčení k sobě přibližují a oddalují, takže vlastní vytvarování vříska se neprovádí odvalováním jako při běžném rotačním mačkání, ale lisováním. Velkým problémem je opět přesnost rotačních tvárnic.

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/13
Rotační nátkadla jsou velmi výkonné stroje. Záro- jem patří k nejvyšší kvalitě výrobků, která je z velké mí- ry způsobena nepřesností tvářovacích nástrojů /rotačních tvářnic/. Je proto nutno vyřešit jejich přesnou výrobu a kontrolu přesnosti.		

III. VÝROBA ROTAČNÍCH TVÁRNIC A KONTROLA PŘESNOSTI

=====

V současné době se vyrábějí tvárnice pro rotační
tržkoda v pěti různých velikostech s počtem a tvarem
otvorů podle druhu požadovaných válisků. Jako materiál
na rotační tvárnice se používá nitridační ocel ČSN 14340,
která má vysokou tvrdost a odolnost proti opotřebení i
při ohřátí na pracovní teplotu. Její nevýhodou je však
zhoršená obrobitelnost, speciální zařízení pro nitridaci
a křehkost nitridované vrstvy, která způsobuje nebezpe-
čí vylamování pracovních hran. Výhodnější je použití ni-
tridační oceli ČSN 15340, která má lepší mechanické vla-
stnosti a menší náchylnost k vylamování pracovních hran.
V poslední době se uvažuje též o použití tvrdokovu jako
materiálu na rotační tvárnice. Přestože provozní zkoušky
prokázaly několikanásobnou životnost rolny z tvrdokovu,
není v současné době v provozu ani jedna tvrdokovová
rolna. Nejvýznamnější příčinou, proč se dosud tvrdokovové
rolny nevyrábějí je obtížná technologie jejich výroby.
V současné době jsou vytvořeny ve VÚSABu v Jablonci n.H.
základní podmínky pro výrobu tvrdokovových forem. Bylo
zhotoveno zařízení, které umožní výrobu obou forem sou-
časně elektroerosivním obráběním. Je to v podstatě pří-
pravek, který umožňuje upnutí obou předtvarů rolen na
společný trn, kde funkci čiliče zastává ozubené kolo a
hlava, ve které jsou současně upnuty dvě elektrody. O-
válný tvar otvorů rolen se vytvoří příčným posuvem obou
elektrod současně. Tímto způsobem výroby se odstraní výro-
bní nepřesnosti, které způsobují přesazení válisků.
Takto vyrobené rolny se též vyznačují několikanásobně vyšší
životností při stejných **pracov.** podmínkách. Nevýhodou
uvezeného způsobu výroby rolen vyjiskřováním je časová
náročnost výrobního procesu, časté opotřebení elektrod,

speciální materiálu elektrod, potělo k planárním a disorientových kotoučů pro broušení tvrdokovu a ostatních potřebek pro dokončovací práce. Samozřejmě však odpadá tepelné zpracování.

Dosud se rolny vyrábějí v n.p. Preciosa klasickým způsobem z oceli ČSN 14340. Otvary formy se předvrtají do kruhového polotovaru na vyvrtávacím strojků. Dělení obvodu na rozteče jednotlivých otvorů rolny je provedeno tak, že polotovar rolny je upnut na společném hřídeli s dělícím kotoučem zhruba dvojnásobného průměru a pomocí kolíčku zasunutého do otvoru dělícího kotouče se nastavuje patřičná úhlová rozteč. /Vyvrtání dělícího kotouče bylo provedeno na optické dělící hlavě/. Nastavení hloubky vrtání otvoru je provedeno dorazem hlavy navrtávacíku umístěné na křížovém suportu a poháněné od elektrického motoru řemenem. Každá rolna se navrtává samostatně. Po navrtání otvorů se provádí jejich dolisování. Potom se soustruží drážka pro drát, načisto vnější průměry a upínací kužel. Dále následuje tepelné zpracování. Kontrola měření se provádí před vytvořením upínacího kužele. Rolna se upne na válcový trn optické dělící hlavy. Z boku se umístí stojánek se setinovým indikátorem tak, aby jeho dotyk dosahoval na plochu některého z otvorů rolny při nastavení optické dělící hlavy na nulovou hodnotu. Podle tabulek, které pro jednotlivé počty otvorů udávají postupné úhly rozteční se nastavují jednotlivé polohy a odečítají úhly. Úhlyka naměřená indikátorem je vlastně geometrickým součtem úhlyky obvodové a stranové. Takto byly u některých rolen naměřeny úhlyky až 0,2 mm. Je to způsobeno především nedokonalostí vyvrtávacího strojku, kde nejsou vyřezány vůle a vyvrtávací hlava je zatížena radiálním tahem. Na jedno upnutí se vyvrtá jen jediná rolna. Těž při dolisování je možnost vzniku úhylek jednak nehomogenního materiálu a jednak tím, že v blízkosti pracuje těžké lis, který způsobuje otřesy lisovacího zařízení.

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/16

IV. VARIANTY MĚŘICÍCH METOD

Při hledání vhodné metody jsem vycházel z požadované přesnosti měření $\pm 5 \mu\text{m}$. Těmto by vyhovovalo optické zaměření okraje otvoru. Je možné použít absolutního nebo relativního pohybu tvárnice. Při absolutním pohybu tvárnice jsou tvárnice uloženy na trnu pevně spojeném s optickou číselnicí hlavou. Jednotlivé otvory se zaměřují mikroskopem. Mikroskop se pohybuje na stole s křížovým posuvem. Nastavíme optickou číselnicí hlavou tak, až se okraj otvoru dotkne kříže v okuláru mikroskopu. Úhel nastavení na optické hlavě odečteme. Takto odečteme úhly jednotlivých roztečí a z těchto úhlů potom vypočteme odchylky. Podobně zjistíme odchylky otvorů v příčném směru. Obtížné však činí určit bod dotyku otvoru s optickým křížem. Hrana je neostrá a při požadované přesnosti $\pm 5 \mu\text{m}$ není možné určit místo dotyku optického kříže a obrysu otvoru pro všechny otvory shodně. Poněkud lépe je možno zaměřit hranu, která vznikla průnikem kulové plochy s drážkou pro drát. Toto však neumožňuje zjištění odchylek v příčném směru. S nejmenšími chybami je možné provést zaměření otvoru pomocí revolverokuláru a to tak, že okraj otvoru ztotožňujeme s radiusem, který je v okuláru. Tento okulár umožňuje použít celkové zvětšení 10krát nebo 20krát podle velikosti použitého radiusu. Ani v tomto případě však není zaměření dostatečné. Celkové zvětšení 20krát umožňuje sledovat vzdálenost $5 \mu\text{m}$ jako 0,15 mm. Při okouškách na univerzálním dílenském mikroskopu však nebylo dosaženo dostatečně shodných výsledků. Při opětovném zaměření stejného otvoru bylo v pěti případech dosaženo těchto výsledků :

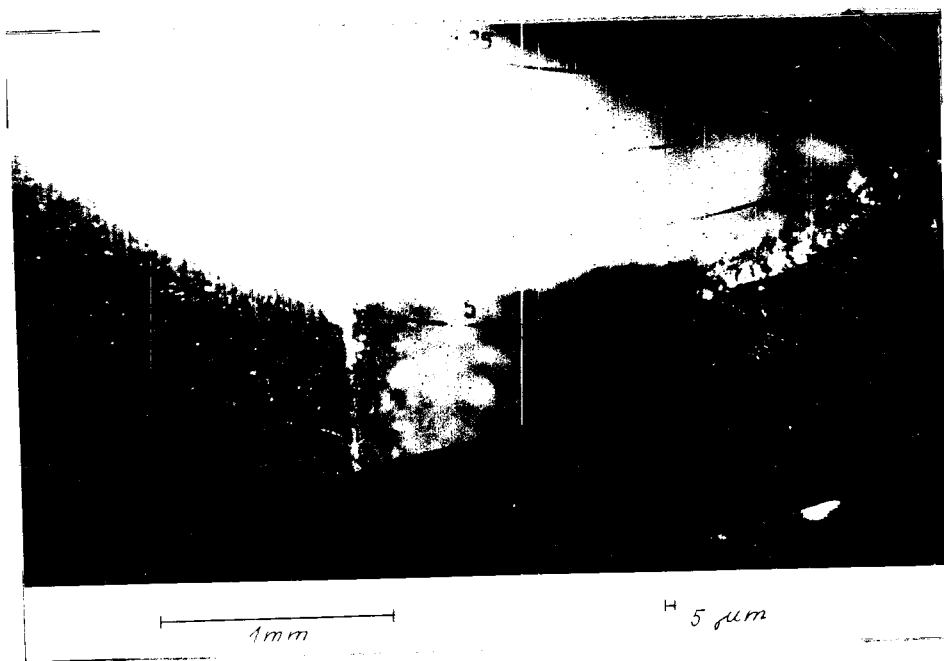
VŠST Liberec

Fakulta strojní

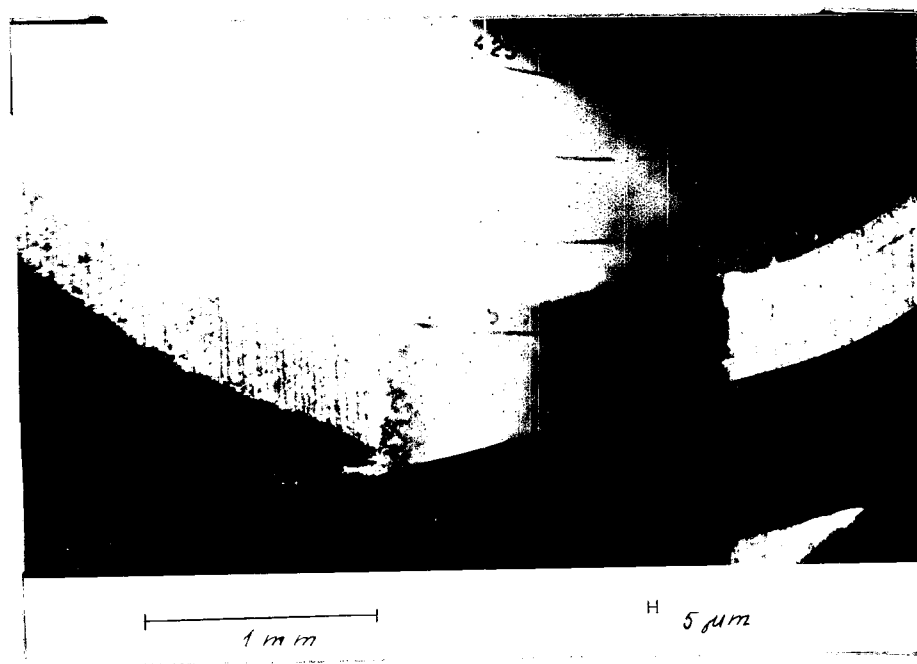
MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK

Katedra KSS

DP SS-34-68/17



obr. 4.



obr. 5.

VŠST Liberec		Katedra KSS	
Fakulta strojní		MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/18

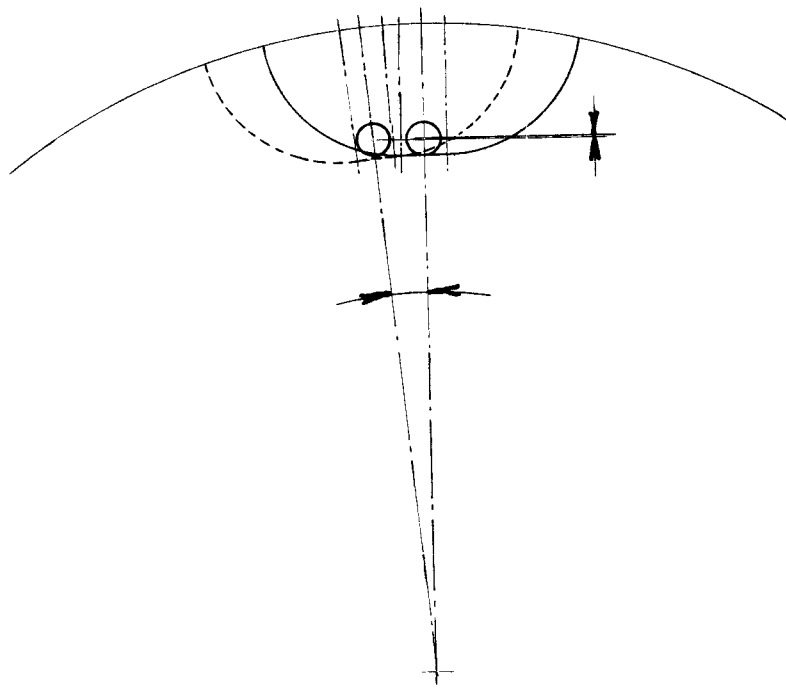
obvodový směr		příčný směr	
úhel na optické hlavě	1. $67^{\circ}15'30''$	[mm]	100,400
	2. $67^{\circ}15'40''$		100,416
	3. $67^{\circ}15'30''$		100,451
	4. $67^{\circ}15'30''$		100,422
	5. $67^{\circ}15'00''$		100,416

Je-li průměr tvárnice 120 mm představuje chyba v obvodové rozteči 0,043 mm.

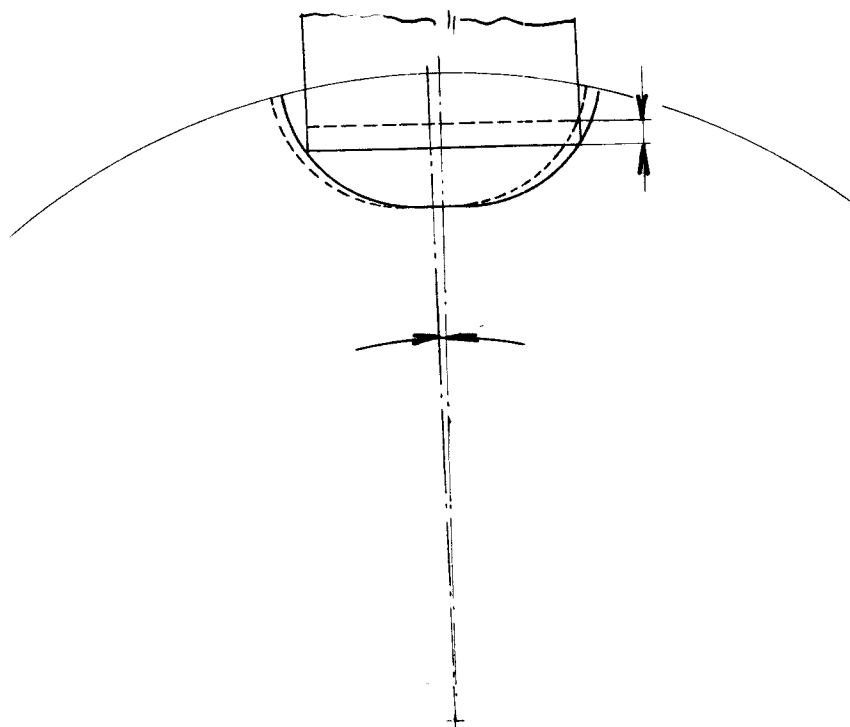
Zvoliverokulár vyrábí VEB Carl Zeiss Jena jako příslušenství optické hlavy universálního dílenského mikroskopu. Velkou nevýhodou tohoto měření je náročnost na kvalifikaci obsluhy optického přístroje. Při tomto měření je možná se dopustit poměrně velké subjektivní chyby vlivem nerovnoměrného zaměření okraje otvoru / viz obr. 4. a 5. /.

Mechanický způsob.

Z těchto důvodů jsem přistoupil k měření založenému na mechanickém snímání, které je možné též snáze realizovat. Je nutno zdůraznit, že při měření, které chceme provést s přesností $\pm 5 \mu\text{m}$ nesmí být měřicí zařízení přesné a měření se musí provádět ve zvláštní místnosti s konstantní teplotou. Při měření tvárnice je nutné počkat v této místnosti tak dlouho až se vyrovná jejich teplota. Princip měření spočívá ve utvoření normály otvoru tvárnice s osou pohybu měřidla. Osu pohybu měřidla je nepohyblivá a kolmo protíná osu otáčení rotační tvárnice, která je upevněna na trnu optické čílicí hlavy. Normála otvoru tvárnice lze nastavit otočením optické čílicí hlavy. Nastavíme optickou hlavou tak, až měřicí přístroj udá nejnižší hodnotu - minimum. V tomto okamžiku je přímá normála otvoru totočná s osou pohybu měřidla. Na optické hlavě potom odečítáme tří roztečí jednotlivých otvorů.



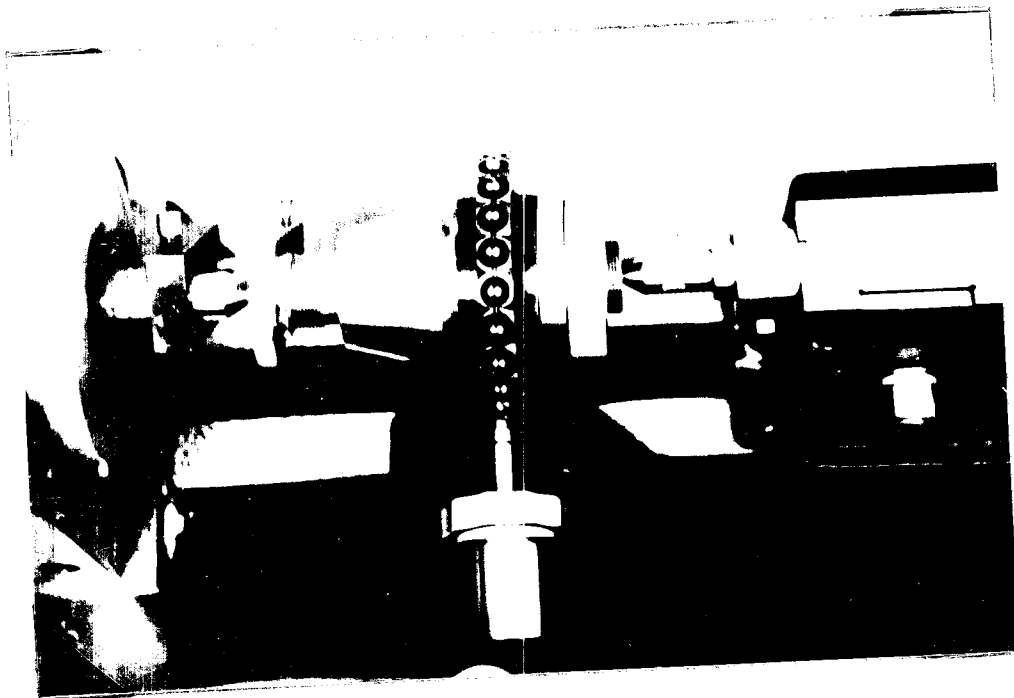
obr. 6.



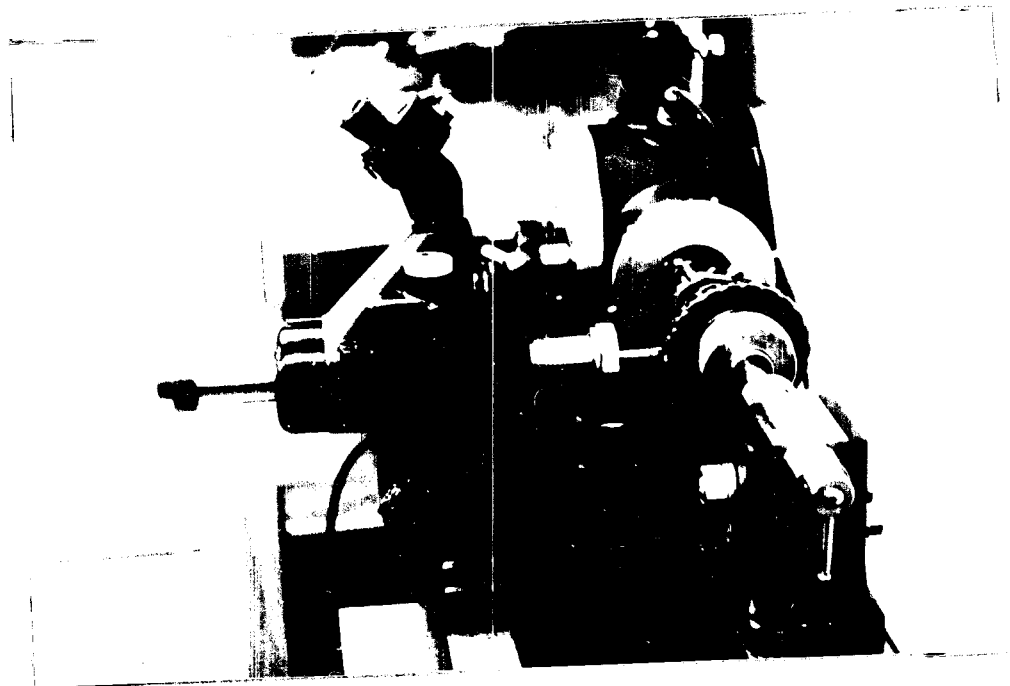
obr. 7.

VŠST Liberec	MĚRICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/20

př. Příslušným elementem měřicího zařízení je dotek měřicího /DP-SS-34-68-11/, který registruje polohu otvoru tvárnice. Tokem doteku kuličkou je nepostačující. V tomto případě relativně velkou úhlovou chybu měřidlo s kulovým dotekem naznačuje jako malou výchylku. Toto je způsobeno malou křivostí otvoru a jeho speciálním tvarem. Otvor tvoří dvě polokoule se středy vzájemně posunutými v obvodovém směru / viz obr. 6./ . Proto byl vytvořen dotek speciální, který se stýká s otvorem tvárnice ve dvou částech kružnice několik mm pod okrajem otvoru /viz obr. 7./ . Do těchto míst již nezasahují porušené okraje a naměřená úhlová výchylka zde odpovídá velkému zdvih měřicího přístroje. Tímto způsobem lze dobře určit minimum na měřicím přístroji a odečíst jemu odpovídající úhel na optické dříčkové hlavě. Toto měření jsem si ověřil na vačkoměru /viz obr. 8. a 9./ . Vačkoměr sestává z optické dříčkové hlavy a měřicího zařízení, které snímá velikost porušení kolmé na osu stáhnutí optické dříčkové hlavy s rozlišovací schopností 0,001 mm. Při měření bylo dosaženo dobrých výsledků. Při opakovaném měření jedné rotační tvárnice byl největší rozdíl obou měření 0,002 mm /viz tabulka 1./ , což se velmi přibližuje požadované přesnosti 5 μ m /0,005 mm/. Tato chyba byla způsobena dotekem měřicího přístroje. Dotek byl zhotoven z poměrně měkké oceli 11371 a vlivem neustálého styku s otvory tvárnice vyrobené z nitročené oceli docházelo k jeho opotřebení. Je třeba, aby dotek byl zhotoven z materiálu stejné tvrdosti jako je měřená tvárnice, aby nedocházelo k jeho opotřebení, a aby nedocházelo k poškození povrchu otvorů. Je též třeba, aby přítlačná tlak měřicího přístroje nebyl příliš velký. Měření otvorů musí být prosty všech nečistot, aby nedocházelo při měření k velkým chybám. Z toho vyplývá, že se těžko budou měřit tvárnice, které již byly použity při tvarování. Měření jedné tvárnice trvalo průměrně 20 minut. Navíc je, že získané výsledky je nutno počítat zpracovat, aby bylo získáno výsledné



obr. 8.



obr. 9.

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/22

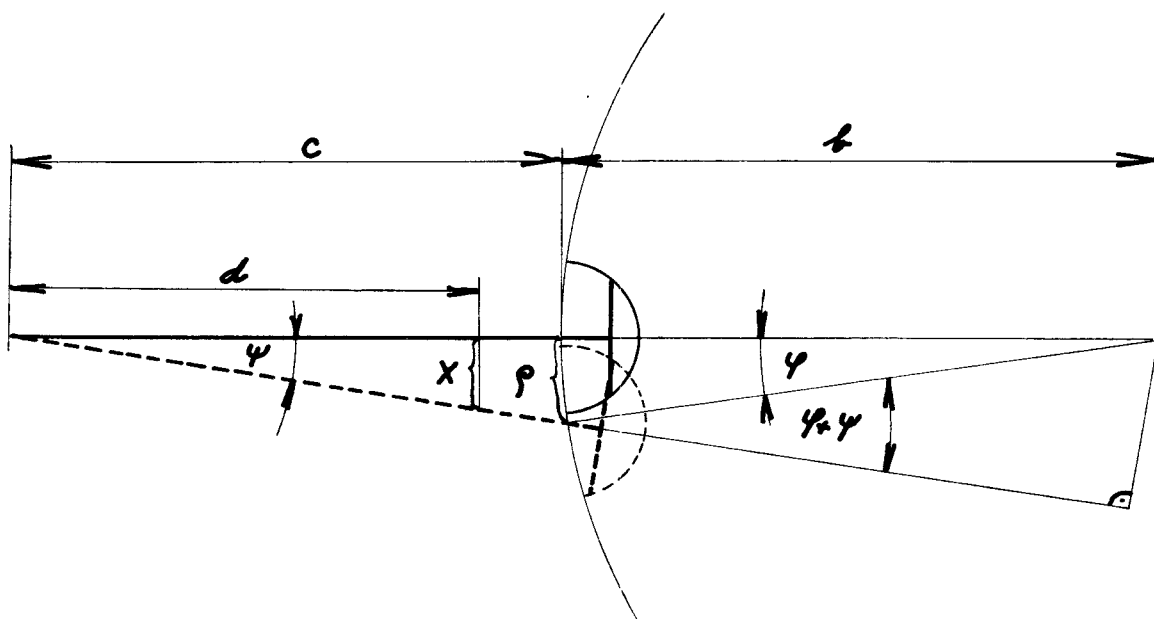
ovodové posunutí otvorů. Výslední posunutí vypočteme z odchylky od jmenovité úhlové rozteče podle vztahu :

$$\rho = \frac{D}{2} \cdot \frac{\pi \cdot \kappa}{180 \cdot 60 \cdot 60} \quad [mm]$$

D	průměr rotační tvárnice	mm
κ	odchylka od jmenovité úhlové rozteče	o
ρ	posunutí otvoru tvárnice v obvodovém směru	mm

Pro urychlení výpočtu je možno použít hodnot sestavených do tabulek pro jednotlivé průměry rotačních tvárnic /viz tabulka 2./.

Velkou výhodou tohoto způsobu měření je, že získané výsledky je možno graficky zpracovat a takto určit nejvýhodnější seřazení rotačních tvárnic na stroji. To umožní určit jejich počáteční vzájemné natočení tak, aby přesnost výlisků byla co nejlepší /viz tabulka 3./. Z tabulky č. 3 je patrné, že při nastavení obou tvárnic tzv. kulovými otvory proti sobě je výhodné na obou tvárnících prohrnout otvory č. 2 a č. 13 tak, aby jimi procházející proužek skloviny nebyl vytvářen. Takto vzniklý proužek skloviny se potom jasně odlišuje od dobrých výlisků a nenastávají potíže při třídní zmetkě. Z grafického záznamu o přesnosti obou rotačních tvárnic lze celkem snadno zjistit, že mnohem výhodnější je vzájemné natočení u tvárnice A otvorem č. 1 a u tvárnice B otvorem č. 4 proti sobě. V tomto případě se chetkovitost sníží o 50 %. Situace je poněkud komplikovanější, že některé tvárnice mají na zadní straně čtyři čtříčky rozmístěné po 90° na pojišťání proti pootočení. Nelze tedy obě tvárnice natáčet libovolně proti sobě, ale je možné vytvořit jen 16 způsobů vzájemného natočení. Dokud se změní tvárnice ještě před soustružením upínacích kužele, je možné opravit chybné rozteče otvorů změnou osy otáčení.



obr. 10.

p	posunutí otvoru tvárnice v obvodovém směru	mm
b	poloměr tvárnice	mm
d	délka ramena úchylkoměru	mm
X	hodnota naměřená úchylkoměrem	mm
c	vzdálenost otočného kloubu měřicí tyče	mm

Tímto způsobem je možno měřit na roztavených tvárnících otvory různých tvarů, jejich obvodové a stranové posunutí a křivku otvorů.

Měřicí přípravek.

I tato mechanická metoda je však příliš náročná na čas jak při vlastním měření, tak i při jeho vyhodnocení. Po dohodě se svým konsultantem jsem proto přistoupil ke konstrukci jednoduchého dílenského přípravku, který ovšem neproceduje s tak vysokou přesností. Měření je však jednoduché a rychlé. Provozním podmínkám postačuje. Přípravek v podstatě používá základního principu měřidla vyvinutého ve VÚSABu v Jablonci n.H. Proměření obou tvárnice probíhá současně. Jedna tvárnice je řídící. Na té se měří pouze stranové vybočení jejích otvorů. Na druhé tvárnici se také měří stranové vybočení otvorů a současně se měří obvodová úchylna otvorů této tvárnice vůči tvárnici řídící. Měření se provádí úchylnoměry, které snímají pohyb tyčinky zakončené plochým dotekem /DI-SS-34-68-12/. Tyčinka je uložena v kulovém kloubu. Do otvoru tvárnice je dotek tyčinky tlačěn pružinou. V důsledku vychýlení měřicí tyčinky, způsobeném velkou úchylnou otvoru tvárnice se naměřená hodnota liší od skutečné úchylny o chybu měření. Chybu měření v obvodovém směru σ je možno vyjádřit viz obr. 10. :

$$\sigma = \rho - x \cdot \frac{c}{d}$$

$$b \cdot \sin(\varphi + \psi) = (b + c) \cdot \sin \psi$$

$$\sin \varphi \cdot \cos \psi + \cos \varphi \cdot \sin \psi = \frac{b+c}{b} \cdot \sin \psi$$

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/25

$$\sin \varphi = \left(-\cos \varphi + \frac{b+c}{b} \right) \cdot \lg \varphi$$

$$\lg \varphi = \frac{b \cdot \sin \varphi}{b+c-b \cdot \cos \varphi}$$

$$x = d \cdot \lg \varphi$$

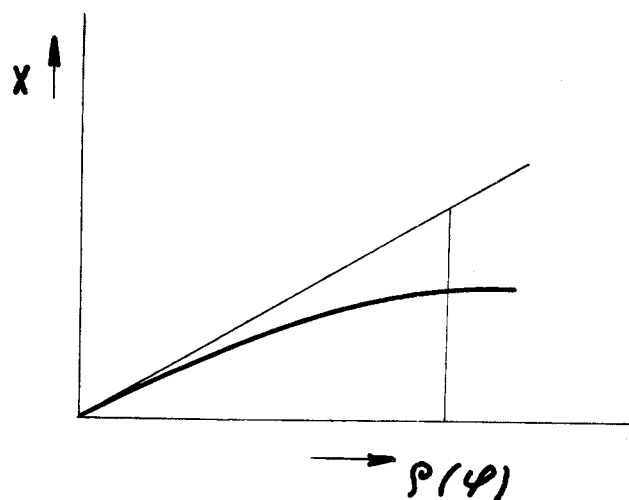
$$x = \frac{b \cdot d \cdot \sin \varphi}{b+c-b \cdot \cos \varphi}$$

$$\sigma = \rho - b \cdot d \cdot \frac{\sin \varphi}{b+c-b \cdot \cos \varphi}$$

U otvoru tvárnice bylo při výpočtu zanedbáno posunutí obou jeho polokoulí v obvodovém směru, které je vzhledem k poloměru polokoule nepatrné. Zda toto zjednodušení můžeme použít, lze posoudit jednoduchou úvahou. V případě, že při měření tvárnice vnějšího průměru 100 mm, jejíž otvory jsou tvořeny polokoulími o poloměru 6,6 mm posunutými od sebe o 0,2 mm, dojde k vychýlení měřicí tyčinky o 72°30', měřicí dotek se bude dotýkat otvoru jen v jedné z obou polokoulí. Takto vznikne chyba měření rovná polovině posunutí polokoulí t.j. 0,15 mm. Odchylky se obvykle pohybují v rozmezí do úhlu 11'22" /což odpovídá obvodové íchylce 0,3 mm/. Tento úhel je 376krát menší než 72°30'. Ize tedy očekávat, že i chyba měření způsobená posunutím obou polokoulí bude zanedbatelná.

Závislost naměřené hodnoty na velikosti skutečné íchylky otvoru možno sestavit jako cejchovní křivku /viz obr. 11./.

$$x = f(\rho)$$



obr. 11.

Stačí však zjistit několik hodnot v běžném rozsahu měření, abychom se přesvědčili, že chyba je velmi malá.

$$\sigma = \rho - \bar{x}$$

ρ	x	$\bar{x}$	$\rho - \bar{x}$
0,05	0,041	0,050	0,000
0,20	0,167	0,200	0,000
0,40	0,333	0,399	0,001

Chyba způsobená dotekem je prakticky nulová, takže chyba měření je určena přesností použitých úchylkoměrů, které snímají vychýlení měřicí tyčinky. V případě osazení přípravku setinovými číselníkovými úchylkoměry t.j. v obvodovém směru $\pm 0,015$ mm a příčném směru $\pm 0,02$ mm. Hodnotu změřenou úchylkoměrem musíme přepočítat na obvod rotační

tvárnice podle vztahu :

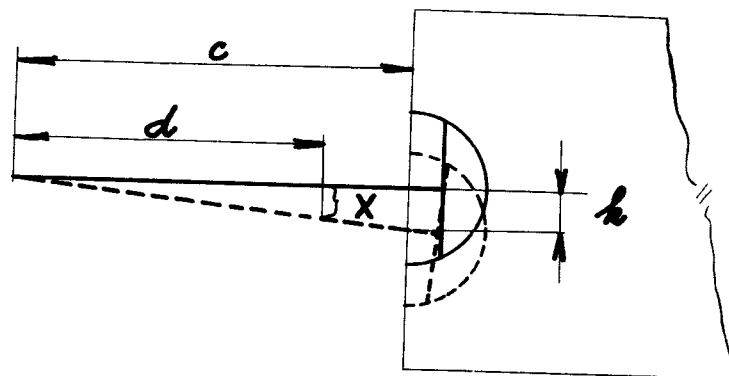
$$\bar{X} = X \cdot \frac{c}{d}$$

c - vzdálenost otočného kloubu měřicí tyčinky

d - délka ramena úchylkoměru

X - hodnota změřená úchylkoměrem

Při měření stranového vybočení otvoru nedochází teoreticky k žádné chybě. Údaj úchylkoměru je pouze nutno opět redukovat na obvod tvárnice /viz obr. 12./.



obr. 12.

VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta Strojní	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/28

V. P O P I S K O N S T R U K C E A P O S T U P
M Ě Ř E N Í
=====

Měřicí přípravek 1 /DP-SS-34-68-01/.

Je to měřicí přípravek založený na mechanickém snímání polohy otvoru tvárnice. Princip měření spočívá ve ztotožnění normály otvoru tvárnice s osou pohybu měřidla /úchylkoměru/, která kolmo protíná osu otáčení tvárnice. Měřené tvárnice /29/ jsou nasazeny na trn /38/, který je usazen ve hrotech optické dělicí hlavy /3/ a koníku /4/. Mikroskopické zvětšení úhlové stupnice šedesátkrát umožňuje odečítat na optické dělicí hlavě úhly s rozlišovací schopností 30 ". Přesnost přístroje je $\pm /10+10.\sin 2/$ ". Koník tvoří příslušenství optické dělicí hlavy, kterou vyrábí Somet Teplice. Optická dělicí hlava i koník jsou vodícími kameny zasazeny do drážky základové desky /48/ a zajištěny šrouby. Trn s tvárnici je pevně spojen s hrotem optické hlavy pomocí unašečů /41,42/, které vymezují natáčení trnu v obou směrech. Do stojanu /34/ je zalisován vodící sloup /35/, který nese rameno /45/. Stojan je ve spodní části opatřen rybinou a přímou vodící plochou. Lze jím libovolně pohybovat ve směru osy trnu. Zajištění stojanu v požadované poloze je provedeno šroubem /10/, který je uchycen v drážce základové desky. Na pohyblivé rameno sloupu je šrouby /5/ přišroubováno rybinovité vedení /21/, ve kterém se pohybuje stolek /20/. Aby nedocházelo k natáčení ramena je rameno vedeno v drážce sloupu perem /27/. Ve svislém směru se rameno pohybuje pomocí matice /36/. Zajištění ramena na sloupu v požadované výšce je provedeno šroubem /24/ a příložkou /23/. Ve stolku, který se příčně pohybuje ve vedení ramena pomocí vodícího šroubu /32/ je upevněn pákový ú-

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta Strojní		DP SS-34-68/29

úchylkoměr Milisom 2 /1/. Úchylkoměr slouží k určení po-
 lohy otvoru tvárnice. Stupnice úchylkoměru je rozdělena na
 100 dílků. Hodnota jednoho dílku je 0,001 mm. Na zadní
 straně skřínky úchylkoměru je ovládací kolečko, kterým
 lze natáčet stupnici v rozmezí 10 dílků a tak přesně na-
 stavit nulovou polohu. Pro snadné zvedání doteku při po-
 otáčení měřené tvárnice je na spodní části stopky přístro-
 je upevněna objímka se zvedací páčkou. Dotek přístroje lze
 při měření zvednout ještě asi o 4 mm po dosažení krajní
 hodnoty měřicího rozsahu stupnice, aniž by se poškodil
 jemný mechanismus přístroje. Speciální dotek přístroje
 zasahuje asi 2 mm pod okraj měřeného otvoru, takže volný
 zdvih přístroje plně postačuje k zdvižení doteku při po-
 otáčení tvárnice. Dotek přístroje /28/ je výměnný a lze
 jej měnit podle velikosti otvorů měřené tvárnice. Páko-
 vý úchylkoměr Milisom 2 vyrábí Somet Teplice.

Technické údaje :

Měřicí rozsah stupnice		mm	± 0,1
Hodnota dílku		mm	0,001
Přesnost v celém měř. rozsahu...		mm	± 0,001
Váha		g	700
Průměr upínací stopky		mm	28 h6
Délka upínací části stopky.....		mm	60
Obor. č. dle jednotné klasifikace			409 118 030 009

Příčný posuv stolku se měří pomocí tisícínového čísel-
 níkového úchylkoměru, který je upevněn v držáku /26/
 šroubem /25/.

Postup měření.

Tvárnice s dokonale čistými otvory upneme na trn /38/
 pomocí matic /40/. Trn s tvárnicemi vložíme mezi hroty
 optické hlavy a koníku. Utáhneme šrouby /12/ unašeče,
 aby nedošlo k pootočení trnu. Uvolníme šroub stojanu
 /34/ a zhruba najedeme dotekem přístroje nad otvor tvá-

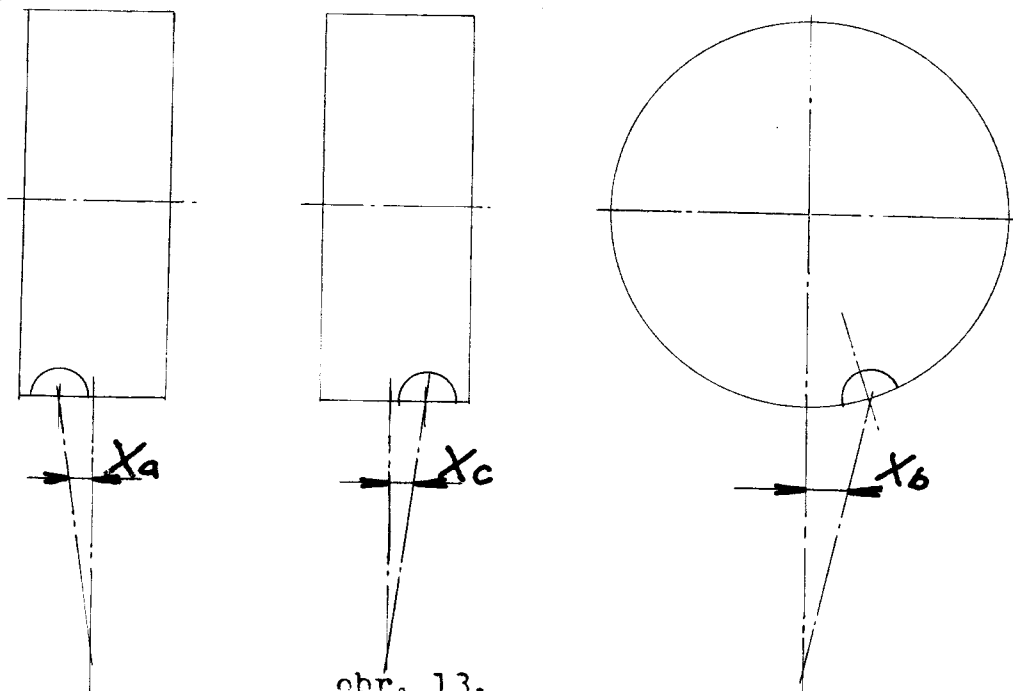
VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta strojní	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/30

rnice. Uvolníme šroub /24/ a pomocí matice /36/ nastavíme potřebnou výšku ramena s úchylkoměrem tak, aby jeho dotek byl přitlačován do otvoru tvárnice. Pomocí pohybového šroubu /32/ stolku /20/ nastavíme dotek do středu otvoru. Ovládacím kolečkem na zadní straně skříňky úchylkoměru nastavíme nulovou polohu. Nyní otáčíme tvárnici v obou směrech pomocí optické dělicí hlavy tak, až úchylkoměr ukáže nejmenší hodnotu - minimum. Odečteme úhel na optické hlavě a zaznamenáme jej do tabulky /viz tabulka 1./. Takto provedeme proměření všech otvorů tvárnice. Aby byly naměřené hodnoty přesné, je nutno při čtení údajů úchylkoměru natáčet tvárnici vždy ve stejném směru. Při tomto měření je nutno, aby byl utažen šroub /47/, který omezuje pohyb stolku /20/. Pro měření úchylky otvoru v příčném směru musíme otočit měřicí dotek o 90° . Uvolníme šroub /47/ a pomocí šroubu /32/ pohybuje úchylkoměrem /1/ v obou směrech tak, až ukáže nejmenší hodnotu. Na úchylkoměru /2/ odečteme úchylku otvoru v příčném směru. Toto měření opakujeme u všech otvorů. Výsledky zaznamenáváme do tabulky. Při měření obvodové i příčné úchylky otvorů vycházíme od tzv. nulového otvoru, který je na tvárnici označen.

Měřicí přípravek 2 /DP-SS-34-68-02/.

Měřené tvárnice /42/ jsou nasazeny na trn s dvojnásobným kuželem /43/ a staženy maticemi /39/. Trn je vložen do hrotů dvou koníků. Koník /33/ je uložen posuvně v drážce základové desky /37/. Jeho poloha je zajištěna šroubem /10/. Hrot koníku /44/ je posuvně uložen a do trnu je přitlačován pružinou /18/. Přesná poloha hrotu po ustavení trnu je vymezena šroubem /14/. Druhý koník /34/ je nepohyblivý a rovněž usazen v drážce základové desky. Jeho trn /15/ je vystředěn krátkým kuželem a stažen maticí /4/. Měřicí doteky /16/ jsou do otvorů tvárnice tlačeny pružinami /17/. Levý dotek je vsazen do měřicí tyče /19/ a zajištěn šroubem /1/. Tyč je posuvně u-

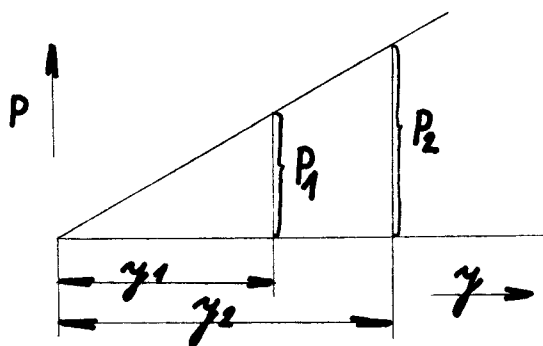
ložena v kulové příložce. Pomocí pružiny /17/ a matice /31/ je kulová příložka tlačena do otvoru saní /29/. Saně jsou uloženy v loži /28/. Mohou se pohybovat kolmo na osu trnu a společně s ložem rovnoběžně s osou trnu. Přípravek je opatřen třemi setinovými číselníkovými úchylkoměry. Snímání stranové výchylky otvoru levé tvárnice se provádí číselníkovým úchylkoměrem s plochým dotekem /a/, který měří odpovídající vychýlení měřicí tyče /19/ na její kulové ploše. Úchylkoměr je umístěn z boku. Ze shora je umístěn úchylkoměr /b/, který měří vychýlení levé měřicí tyče odpovídající obvodové úchylce otvoru. Měření se opět provádí plochým dotekem na kulové ploše měřicí tyče /19/. Měřicí tyč /20/, na které se měří stranová úchylka otvorů pravé tvárnice, je uložena v lícovaném otvoru saní /30/ tak, aby mohla konat pouze vodrovný pohyb. Úchylkoměr /c/ měřící tuto stranovou úchylku je opatřen kulovým dotekem, protože snímá pohyb na ploché části měřicí tyče. Pro ulehčení pracovních pohybů jsou měřicí tyče z otvorů vysouvány pákami opatřenými držátky. Levá měřicí tyč je ve vysunuté poloze držena záchytkou /35/, aby mohly být tvárnice pootočený.



obr. 13.

Výpočet pružin

Pružina měřicí tyče

Materiál 12090 $P_1 = 1 \text{ kp}$ $P_2 = 2,5 \text{ kp}$ $y_2 - y_1 = 7 \text{ mm}$ $\phi D_s = 13 \text{ mm}$ $\phi d = 2 \text{ mm}$ $G = 750\,000 \text{ kp/cm}^2$ $l_1 = 85 \text{ mm}$ 

$$P = C \cdot y \quad c = \frac{P_2 - P_1}{y_2 - y_1} = \frac{2,5 - 1}{7} = 0,214 \text{ kp/mm}$$

$$n = \frac{6 d^4}{8 D_s^3 \cdot c} = \frac{7500 \cdot 2^4}{8 \cdot 13^3 \cdot 0,214} = 31 \text{ volím } 32 \text{ závitů}$$

$$y_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{1}{0,214} = 4,67 \text{ mm}$$

$$l_0 = l_1 + y_1 = 85 + 4,67 = 89,67 \text{ mm}$$

Pružina koníku

Materiál 12090 $P_1 = 5 \text{ kp}$ $P_2 = 10 \text{ kp}$ $\phi D_s = 18 \text{ mm}$ $\phi d = 3 \text{ mm}$ $G_{\text{dovr} \cdot} = 4000 \text{ kp/cm}^2$ $w = 1,27$ $y_2 - y_1 = 7 \text{ mm}$

$$d = \sqrt[3]{\frac{8 P_2 D_s \cdot w}{\pi G_{\text{dovr} \cdot}}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 10 \cdot 1,8}{\pi \cdot 4000}} = 0,287 \text{ volím } d = 3 \text{ mm}$$

$$c = \frac{P_2 - P_1}{y_2 - y_1} = \frac{10 - 5}{7} = 1,14 \text{ kp/mm}$$

$$y_1 = \frac{P_1}{c} = \frac{5}{1,14} = 1,75 \text{ mm}$$

$$n = \frac{6 d^4}{8 D_s^3 \cdot c} = \frac{7500 \cdot 3^4}{8 \cdot 18^3 \cdot 1,14} = 11,4 \text{ volím } 12 \text{ závitů}$$

$$l_2 = n \cdot 1,5 d = 12 \cdot 1,5 \cdot 3 = 54 \text{ mm}$$

$$l_0 = l_2 + y_1 + (y_2 - y_1) = 54 + 1,75 + 7 = 62,75 \text{ mm}$$

$$l_1 = l_0 - y_1 = 62,75 - 1,75 = 61 \text{ mm}$$

VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta strojní	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-24-68/33
Postup měření. Obě tvárnice nasadíme na kuželový trn /43/. Pomocí přiloženého pravítka je srovnáme tzv. nulovými otvory proti sobě a stahneme maticemi /39/. Trn s tvárnicemi vložíme mezi hroty koníků. Posuvný hrot /44/ koníku /33/ zajistíme utažením šroubu /14/. Otvorem trnu provlékneme provázek se závažím váhy 1 kp. Provázek navineme do drážky trnu a závaží necháme volně viset. Vlivem konstantního proudícího momentu vyvozeného závažím dochází k vymezení vřelí v obvodovém směru při nastavování jednotlivých poloh pravé řídící tvárnice. Při měření vycházíme od tzv. nulových otvorů. Zasuneme oba doteky do těchto otvorů a na všech třech úchylkoměrech nastavíme nulové hodnoty. Nyní vysuneme levý dotek z otvoru tvárnice tak, až záchytká /35/ zapadne do vybraní měřicí tyče a zajistí ji ve vysunuté poloze. Vysuneme též pravý dotek a necháme trn s tvárnicemi potočit o jednu rozteč momentem vyvozeným závažím. Zasuneme pravý dotek. Tím zajistíme polohu tvárnic. Nyní nadzvedneme záchytku a zasuneme i levý dotek. Odečteme hodnoty na všech třech úchylkoměrech /viz obr. 13./. Tyto hodnoty X_a, X_b, X_c musíme násobit koeficientem 1,2, který odpovídá vzdálenosti měřicího místa od úložného bodu měřicí tyče. $\bar{X}_a = 1,2 \cdot X_a$ $\bar{X}_b = 1,2 \cdot X_b$ $\bar{X}_c = 1,2 \cdot X_c$ Výsledkem měření je vzájemné obvodové a stranové přesazení otvorů obou tvárnic $\bar{X}_{b1,2,3...}$ a $\bar{X}_{1,2,3...}$. $\bar{X} = \left \bar{X}_a + \bar{X}_c \right .$		

V I . E K O N O M I C K É Z H O D N O C E N Í

=====

Při výrobě na rotačním mačkadle dochází vlivem nepřesnosti rotačních tvárnic a jejich nepřesného seřízení ke značné zmetkovitosti výlisků. Příkladně při výrobě nejčastějšího sortimentu čistodírkové perle velikosti 6 mm zpracuje jednorotační mačkadlo za směnu průměrně 138 kp skloviny. Z toho je 75,6 kp brutto výlisků, t.j. 55 %. Vlivem vad těchto výlisků je nutno vytřídit 15 kp zmetků, t.j. 19,84 %. Tyto zmetky jsou způsobeny různými vadami. Jsou to : nedolitě, oštípané, zdeformované, přesazený průměr, přesazené podél, bubliny, šamot, černé šlíry, prasklé a jiné. Z těchto vad jsou podstatné a nejčastější vady přesazením podél a přesazením průměru výlisku.

Přesazení podél ... 8 až 10 %

Přesazení průměru ... 2 až 3 %

Na tomto přesazení výlisků se podílí obvodové a stranové přesazení otvorů rotačních tvárnic. Použitím měřicího přípravku je možné dosáhnout výhodnějšího seřízení tvárnic a tím zmetkovitost snížit. U změřených tvárnic je možné vlivem seřízení zmenšit zmetkovitost z 10 % na 5 %, což představuje roční úsporu na jednom mačkadle :

$$u = s \cdot d \cdot v \cdot \frac{p}{100} \cdot c$$

u - roční úspora	...	Kčs	
s - směnnost	...		2
d - počet odprac. dnů v roce	...		260
v - váha brutto výlisků zhotovených za 1 směnu	...	kp	75,6
p - úspora na zmetcích	...	%	5
c - cena 1 kp vytříděných výlisků	...	Kčs	34,45

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-24-68/35
Pro použitý příklad perli velikosti 6 mm : $u = 2 \cdot 260 \cdot 75,6 \cdot 0,05 \cdot 34,46 = 67.197 \text{ Kčs}$ Protože není možné provést komplexní zhodnocení, neboť na uvedených vadách se podílejí ještě i jiné technologické faktory kromě nepřesnosti rotačních tvárnic, je možné vyčíslit skutečné úspory teprve po provedení provozních zkoušek s navrhovaným měřicím přípravkem.		

VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta strojní	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/36

V I I . Z Á V Ě R
=====

V této práci jsem se snažil zkonstruovat jednoduché zařízení, které by rychlým způsobem umožnilo kontrolu přesnosti rotačních tvárnic pro mačkání skleněných výlisků. Měřicí přípravek 1 /DP-SS-34-68-01/ vyhovuje požadované přesnosti, ovšem výsledky vyžadují matematické zpracování. Zařízení není nákladné, neboť n.p. Preciosa vlastní optickou dělicí hlavu i s příslušenstvím. Optická metoda, která nepostačovala požadované přesnosti $\pm 5 \text{ um}$ by při nižší přesnosti /0,02 mm/ vyhovovala a měření by bylo rychlé. Abych vyhověl požadavku rychlé kontroly a přímo získal relativní přesazení otvorů obou tvárnic proti sobě v takové poloze, ve které tvárnice pracují na tvarovacím stroji, vytvořil jsem návrh Měřicího přípravku 2 /DP-SS-34-68-02/.

Obsluha tohoto přípravku je podstatně jednodušší. Abychom určili výhodnější nastavení tvárnic, je však nutno provést zkusmo několik měření.

Za pomoc při řešení tohoto úkolu děkuji všem pracovníkům n.p. Preciosa, kteří mi svými zkušenostmi byli nápomocní, vedoucímu diplomové práce ing. Klebsovi a ing. Novákovi z VŠST v Liberci.

17. 6. 1968

Novák Jiří

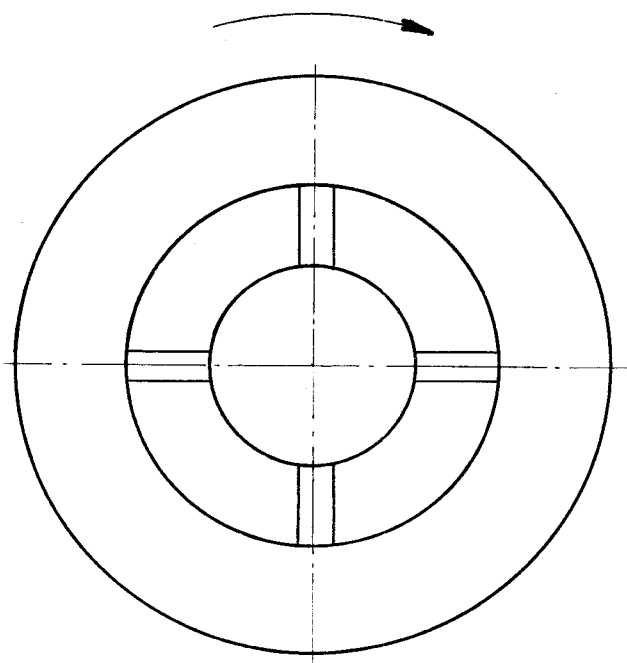
VŠST Liberec		Katedra KSS
Fakulta strojní	MĚRICÍ PŘÍPRAVEK	DP SS-34-68/37

V I I I . S E Z N A M P O U Ž I T É L I T E R A T U R Y =====

1. Schmidt Z., Dobrovolný B. : Technická příručka.
Práce, Praha, 1956.
2. Bartoš J. a kolektiv : Strojnické tabulky.
S N T L, Praha, 1966.
3. Kapek A., Krejtný V., Zdařil M. : Konstrukce
přípravků. 1. díl, S N T L, Praha, 1955
4. Seidler A., Kotlář J. : Výběr norem pro dílny
kovoprůmyslu. Práce, Praha, 1963.

T A B U L K A 1 .

Číslování jednotlivých roztečí otvorů tvárnice se rozumí od tzv. nulových otvorů. Při pohledu na upínací stranu tvárnice opatřené drážkami probíhá číslování roztečí 1, 2, 3, ... ve směru hodinových ručiček.



VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/ 39

T A B U L K A 1 .

Tvárnice B - č. 12-13-642-300 jmenov. rozteč 16°21'48"					
č.roz- teče	úhel na op- tické hlavě	úhlová rozteč	odchylka rozteče	posunutí otvoru/mm/	minimum /mm/
1	358°43'50"	16°24'00"	+2'11"	+0,038	47,012
2	15 07 50	16 24 30	+2 41	+0,047	21
3	31 32 20	16 23 40	+1 51	+0,03 2	18
4	47 56 00	16 21 40	-0 09	-0,003	15
5	64 17 40	16 23 10	+1 21	+0,023	17
6	80 40 50	16 22 10	+0 21	+0,006	35
7	97 03 00	16 23 10	+1 21	+0,023	43
8	113 26 10	16 21 20	-0 29	-0,008	51
9	129 47 30	16 21 30	-0 19	-0,005	53
10	146 09 00	16 20 20	-1 29	-0,026	63
11	162 29 20	16 24 00	+2 11	+0,038	63
12	178 53 20	16 22 20	+0 31	+0,009	78
13	195 15 40	16 19 10	-2 39	-0,046	79
14	211 34 50	16 23 20	+1 31	+0,026	77
15	227 58 10	16 21 30	-0 11	-0,003	75
16	244 19 40	16 22 50	+1 01	+0,018	58
17	260 42 30	16 19 00	-2 49	-0,047	34
18	277 01 30	16 18 40	-3 09	-0,054	29
19	293 20 10	16 24 30	+2 41	+0,047	31
20	309 44 40	16 21 40	-0 09	-0,003	37
21	326 06 20	16 20 00	-1 49	-0,040	25
22	342 26 20	16 22 30	+0 41	+0,012	17

VŠST Liberec	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta strojní		DP SS-34-68/40

T A B U L K A 1 . /pokračování/

Tvárnice A - č. 12-13-942-300 jmenov. rozteč 16°21'49"

č. roz- teče	úhel na op- tické hlavě	úhlová rozteč	odchylka rozteče	posunutí otvoru/mm	minimum /mm/
1	0°26'30"	16°22'30"	+0'41"	+0,012	47,050
2	16 48 50	16 20 20	-1 29	-0,026	68
3	33 09 10	16 21 50	+0 01	+0,000	64
4	49 31 00	16 20 10	-1 39	-0,029	52
5	65 51 10	16 20 20	- 129	-0,026	00
6	82 11 30	16 22 00	+0 11	+0,003	46,959
7	98 33 30	16 20 30	-1 19	-0,023	47,010
8	114 54 00	16 24 50	+3 01	+0,054	67
9	131 19 50	16 23 40	+1 51	+0,033	38
10	147 43 30	16 20 50	-0 59	-0,017	46
11	164 04 20	16 22 10	+0 21	+0,006	46
12	180 26 30	16 25 00	+3 11	+0,055	50
13	196 51 30	16 23 10	+1 21	+0,023	48
14	213 14 40	16 24 00	+2 11	+0,038	50
15	229 38 40	16 21 20	-0 29	-0,008	45
16	246 00 00	16 21 50	+0 01	+0,000	38
17	262 21 50	16 20 40	-1 09	-0,012	35
18	278 41 30	16 20 30	-1 19	-0,023	46
19	295 02 00	16 22 10	+0 21	+0,006	63
20	311 24 10	16 21 10	-0 39	-0,011	50
21	327 45 20	16 21 20	-0 29	-0,026	32
22	343 06 40	16 22 50	+1 01	+0,018	43

VŠST Liberec		MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS
Fakulta	strojní		DP SS-34-68/41

T A B U L K A 1 . /pokračování/

Tvárnice B - č. 12-13-042-300 jmenov. rozteč 16°21'40"					
č. rozteče	úhel na optické hlavě	úhlová rozteč	odchylka rozteče	posunutí otvoru/mm/	minimum/mm/
1	358°32'20"	16°24'30"	+2'41"	+0,047	43,020
2	14 56 50	16 24 10	+2 21	+0,041	31
3	31 21 00	16 23 10	+1 21	+0,023	29
4	47 45 10	16 21 20	-0 29	-0,008	21
5	64 06 30	16 23 10	+1 21	+0,023	24
6	80 29 40	16 21 40	-0 09	-0,003	41
7	96 51 20	16 23 20	+1 31	+0,026	49
8	113 14 40	16 21 30	-0 19	-0,005	54
9	129 36 10	16 21 20	-0 29	-0,008	59
10	145 58 30	16 20 00	-1 49	-0,032	58
11	162 18 30	16 24 10	+2 21	+0,041	69
12	178 42 40	16 22 10	+0 31	+0,008	85
13	195 04 50	16 19 10	-2 39	-0,047	85
14	211 24 00	16 23 10	+1 21	+0,023	82
15	227 47 10	16 21 20	-0 29	-0,008	80
16	244 08 30	16 22 20	+0 41	+0,012	64
17	260 30 50	16 18 50	-2 59	-0,054	38
18	276 49 40	16 18 50	-2 59	-0,054	35
19	293 08 30	16 24 20	+2 31	+0,046	35
20	309 32 50	16 21 20	-0 29	-0,008	42
21	325 54 50	16 19 30	-1 59	-0,035	29
22	342 14 20	16 23 00	+1 11	+0,020	22

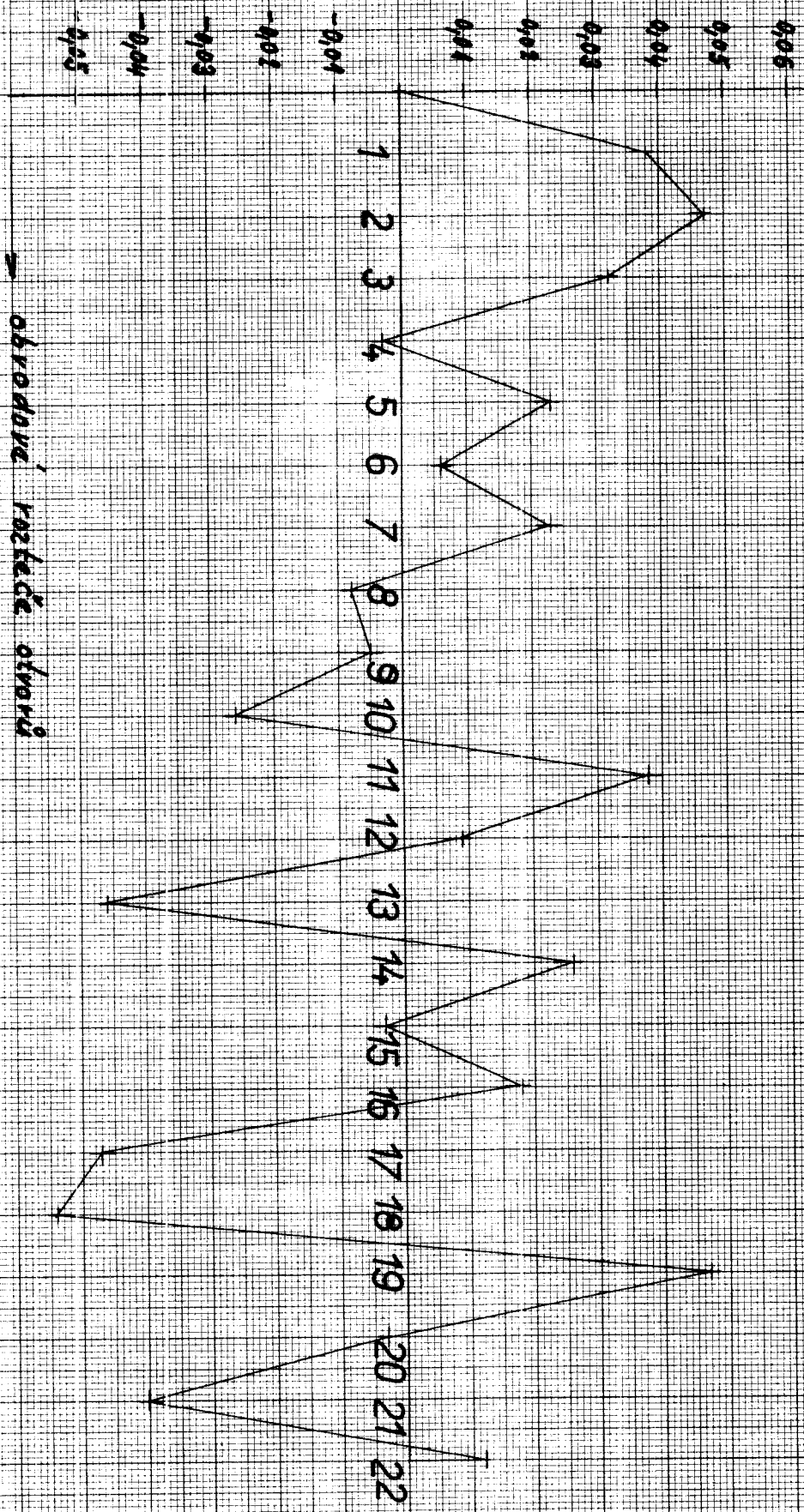
T A B U L K A 2 .

Tvárnice Ø 120 mm			
odchylka rozteče α /°/	posunutí otvoru/mm/ ρ	odchylka rozteče α /°/	posunutí otvoru/mm/ ρ
1	0,00029	31	0,00899
2	0,00058	32	0,00928
3	0,00087	33	0,00957
4	0,00116	34	0,00986
5	0,00145	35	0,01015
6	0,00174	36	0,01044
7	0,00203	37	0,01073
8	0,00232	38	0,01102
9	0,00261	39	0,01131
10	0,00290	40	0,01160
11	0,00319	41	0,01189
12	0,00348	42	0,01218
13	0,00377	43	0,01247
14	0,00406	44	0,01276
15	0,00435	45	0,01305
16	0,00464	46	0,01334
17	0,00493	47	0,01363
18	0,00522	48	0,01392
19	0,00551	49	0,01421
20	0,00580	50	0,01450
21	0,00609	51	0,01479
22	0,00638	52	0,01508
23	0,00667	53	0,01537
24	0,00696	54	0,01566
25	0,00725	55	0,01595
26	0,00754	56	0,01624
27	0,00783	57	0,01653
28	0,00812	58	0,01682
29	0,00841	59	0,01711
30	0,00870	60	0,01740

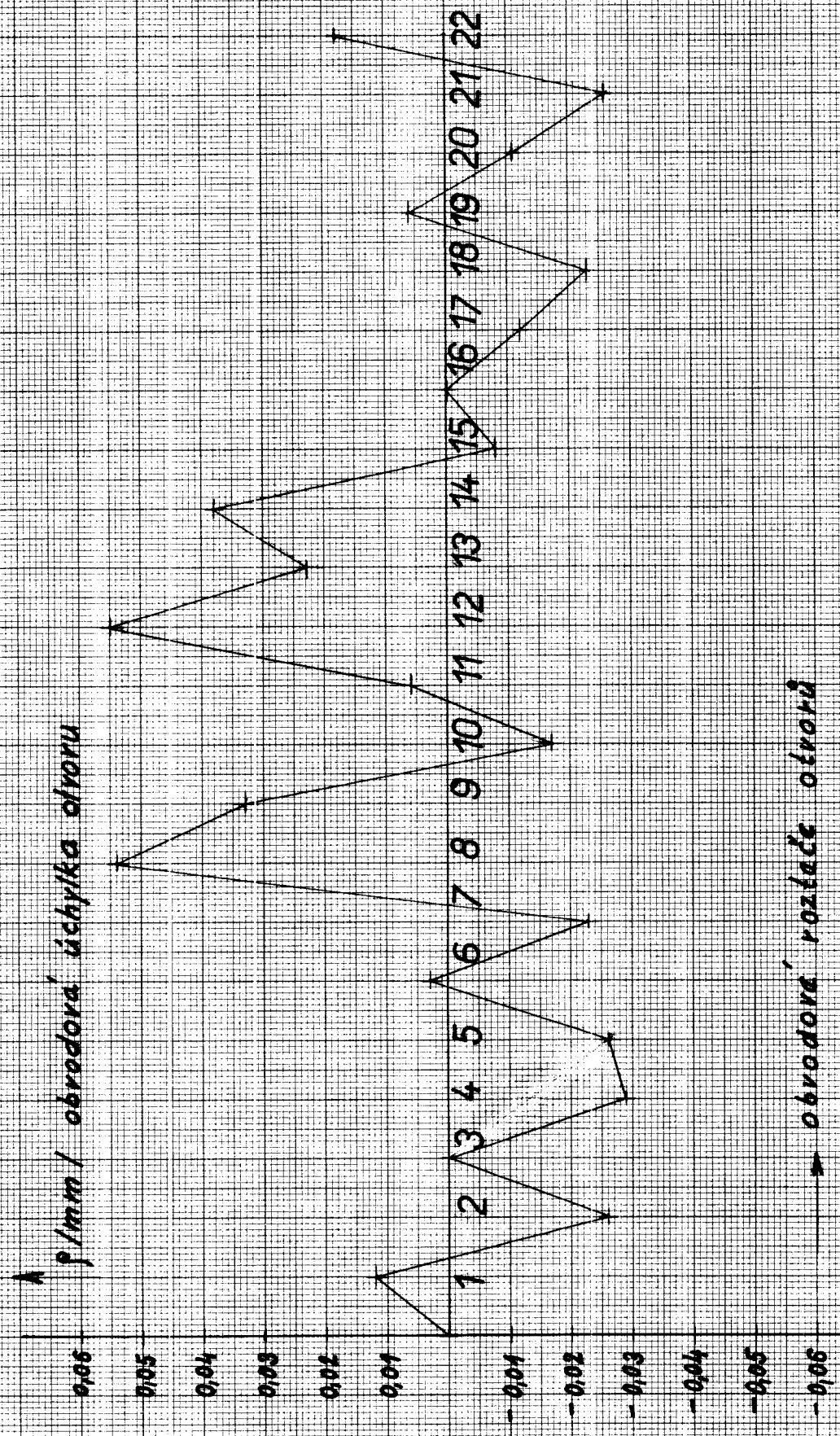
VŠST Liberec		MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK	Katedra KSS	
Fakulta strojní			DP SS-34-68/43	
T A B U L K A 2 /pokračování/				
Tvárnice Ø 120 mm				
odchylka rozteče x /"/	posunutí otvoru/mm p	odchylka rozteče x /"/	posunutí otvoru/mm p	
61	0,0 177	91	0,01264	
62	0,0 180	92	0,01267	
63	0,01183	93	0,01270	
64	0,01186	94	0,01273	
65	0,01188	95	0,01275	
66	0,01191	96	0,01278	
67	0,01194	97	0,01281	
68	0,01197	98	0,01284	
69	0,01200	99	0,01287	
70	0,01203	100	0,01290	
71	0,01206	101	0,01293	
72	0,01209	102	0,01296	
73	0,01212	103	0,01299	
74	0,01215	104	0,01302	
75	0,01217	105	0,01304	
76	0,01220	106	0,01307	
77	0,01223	107	0,01310	
78	0,01226	108	0,01313	
79	0,01229	109	0,01316	
80	0,01232	110	0,01319	
81	0,01235	111	0,01322	
82	0,01238	112	0,01325	
83	0,01241	113	0,01328	
84	0,01244	114	0,01331	
85	0,01246	115	0,01333	
86	0,0 250	116	0,01336	
87	0,0 252	117	0,01339	
88	0,0 255	118	0,01342	
89	0,0 258	119	0,01345	
90	0,0 261	120	0,01348	

TABULKA 3 - TVÁRNICE B

římá obrová úhlyka otvoru



TABULKA 3 - TVÁRNICE A



Počet kusů	Název - rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída materiálu	Čistá váha	Hrubá váha	Číslo výkresu	Pos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Úchylkoměr								1
1	Úchylkoměr								2
1	Optická hlava								3
1	Koník								4
2	Šroub M 6 x 30	ČSN 021143.52							5
4	Šroub M 6 x 12	ČSN 021143.52							6
4	Šroub M 3 x 6	ČSN 021131							7
2	Šroub M 5 x 10	ČSN 021131							8
1	Šroub M 3 x 12	ČSN 021131							9
1	Šroub M 12	4 HR 28 - 80 ČSN 425520.1	111371.0						10
1	Matice M 12x1,5	ČSN 021401							11
4	Šroub M 8 x 25	ČSN 021131							12
2	Šroub M 7 x 12	ČSN 021131							13
2	Šroub M 5 x 16	ČSN 021131							14
2	Kolík 3 x 10	ČSN 022150							15
1	Šroub M 6 x 10	ČSN 021131							16
1	Podložka 7,3	ČSN 021701.02							17
1	Šroub M 4 x 4	ČSN 021135							18
2	Šroub M 2 x 10	ČSN 021131							19
1	Stolek		422421						20
1	Vezení	4 HR 20-100 ČSN 425520.1	11300.0						21
1	Podložka	20x10-40 ČSN 425520.1	11371.0						22

Vyrobena	<i>Novak J.</i>	Upraveno
Překontroloval		
Norm. rev.		
Výr. projedn.	Schválil	transp.
	Dne	

Změna		Datum	Poups	Index změny

VČST
LIBRECE

Typ skupina
Název
PŘÍČÍ
PŘÍDAVEK 1.

Starý výkres Nový výkres

DP - SS - 34 - 01 - 01
Počet listů 3

1

Číslo řádku	Název součásti	Polohový číslo	Mater. konečný	Mater. výchozí	Číslo části	Číslo výkresu	Průměr dílny	Číslo výkresu	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Příložka	Plech 3x40- ČSN 425301.	60 21	11373.	0				23
2	Šroub	635-50 ČSN 425510.	1.	11500.	0				24
1	Šroub	620-50 ČSN 425510.	1	11500.	0				25
1	Držák	4HR 45-70 ČSN 425520.	1	11371.	0				26
1	Per o	+30x20-50 ČSN 425520.	1	11600.	0				27
1	Dotek	620-50 ČSN 425510.	12	14340.	9	14340.2		DP-SS-34- -68-11	28
2	Tvárnice								29
1	Držák	+50x20-70 ČSN 425520.	1	11371.	0				30
1	Držák	+40x60-50 ČSN 425520.	1	11371.	0				31
1	Šroub	620-80 ČSN 425510.	1	11600.	0				32
1	Kolečko	635-50 ČSN 425510.	1	11371.	0				33
1	Stojan		422421						34
1	Sloup	655-450 ČSN 425510.	1	11600.	0			DP-SS-34- -68-21	35
1	Matice	614-30 ČSN 425510.	1	11600.	0			DP-SS-34- -68-31	36
1	Matice	614-30 ČSN 425510.	1	11600.	0				37
1	Trn	680-200 ČSN 425510.	1	11500.	0				38
2	Podložka	620-50 ČSN 425510.	1	11371.	0				39
2	Matice	653-50 ČSN 425510.	1	11500.	0				40
1	Unašeč	+50x20-110 ČSN 425522.	1	11371.	0				41
1	Unašeč	+50x20-110 ČSN 425522.	1	11371.	0				42
2	Kroužek	632-50 ČSN 425510.	1	11371.	0				43
2	Čep	622-55 ČSN 425510.	1	11371.	0				44

Vyhotořil <i>Novák J</i>		Č. soukromé		Změna	Datum	Podpis	Index
Přezkoušel							
Norm. ref.							
Výr. projedn.		Schválil					
Dne		Č. transp.					
VŠST	Typ	Skupina	Starý výkres		Nový výkres		
LIBEREC	Název	MĚŘICÍ PŘÍPRAVEK 1.			DP - SS - 34 - 68 - 01		
			Počet listů 3		L. st. 2		

