

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra **obrábění a montáže**

Školní rok: 1992/1993

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro **Milana M A Š K A**

obor **(23 - 07 - 8) strojírenská technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Racionalizace výroby hydraulických bloků**

Zásady pro vypracování:

- 1) Hospodářský význam zadání
- 2) Studium dané problematiky
- 3) Rozbor současného stavu technologie
- 4) Konstrukční návrh sdruženého nástroje
- 5) Praktické ověření nástroje a vyhodnocení zkoušek
- 6) Ekonomické posouzení a závěr

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

69 / 93 5
+ PŘÍLOHA

KOM/OM

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah průvodní zprávy: **30 až 50 stran**
Seznam odborné literatury:

Schmidt, E.: Příručka řezných nástrojů. Praha, SNTL 1974
**Řasa, J.: Technologická cvičení - Návrh nástrojů pro
obrábění. Praha, SNTL 1981**
Firemní literatura, prospekty, časopisy.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Karel Bukač**
Konzultant: **Ing. Jaromír Sobota - HYTOS Vrohlabí a. s.**

Zadání diplomové práce: **30. 10. 1992**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. 5. 1993**

L.S.


Doc. Ing. Vladimír Gabriel, CSc.
Vedoucí katedry


Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.
Děkan

V Liberci

dne **30. 10. 1992**

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
Fakulta strojní

Milan Mašek

Racionalizace výroby hydraulických bloků

Diplomová práce

1993

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

obor strojírenská technologie

zaměření o b r á b ě n í a m o n t á ž

RACIONALIZACE VÝROBY HYDRAULICKÝCH BLOKŮ

KOM - OM - 811

Milan Mašek

Vedoucí práce : Ing. Karel Bukač, KOM VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Miroslav Sobota, a.s. HYTOS Vrchlabí

Počet stran : 52

Počet příloh

a tabulek : 16 + 3

Počet obrázků : 14

A N O T A C E

Označení DP : 811

Řešitel : Milan Mašek

RACIONALIZACE VÝROBY HYDRAULICKÝCH BLOKŮ

Diplomová práce je zaměřena na racionalizaci výroby hydraulických bloků ze šedé litiny. Obsahuje návrh konstrukčního řešení sdruženého nástroje, výsledky praktického ověření a ekonomické zhodnocení. Výsledkem tohoto řešení je ekonomicky více výhodná výroba hydraulických bloků.

Deset. třídění : DT 621.9

Klíčová slova : VYVRTÁVÁNÍ, SDRUŽENÝ NÁSTROJ, KONSTRUKCE
NÁSTROJE

Zpracovatel : VŠST Liberec

Dokončeno : 1993

Archivní označ. zprávy :

Počet stran : 52

Počet příloh

a tabulek : 16 + 3

Počet obrázků : 14

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075669

"Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta".

V Liberci, dne 18.5.1993

Milan Mašek

P r o h l á š e n í

Souhlasím, aby moje diplomová práce byla podle směrnice, uveřejněné v Pokynech a inf. VŠST 1/1975, zapůjčena nebo odprodána za účelem využití jejího obsahu.
Jsem si vědom toho, že práce je majetkem školy a že s ní nemohu sám disponovat.

Souhlasím, aby po pěti letech byla diplom. práce vrácena na níže uvedenou adresu, nebo v případě nedoručitelnosti skartována.

Milan Mašek
.....
podpis

Jméno a příjmení: Milan Mašek

Adresa stálého bydliště: K.V. Ráje 699
Vrchlabí 543 01

Adresa podniku, kde budete pracovat/pokud víte/:
.....

Obsah :

- 1. HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ**
 - 1.1. Úvod
- 2. KONSTRUKCE ŘEZNÝCH NÁSTROJŮ S VYUŽITÍM STAVITELNÝCH ELEMENTŮ**
 - 2.1. Vývoj obráběcích nástrojů
 - 2.2. Stavitelné elementy
 - 2.3. Břitové destičky
 - 2.4. Konstrukce nástrojů
 - 2.5. Přednosti použití sdruženého nástroje se stavitelnými elementy
- 3. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE**
 - 3.1. Obrobek
 - 3.2. Obráběcí stroj
 - 3.3. Upínací přípravky
 - 3.4. Řezné nástroje
- 4. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE**
 - 4.1. Zadané podmínky
 - 4.2. Konstrukce sdruženého nástroje
 - 4.2.1. Těleso nástroje
 - 4.2.2. Stavitelný element
 - 4.2.3. Seřízení přesné polohy a výměna destiček
 - 4.3. Řezné nástroje
 - 4.4. Řezné podmínky
 - 4.5. Výpočet namáhání nástroje
 - 4.5.1. Výpočet řezné síly

- 4.5.2. Napětí v kritickém průřezu
- 5. **PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ NÁSTROJE A VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK**
 - 5.1. Metodika zkoušek
 - 5.2. Měření rozměrové přesnosti
 - 5.2.1. Naměřené hodnoty a zhodnocení výsledků
 - 5.3. Měření geometrické přesnosti
 - 5.3.1. Naměřené hodnoty a zhodnocení výsledků
 - 5.4. Měření drsnosti
 - 5.4.1. Naměřené hodnoty a zhodnocení výsledků
- 6. **EKONOMICKÉ POSOUZENÍ**
 - 6.1. Vypočtené mzdové náklady na jeden kus součásti
 - 6.2. Vypočtený objem mzdových nákladů na roční výrobu
10 000 kusů
 - 6.3. Výpočet výhodnosti nově navrhovaného nástroje
- 7. **ZÁVĚR**

Přehled symbolů a zkratk

Cd	cena tělesa sdruženého nástroje /Kč/
Ce	cena břitových destiček za dobu životnosti tělesa /Kč/
C_{Fe}	konstanta
Cn	pořizovací cena nástroje /Kč/
d	předvrtaný průměr /mm/
D	průměr nástroje /mm/
Fc	řezná síla ve směru hlavního pohybu /N/
HB	tvrdost
h	hloubka řezu /mm/
Kn	koeficient nákladů na jednotku obrábění
Kv	koeficient zvýšení výkonnosti nástroje
l_t	dráha snímače /mm/
Mo	ohybový moment /N.m/
Ne	náklady na výměnu břitových destiček /Kč/
Nh	náklady na životnost jedné řezné hrany destičky /Kč/
Njh	náklady na jednotku obrábění u hodnoceného nástroje /Kč/
No	náklady na jedno ostření /Kč/
Ns	náklady na jeden cyklus trvanlivosti u srovnávaného nástroje /Kč/
n	otáčky nástroje /min ⁻¹ /
n_{Fe}	exponent
Oh	objem materiálu odebraný za časovou jednotku hodnoceným nástrojem /mm ³ . min ⁻¹ /
Os	objem materiálu odebraný za časovou jednotku srovnávaným nástrojem /mm ³ . min ⁻¹ /
Ph	počet vyměnitelných hran břitové destičky
Po	počet ostření za dobu životnosti nástroje
Pv	počet výměn břitových destiček za dobu životnosti tělesa nástroje
p	velikost ramene /mm/
Ra	střední aritmetická úchylka profilu /μm/
Re	mez pružnosti /MPa/
Rm	mez pevnosti /MPa/
S_{krit}	kritický průřez /mm/
s	posuv /mm . otáčka ⁻¹ /
s	posuv na zub /mm/
vfh	posuvová rychlost u hodnoceného nástroje /mm . min ⁻¹ /
vfs	posuvová rychlost u srovnávaného nástroje /mm . min ⁻¹ /
Wo	průřezový modul v ohybu /mm ³ /
x_{Fe}	exponent
y_{Fe}	exponent
z	počet zubů nástroje
σ_o	napětí v ohybu /MPa/
σ_t	napětí v tahu /MPa/

1. HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ

1.1. ÚVOD

Ve strojírenské technologii hraje velmi důležitou úlohu třískové obrábění. Přesto, že třískové obrábění je jedno z nejstarších výrobních metod, řada složitých problémů řezání jako utváření třísek, řezné odpory, teplo a teplota při řezání, opotřebení a trvanlivost nástrojů, optimální geometrie nástrojů, obrobitelnost, aplikace nových řezných materiálů aj. je neustále studována a řezný proces zdokonalován.

Jednou z cest jak racionalizovat proces obrábění kovů, ale i jiných materiálů je konstrukce nových nástrojů a zavádění nových technologií do výroby. Proto v posledních letech zahájila celá řada výrobců nářadí a řezných nástrojů výrobu stavitelných elementů, které nacházejí uplatnění v konstrukci sdružených a kombinovaných nástrojů pro různé druhy obrábění. Vzhledem k tomu, že jsou tyto nástroje opatřeny mechanicky upínanými břitovými destičkami, sníží se značně náklady na obrábění a vzrůstá životnost nástrojů. Tím, že lze u těchto nástrojů, použitím stavitelných elementů, sloučit několik operací do operace jediné, dochází k úspoře hlavních i vedlejších časů, lze tímto způsobem konstruovat i nástroje výkonnější. Řezné nástroje opatřené stavitelnými elementy mají pro proces

obrábění přínos ve zvýšení produktivity práce, zlepšení kvality obrábění a mají i ekonomický přínos.

Cílem této diplomové práce je navrhnout konstrukci tělesa sdruženého nástroje a stavitelného elementu pro obrábění předem daného stupňovitého otvoru u hydraulického bloku ze šedé litiny, podrobit je provozním zkouškám a tyto zkoušky vyhodnotit.

2. KONSTRUKCE ŘEZNÝCH NÁSTROJŮ S VYUŽITÍM STAVITELNÝCH ELEMENTŮ

2.1. VÝVOJ OBRÁBĚCÍCH NÁSTROJŮ

Obrábění je jednou z nejstarších technologií, kterou člověk používá při výrobě různých součástí již od starověku. Od prvních kroků až po dnešní dobu zaznamenal proces obrábění veliký vývoj. Společně s vlastní technologií se vyvíjely i nástroje užívané zpočátku k obrábění dřeva a postupem doby i materiálů stále tvrdších a pevnějších.

Nejvýznamnější vývojový skok prodělaly řezné materiály v posledním, tj. 20. století. Nové materiály umožňovaly používat v řezném procesu stále se zvyšující řezné rychlosti, posuvy i hloubky řezu.

Velké uplatnění v současné době nacházejí slinuté karbidy, které našly zastoupení snad ve všech druzích obrábění. Nejdříve byla destička ze slinutého karbidu přichycena pájením do lůžka tělesa nože, které bylo vyrobeno z běžné konstrukční oceli. Vzhledem k tomu, že vznikaly problémy při pájení destiček a také při ostření, byly hledány jiné cesty k uchycení destiček. Proto bylo vyvinuto mechanické upínání břitové destičky do lůžka tělesa nože, popř. do lůžka nožového elementu. Toto upínání se provádí buď šroubem či kolíkem za otvor v břitové destičce nebo

upínkou. Nástroje s mechanicky upínanými destičkami pronikly do mnoha způsobů obrábění.

Nejčastěji se s nimi můžeme setkat u nástrojů soustružnických, frézovacích, hoblovacích, vyvrtávacích a dalších. Vedle destiček ze slinutých karbidů se hlavně v dnešní době stále více používají další velmi tvrdé materiály, jako je řezná keramika, syntetický diamant, kubický nitrid bóru a další.

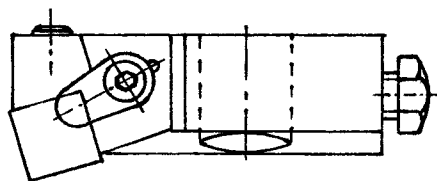
Kromě nástrojů klasických, to znamená nožů, fréz apod., se začaly využívat stavitelné elementy. I zde byly původně destičky ze slinutých karbidů do tělísek elementů přichyceny pájením. Ale postupem času i do této oblasti řezných nástrojů pronikl mechanický způsob upínání břitové destičky.

2.2. STAVITELNÉ ELEMENTY

Stavitelné elementy patří mezi pokrokové řezné nástroje. Jednak využíváním mechanického upnutí destičky z tvrdých nebo velmi tvrdých materiálů a jednak svou univerzálností a širokou možností použití v konstrukcích nástrojů pro různé způsoby obrábění.

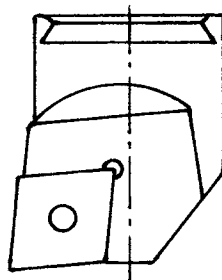
Existuje celá řada stavitelných elementů, které mají širší či užší uplatnění v praxi. K velmi často používaným elementům patří stavitelné držáky břitových destiček ze slinutých karbidů (obr. 1), které jsou mezi výrobci nářadí a řezných nástrojů velmi rozšířeny a které se v oblasti konstrukce sdružených nástrojů často použí-

vají. Tyto držáky lze seřadit příčně i podélně seřizovacími šrouby. Upevnění stavitelných držáků v tělese nástroje je provedeno šikmým šroubem. Tyto držáky jsou určeny a slouží ke konstrukci a renovaci stavebnicových nástrojů pro vyvrtávání, soustružení apod.



Obr. 1

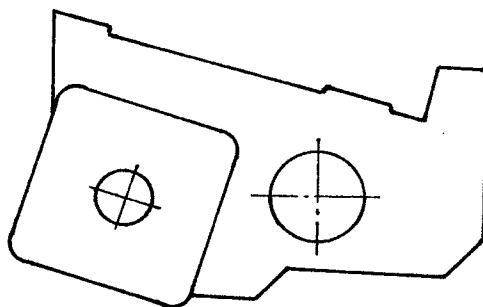
Dále jsou to stavitelné vyvrtávací hlavice s jednou mechanicky upínanou břitovou destičkou (obr. 2).



Obr. 2

Tento typ nástroje umožňuje přesné příčné nastavení špičky nástroje. Tyto hlavice mohou pracovat jen ve spojení s držákem stavitelné hlavice, což je provedeno pomocí rybinové drážky, zajištěné šrouby. Přesné nastavení zajišťuje dvojice ustavujících šroubů. Držáky mohou být upraveny pro přívod řezné kapaliny.

Dalším velmi často používaným typem stavitelných elementů jsou vyměnitelné kazety (obr.3).



Obr.3

U těchto kazet je zajištěna seřiditelnost v průměru, délce a poloze úhlu prostřednictvím jednoduchých šroubových elementů. Uplatnění nacházejí v mnoha oblastech třískového obrábění kovů, jako např. vyvrtávání, rovinné

operace a zahlubování u vnitřního a vnějšího obrábění. K nejznámějším firmám zabývajícím se konstrukcí a výrobou vyměnitelných stavitelných kazet patří firma WALTER.

Používání stavitelných elementů v konstrukci nástrojů umožňuje nejen změnu tvaru řezné části nástroje, ale i změnu geometrie, jako úhlu čela τ a úhlu nastavení α .

Aplikace těchto nových prvků má velký ekonomický přínos. A to jednak z hlediska nákladů na provoz nástroje, i když pořizovací náklady jsou vyšší, než u nástrojů celistvých a také z důvodů vlastního procesu obrábění, kdy tím, že nástroj je stavebnicí, působí mechanické spoje jako třecí tlumič kmitů. Tyto nástroje nemají takový sklon k samobuzeným kmitům jako nástroje celistvé. Tato přednost se projeví hlavně u vyvrtávacích tyčí.

Stavitelné elementy slouží ke konstrukci nástrojů pro vyvrtávání, frézování, soustružení a také pro vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami.

Ve výrobním sortimentu firem vyrábějících řezné nástroje se objevuje větší či menší počet těchto stavebnicových prvků. Prakticky žádná firma se v současné době již nespecializuje pouze na výrobu klasického nářadí.

Současný rozvoj strojírenské výroby si již nelze dost dobře představit bez numericky řízených strojů, obráběcích center i celých integrovaných výrobních úseků. U těchto drahých strojů je proto nutné používat pouze kva-

litní nástroje s dostatečným řezným výkonem. Proto se stále častěji přistupuje ke stavebnicovým nástrojům, které je možno nejlépe přizpůsobit dané operaci.

Ovšem stavebnicové elementy neslouží pouze ke konstrukci nástrojů nových, ale lze je použít také k renovaci stávajících nástrojů, pro zlepšení řezných podmínek, sdružování operací a tím i ke zvýšení produktivity procesu obrábění.

2.3. BŘITOVÉ DESTIČKY

Jako řezný materiál jsou u stavitelných elementů použity břitové destičky ze slinutých karbidů. Každý výrobce zabývající se výrobou těchto stavitelných elementů uvádí přehled tvarů a rozměrů používaných břitových destiček.

Pro příklad označování destiček bych uvedl břitovou destičku ze slinutého karbidu CCMT 06 02 04E-46. Toto označení znamená, že se jedná o destičku ve tvaru kosočtverce (C), s úhlem hřbetu $\alpha = 7^\circ$ (C), tolerancí tloušťky $\pm 0,13$ mm a délkou strany destičky, resp. průměru vepsané kružnice $\pm 0,05 \div 0,13$ mm (M), že jde o destičku s jednostranným utvařečem (T), délkou strany 6,45 mm (06), výškou špičky 2,4 mm (02), poloměrem špičky $r = 0,4$ mm (04), zaoblenou řeznou hranou (E) a typem utvařeče dle stanoveného kódu výrobce (46). Označení ostatních břitových destiček je analogické s uvedeným příkladem.

Dle ISO jsou slinuté karbidy rozděleny do tří hlavních skupin. První skupina slinutých karbidů je vhodná

pro obrábění materiálů s dlouhou třískou (P), druhá skupina pro materiály s krátkou třískou (K) a ve třetí skupině jsou materiály s krátkou i dlouhou třískou (M). Z tohoto rozdělení vyplývá, že pro daný typ obráběného materiálu volíme odpovídající typ slinutého karbidu.

Rozměry, tolerance a označování břitových destiček ze slinutých karbidů vyráběných v Prametu Šumperk jsou uvedeny v podnikových normách PN 22 09 54.

Nanášením otěruvzdorných povlaků z vysokotavitelných tvrdých sloučenin titanu (TiC , TiN) oxidem hliníkovým, nitridem hafnia a v poslední době nitridem zirkonu na povrch slinutých karbidů, se posunula hranice řezné rychlosti a tak stoupl význam slinutých karbidů jako vysoce progresivních řezných materiálů v technologii obrábění. Počáteční jednovrstvé povlaky karbidu titaničitého byly postupně nahrazovány dalšími povlaky a postupně byly vytvářeny kombinované, vícevrstvé povlaky, které jsou u špičkových výrobců dnes tvořeny více jak 10-ti vrstvami. S povlakovými břitovými destičkami lze dosáhnout vyšší trvanlivosti proti nepovlakovaným, za současného zvýšení řezné rychlosti.

2.4. KONSTRUKCE NÁSTROJŮ

Ke konstrukci nástrojů se využívají všechny typy stavitelných elementů, které jsou obsaženy v předcházející kapitole. Největšího uplatnění v praktickém konstruování nacházejí vyměnitelné kazety, stavitelné frézovací hlavice a stavitelné držáky břitových destiček.

Stavitelné elementy je možno využít v konstrukci kombinovaných a sdružených obráběcích nástrojů, které jsou nejčastěji používány pro vyvrtávání, vrtání hlubokých otvorů větších průměrů, lze je použít i pro složitější plochy obráběné vnějším válcovým soustružením. Z předcházejícího vyplývá, že lze za pomoci těchto stavebnicových prvků konstruovat řezné nástroje na provádění různých operací, které lze tímto sdružovat a lze tak obrábět obrobky složitých tvarů.

Tak pak nástroj pro vnější soustružení může sloužit k obrábění součásti, která má dva různé průměry, to znamená, že lze sloučit dvě i více operací v jednu. Nebo lze tento nástroj použít jako hrubovací a současně jako dokončovací tím, že je opatřen dvěma nebo více břity, každý na jinou hloubku řezu a tím lze odebrat několik vrstev materiálu na jedno projetí nástroje. Použije-li se při návrhu konstrukce sdruženého nástroje např. stavitelných držáků s různým úhlem nastavení α , lze dosáhnout různých jakostí obráběného povrchu.

Mezi velmi časté případy využití stavitelných elementů v konstrukci obráběcích nástrojů patří vyvrtávací

tyče. U tohoto druhu obrábění lze velmi dobře sdružovat různé operace obrábění na vnitřních rotačních plochách. Lze takto sdružit obrábění několika průměrů na jednu za současného sražení hrany pod různými úhly a ještě např. zarovnání čela, eventuálně čel.

Mezi kombinované stavebnicové nástroje patří také vícebřité hrubovací či dokončovací vyvrtávací tyče. Tyto nástroje přinášejí úsporu použitím několika břitů současně na tutéž obráběnou plochu, čímž je možné zvýšit posuv na otáčku při zachování řezných podmínek, čímž se zvýší výkon řezání a tím i produktivita práce. Úspory lze použitím kombinovaných nástrojů dosáhnout zkrácením času na výměnu nástrojů i časů hlavních, které se zkracují s počtem sdružených operací. Samotné vyvrtávací kombinované nástroje prodělaly značný vývoj. Tento typ nástroje je dále uváděn blíže z důvodu podobné konstrukce nástroje v této diplomové práci.

Nejstarší vyvrtávací tyče, které byly v praxi používány, měly přibližně tuto podobu. Používaly se řezné nástroje z nástrojové nebo rychlořezné oceli, které byly do nosného tělesa tyče usazovány a upínány. S počátkem užívání slinutých karbidů se počaly objevovat tyče, které byly osazeny malými noži, později bločky s připájenou břitovou destičkou. Tyto elementy byly usazeny do přesných vybrání v tělese nástroje a přichyceny či upnuty pomocí šroubů. Nevýhoda tohoto způsobu konstrukce byla hlavně v

ostření nástroje. Po opotřebení břitů nástrojů bylo třeba celé bločky demontovat z nosného tělesa a broušením naostřit. Po naostření musel být stavitelný element do tělesa opět upnut a pracně seřízen na správný rozměr. Další nevýhodou tohoto způsobu je ta skutečnost, že při ostření vznikají teploty kolem 1500°C . Při této teplotě je povrchová vrstvička karbidu stlačována spodní chladnou vrstvou a vzniklé namáhání napomáhá ke vzniku trhlinek v břitové destičce. To se projeví zvláště u křehkých druhů slinutých karbidů. Tento jev se již projeví při pájení destičky ze slinutého karbidu do sedla držáku. Z toho vyplývá, že provoz nástrojů s připájenými karbidovými destičkami je značně náročný.

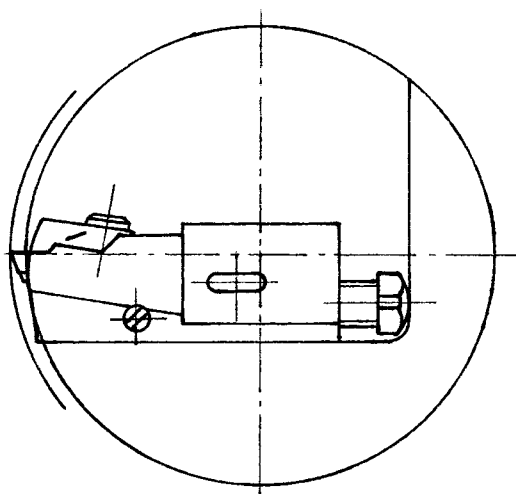
Situace se změnila s využitím mechanického upínání břitové destičky. Stavebnicové vyvrtávací tyče jsou břitovými destičkami opatřeny dvojím způsobem. Jednak je to způsob upnutí destičky za otvor nebo pomocí upínky přímo do sedla v tělese tyče.

První způsob upnutí, který je v této diplomové práci konkrétně zpracován, je využití již výše zmíněných stavitelných kazet břitové destičky mechanicky upínané. Smontované kazety jsou pomocí jednoho šroubu upnuty do přesných vyfrézovaných sedel v tělese vlastního nástroje. Stavitelná kazeta je v tomto sedle opřena o jeden podélný a dva příčné seřizovací šrouby, kterými je možné seřídit přesnou polohu špičky nástroje vůči ose rotace i vůči

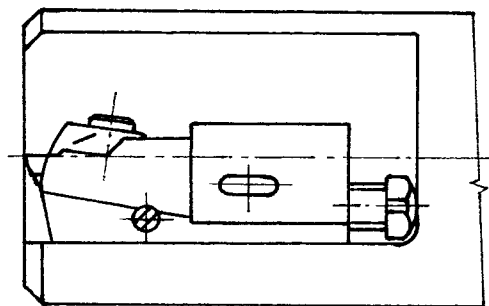
ostatním břitům.

Velkou výhodou tohoto využití stavebnicových elementů je ostření. Nejedná se ovšem o ostření v pravém slova smyslu. Po opotřebení jednoho břitu destičky ze slitutého karbidu se provede demontáž destičky, pootočení na nepoužitou řeznou hranu a opět upnutí do kazety. Při této činnosti zůstává vlastní kazeta ve stálé poloze vůči tělesu nástroje, takže po upnutí břitové destičky odpadá pracné seřízení, na rozdíl od použití nástrojů s připájenou destičkou. Rovněž odpadá tepelné ovlivnění struktury karbidu, čímž se zamezí vzniku trhlin. Samotná výměna břitové destičky trvá několik vteřin, takže i časové úspory vzniklé odstraněním broušení, jsou značné.

Dva základní způsoby uchycení stavitelné kazety břitové destičky vůči ose rotace, tj. radiální a axiální, jsou zachyceny na obrázcích 4 a 5.



Obr. 4



Obr. 5

Radiální způsob uložení je vhodný pro obrábění otvorů větších průměrů. Použití axiálního způsobu je vhodné tam, kde je třeba obrobit otvor o menším průměru, nebo, kde je třeba použít více kazet po obvodě průřezu obráběcí tyče, což u radiálního způsobu uložení stavitelné kazety není možné.

Z textu vyplývá, že stavitelné kazety břitové destičky jsou nejlépe vhodné ke konstrukci jednoúčelových stavebnicových nástrojů používaných v sériové a hromadné výrobě, používané pro obrábění výrobků na nichž lze sdružit různé operace.

2.5. PŘEDNOSTI POUŽITÍ SDRUŽENÉHO NÁSTROJE SE STAVITELNÝMI ELEMENTY

Jak již bylo v předcházejících kapitolách naznačeno, použití sdruženého nástroje se stavitelnými elementy přináší řadu evidentních výhod a to:

- lze obrábět obrobky složitých tvarů pomocí sdružení různých operací
- možnost použití nástroje jako hrubovací a současně jako dokončovací
- zvýšení výkonu řezání a tím i produktivity práce použitím několika břitů na tutéž obráběnou plochu
- dosažení různých jakostí obráběného povrchu v závislosti na úhlu nastavení α
- zkrácení času na výměnu nástrojů i časů hlavních (dle počtu sdružených operací)
- odpadá ostření jako takové (provede se pootočením destičky na nepoužitou řeznou hranu)
- mechanické spoje působí jako třecí tlumič kmitů
- při poškození lůžka destičky může prostřednictvím jednoduché výměny stavitelného elementu nástroje ihned dojít k opětovnému použití
- seřiditelnost nástroje v průměru, délce a poloze úhlu pomocí jednoduchých šroubových elementů

Z výše uvedených výhod použití sdruženého nástroje se stavitelnými elementy vyplývá, že tato konstrukce je velmi výhodná a patří ji budoucnost.

3. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

3.1. OBROBEK

Těleso hydraulického bloku je obráběno v a.s. HYTOS Vrchlabí. Toto těleso obsahuje stupňovitý otvor, u kterého je vhodné použít sdružené obrábění (obr.6). Obrobek slouží jako pojišťovací a odlehčovací blok pro pojišťovací ventil. Do obráběného stupňovitého otvoru přijde namontovat rohový zpětný ventil.

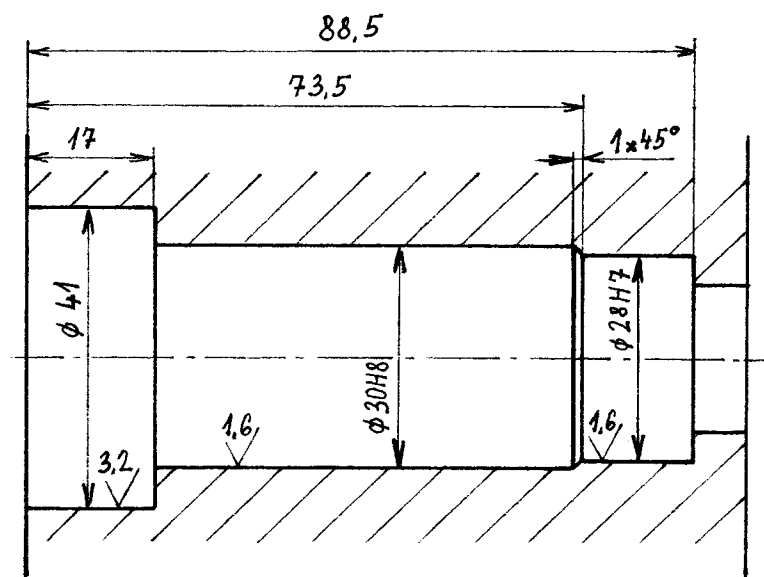
Hydraulický blok je vyroben odlitím ze šedé litiny 42 2425 s lupínkovým grafitem dle ČSN 42 2425.

Tento materiál má toto chemické složení:

C	3,2 ÷ 3,5 %
Si	1,8 ÷ 2,2 %
P	max. 0,5 %
Mn	0,6 ÷ 0,9 %
S	max. 0,15 %
Ni	0,1 ÷ 0,3 %
Cr	0,25 ÷ 0,5 %

Chemické složení volí dodavatel podle druhu tavících pecí, materiálu forem a dalších výrobních podmínek.

Pevnost tohoto materiálu v tahu je min. 250 MPa a v ohybu min. 430 MPa, nejvyšší dosahovaná tvrdost má hodnotu 240 HB, třída obrobitelnosti je 10a.



Obr. 6

3.2. OBRÁBĚCÍ STROJ

Obrábění se uskutečňuje na obráběcím centru MC 032 (obr.7). Je to moderní pětisouřadnicové centrum s diskovým zásobníkem pro 32 nástrojů s řízením pěti os systémem CNC.



Obr. 7

Součást je obráběna na dvě upnutí nezávisle na složitosti tvaru. Stroj dosahuje vysoké přesnosti kalenými vodícími plochami a dvojicemi kuličkových šroubů na tři osy X, Y a Z a přesnými převody na osy A a C. Vysoká kvalita přesného vrtání je zajištěna použitím speciálních ložisek. Obráběcí centrum umožňuje krátké časy pro výměnu nástrojů a také krátké polohovací časy v důsledku vysoké rychlosti rychloposuvu.

Moderní systém číslicového programového řízení, kterým je obráběcí centrum MC 032 vybaveno umožňuje velmi pohodlné programování i provoz.

3.3. UPÍNACÍ PŘÍPRAVEK

Těleso hydraulického bloku se upíná do přípravku a obrábí se na dvě upnutí. Je to universální upínací přípravek s upínkami, který umožňuje použití pro různé rozměrové řady bloků.

Přípravek je vždy instalován tak, aby síly působily proti pevným dorazům.

3.4. ŘEZNÉ NÁSTROJE

Těleso hydraulického bloku upnuté v přípravku se postupně obrábí jednotlivými komunálními popř. speciálně upravenými nástroji. Tato technologie obrábění má navýhodu v tom, že je zapotřebí velkého množství nástrojů pro obrobění našeho stupňovitého otvoru. Tím je také dána častá výměna těchto nástrojů a velké časové prodlevy při těchto výměnách.

Seznam používaných nástrojů pro obrábění stupňovitého otvoru dle obrázku 6:

- 1) navrtávák ϕ 27 mm
- 2) vrták ϕ 30,5 mm
- 3) fréza ϕ 25 mm
- 4) vrták ϕ 28 mm
- 5) vrták ϕ 20 mm
- 6) záhlubník ϕ 26 mm
- 7) prot. nůž ϕ 29,5 mm
- 8) prot. nůž ϕ 27,5 mm
- 9) sdružený nástroj (výhrubník) $\phi 29,75/\phi 27,75$ mm
- 10) kuželový záhlubník 90° ϕ 32 mm
- 11) kuželový záhlubník 90° ϕ 45 mm
- 12) výstružník ϕ 28 H7
- 13) výstružník ϕ 30 H8

4. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE

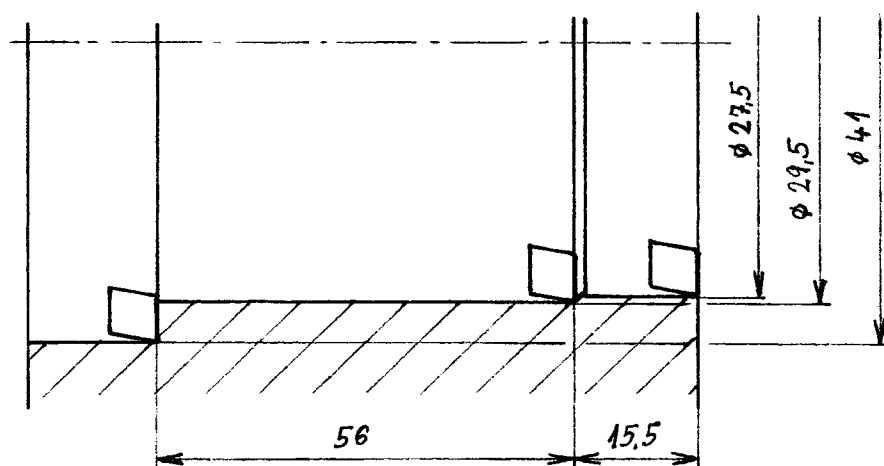
4.1. ZADANÉ PODMÍNKY

Jak již bylo uvedeno, úkolem této diplomové práce je navrhnout sdružený nástroj a stavitelný element pro obrábění daného stupňovitého otvoru dle obrázku 6. Z toho vyplývá, že rozměry a tvar nástroje musí být přizpůsobeny rozměrům a tvaru obráběných ploch u tohoto otvoru.

Největší průměr 41 mm bude obráběn na čisto, je-

likoř u tohoto průměru nejsou kladeny požadavky na určitou velikost tolerance.

Zbývající průměry 30H8 a 28H7 se budou hrubovat na průměry 29,5 mm a 27,5 mm z důvodu požadavku na velikosti tolerance a drsnost povrchu. Po hrubování bude následovat vyhrubování a vystružování. Vzájemná poloha břitů je znázorněna na obr.8.



Obr.8

Otvor bude před použitím našeho sdruženého nástroje předvrtán na $\phi 20$ mm. První břity sdruženého nástroje zvětší tento průměr na průměr 27,5 mm po celé délce 88,5 mm. Další břity zároveň zvětšují průměr 27,5 mm na průměr 29,5 mm po délce 73 mm. A jako poslední přicházejí do záběru břity, které zvětšují průměr 29,5 mm na konečných 41 mm po délce 17 mm. Jelikož všechny břity končí

s obráběním najednou, musí být přesně ustaveny vůči sobě.

4.2. KONSTRUKCE SDRUŽENÉHO NÁSTROJE

4.2.1. TĚLESO NÁSTROJE

Při konstrukci sdrúženého nástroje se vycházelo ze zadaných podmínek, které určily hlavní rozměry tělesa. Bylo užito celkem šesti stavitelných kazet umístěných do přesných sedel tělesa.

Pracovní část tělesa vyvrtávací tyče byla navržena jako válcovité těleso s odstupňovanými průměry. Část upínací má tvar kuželový určený pro upínání na obráběcí centrum MC 032 na kterém bude nástroj používán.

Přední část nástroje o ϕ 27 mm je opatřena dvěma sedly pro upnutí a ustavení dvou stavitelných kazet. Tato sedla jsou obvodově posunuta o 180° . Uložení kazet v nástroji je provedeno tak, aby po upnutí do tělesa tyče a po jemném seřízení byly břity nastaveny na řezný průměr 27,5 mm. Seřízení na průměr se provádí dvěma seřizovacími šrouby M2 x 5 mm ČSN 02 1185. Tyto seřizovací šrouby jsou umístěny do tělesa nástroje a opírají se o boční stěnu stavitelné kazety.

Také další dvě části tyče o ϕ 29 mm a 40,5 mm jsou opatřeny vždy dvěma sedly pootočenými o 180° . Seřízení na průměr je stejné.

V každém ze šesti sedel tělesa nástroje je vyvrtán otvor se zahloubením pro upnutí kazety pomocí šroubu M3 x 6 mm ČSN 02 1143.

Stejný počet břitů na protilehlých stranách nástroje by měl při správném seřizení umožňovat lepší chování nástroje v záběru. Vzájemná poloha břitů na jedné straně nástroje je zachycena na obr.8.

Pracovní část nástroje, jež slouží k upnutí a ustavení výměnných stavitelných kazet má celkovou délku 111,5 mm.

Ve střední části nástroje je vyrobena po obvodě drážka, jež slouží pro uchycení nástroje do diskového zásobníku.

Těleso vyvrtávací tyče je zakončeno upínací částí dlouhou 95 mm. Toto upínání odpovídá požadavku obráběcího stroje, na kterém bude nástroj pracovat. Povrch této části nástroje je broušen, aby bylo dosaženo drsnosti povrchu $R_a = 0,4 \mu\text{m}$.

Sedla pro stavitelné kazety jsou navržena s drsností povrchu $R_a = 3,2 \mu\text{m}$. Drážka pro upnutí nástroje v diskovém zásobníku je vyrobena s drsností $R_a = 1,6 \mu\text{m}$.

Ostatní části povrchu tělesa nástroje jsou provedeny v drsnosti povrchu $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.

Celé těleso je vyrobeno z oceli 14 220.3. Po opracování tyče do požadovaného tvaru a rozměru je nástroj kalen a popuštěn na pevnost $900 \div 1000 \text{ MPa}$.

Výrobní výkres tělesa vyvrtávací tyče je pod číslem 2-KOM-OM-811-01-01 uveden v příloze diplomové práce.

4.2.2. STAVITELNÝ ELEMENT

Při návrhu konstrukce stavitelného elementu se vycházelo z tvaru a rozměru tělesa nástroje. Jelikož rozměry tělesa nástroje jsou vzhledem k obráběnému otvoru poměrně malé, musela být konstrukce stavitelného elementu tomu odpovídající. Protože není žádný výrobce, který by vyráběl stavitelné elementy tak malých rozměrů, jediná cesta byla navrhnout a posléze vyrobit vlastní stavitelný element.

Při návrhu konstrukce elementu se vycházelo z konstrukčního řešení stavitelné kazety firmy WALTER. Tato firma má se stavbou sdružených nástrojů se stavitelnými elementy velkou zkušenost.

Základní tvar stavitelné kazety je o rozměrech 14x10x5 mm. Na straně o rozměru 14 mm je kazeta pod lůžkem zbroušena pod úhlem 17° proto, aby kopírovala válcovitý tvar tělesa nástroje. Do tělesa kazety je vyfrézováno lůžko pro upnutí břitové destičky. Poloha lůžka je přitom zvolena tak, aby spodní část destičky byla vyložena o 0,2 mm mimo lůžko kazety. Vzhledem k tomu, že budou použity destičky s úhlem hřbetu 7° , tak vyložení horní části destičky bude odpovídat hodnotě 0,49 mm. Aby bylo zajištěno kvalitní a spolehlivé upnutí destičky, jsou boky lůžek od

poloviny zkoseny pod úhlem 7° . Tento úhel zkosení odpovídá úhlu hřbetu na břitové destičce. Aby nedocházelo k poškození destičky v rohu lůžka, je zde navrženo vybrání o průměru 3,2 mm do hloubky 2,1 mm.

Břítová destička je uchycena do lůžka kazety pomocí šroubu M2,5 x 5 mm US 11. Poloha šroubu je taková, že při utahování zatahuje destičku do rohu lůžka.

Kazeta je přichycena do sedla tělesa nástroje pomocí šroubu M3 x 6 mm ČSN 02 1143 zespoda.

Délkové seřízení kazety umožňuje šroub M2 x 3 mm ČSN 02 1185, který se opírá o bok sedla tělesa nástroje. Tento šroub je zašroubován pod úhlem 60° . Seřizování na průměr je zajištěno jak již bylo uvedeno pomocí dvou šroubů v tělese nástroje.

Lůžka pro břitovou destičku jsou vyrobena s drsností povrchu $R_a = 1,6 \mu\text{m}$. Ostatní části kazety jsou o drsnosti $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.

Stavitelná kazeta je vyrobena z oceli 14 220.3 a po opracování zušlechtěna na pevnost $900 \div 1100 \text{ MPa}$.

Stavitelná kazeta je osazena břitovou destičkou CCMT 060204E-46, ISO K20 s povlakem 525P (vícevrstvý TiN). Tato destička je vhodná pro materiály s krátkou třískou, a tudíž i pro naši šedou litinu.

Výrobní výkres stavitelné kazety je pod číslem 4-KOM-OM-811-01-02 uveden v příloze diplomové práce.

4.2.3. SEŘÍZENÍ PŘESNÉ POLOHY A VÝMĚNA DESTIČEK

Z předcházejícího textu vyplývá, že základní poloha kazet je dána již výrobou tělesa nástroje. Pro přesné nastavení řezné hrany ve směru radiálním slouží dva příčné seřizovací šrouby, ve směru axiálním jeden podélný seřizovací šroub.

Ve směru axiálním toto zajišťuje šroub M2 x 3 mm ČSN 02 1185. Velikost seřízení je vymezena vůlí upínacího šroubu M3 x 6 mm ČSN 02 1143 v tělese nástroje a má hodnotu $\pm 0,25$ mm. Celková změna polohy je tedy 0,5 mm.

V radiálním směru lze kazetu seřídít ve stejném rozmezí jako ve směru axiálním. Lze tak měnit seřízení na průměr v rozmezí $0 \div 1$ mm. Minimální šířka bločku je 10,25 mm a maximální 10,75 mm. Toto seřízení se provádí pomocí dvou příčných šroubů M2 x 5 mm ČSN 02 1185.

Těmito seřizovacími prvky lze nastavit břity jednotlivých kazet do přesné vzájemné polohy. Takto připravený nástroj dovoluje použití k obrábění.

Po určité době provozu dojde k opotřebení břitů řezných destiček. Proto bude třeba nástroj přeostrřit. Ale vzhledem k tomu, že se jedná o mechanicky upínané břitové destičky, bude postup ostření zhruba takovýto. Nástroj zůstává upnut ve stroji. Pracovník obsluhující stroj nejdříve těleso tyče důkladně očistí od nečistot a poté povolí utahovací šroub destičky. Vyjme destičku, očistí dosedací plochu lože, destičku otočí tak, aby se dostal nový břit do

správné polohy a za stálého tlaku na destičku přitáhne šroub upínající destičku.

Vzhledem k tomu, že tělesa stavitelných kazet zůstávají při výměně v seřizené poloze, není třeba po výměně břitové destičky nástroj opět seřizovat. Toto naostření trvá několik vteřin.

4.3. ŘEZNÉ NÁSTROJE

Nová technologie je reprezentována sdruženým nástrojem, který v sobě sdružuje pět operací. Tento nástroj nahradí pět nástrojů které je zapotřebí u stávajícího technologického postupu. Tím odpadnou časové prodlevy při výměnách těchto nástrojů. Takže použití tohoto sdruženého nástroje vede k racionalizaci výroby hydraulických bloků. Nástroje budou používány na stejném obráběcím centru jako u stávající technologie.

Seznam nástrojů pro obrábění stupňovitého otvoru dle obr.6:

- 1) navrtávák ϕ 27 mm
- 2) vrták ϕ 20 mm
- 3) sdružený nástroj ϕ 41/ ϕ 29,5/ ϕ 27,5 mm
- 4) sdružený nástroj (výhrubník) ϕ 29,75/ ϕ 27,75 mm
- 5) kuželový záhlubník 90° ϕ 32 mm
- 6) kuželový záhlubník 90° ϕ 45 mm
- 7) výstružník ϕ 28H7
- 8) výstružník ϕ 30H8

4.4. ŘEZNÉ PODMÍNKY

Řezné podmínky byly zvoleny na základě později uskutečněných praktických zkoušek nástroje s ohledem na dosaženou jakost opracování a produktivitu.

Jak již bylo uvedeno, bude sdružený nástroj pracovat na obráběcím centru MC 032, a to za těchto zvolených řezných podmínek:

- posuv $s = 0,152 \text{ mm/otáčka}$
- otáčky $n = 1150 \text{ 1/min}$

Jako řezná kapalina je na tomto stroji použita směs oleje CASTROL SYNTILO RHS s vodou o koncentraci 4%.

4.5. VÝPOČET NAMÁHÁNÍ NÁSTROJE

V této části je uveden přibližný výpočet namáhání vyvrtávací tyče pro obrábění stupňovitého otvoru u výše uvedeného hydraulického bloku. Tento výpočet je realizován vzhledem k tomu, že se jedná o konstrukci zcela nového nástroje.

4.5.1. VÝPOČET ŘEZNÉ SÍLY

Pro výpočet řezné síly je použito experimentálně určeného vztahu. Tento vztah vyjadřuje zjednodušené závislosti mezi veličinami, které ovlivňují velikost řezné síly.

Při výpočtu se vycházelo z výše uvedených řezných podmínek:

- posuv $s = 0,152 \text{ mm/otáčka}$
- otáčky $n = 1150 \text{ 1/min}$

Řezná rychlost v:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad /m.min^{-1}/ \quad (1)$$

kde: D - obráběný průměr /mm/

n - otáčky nástroje /min⁻¹/

Pro náš případ, kdy D = 27,5 mm

$$n = 1150 \text{ min}^{-1}$$

Vychází v = 99,4 m.min⁻¹

Posuv na zub s_z:

$$s_z = \frac{s}{z} \quad /mm/ \quad (2)$$

kde: s - posuv /mm.otáčka⁻¹/

z - počet zubů (břitů)

Pro náš případ, kdy s = 0,152 mm.otáčka⁻¹

$$z = 2$$

Vychází s_z = 0,076 mm

Hloubka řezu h:

$$h = \frac{D - d}{2} \quad /mm/ \quad (3)$$

kde: D - obráběný průměr /mm/

d - předvrtaný průměr /mm/

Pro náš případ, kdy $D = 27,5$ mm

$d = 20$ mm

Vychází $h = 3,75$ mm

Řezná síla ve směru hlavního pohybu F_c :

$$F_c = c_{F_c} \cdot h^{x_{F_c}} \cdot s_z^{y_{F_c}} \quad /N/ \quad (4)$$

kde: c_{F_c} - konstanta

h - hloubka řezu /mm/

s_z - posuv na zub /mm/

x_{F_c} - exponent

y_{F_c} - exponent

Pro náš případ, kdy $c_{F_c} = 1050$

$h = 3,75$ mm

$s_z = 0,076$ mm

$x_{F_c} = 1$

$y_{F_c} = 0,73$

Vychází $F_c = 600,1$ N

Kromě posuvu a hloubky řezu ovlivňuje velikost řezné síly také řezná rychlost.

Řezná rychlost ve směru hlavního pohybu s uvažováním řezné rychlosti:

$$F_c = c_{F_c} \cdot h^{x_{F_c}} \cdot s_z^{y_{F_c}} \cdot v^{n_{F_c}} \quad /N/ \quad (5)$$

kde: c_{F_c} - konstanta

h - hloubka řezu /mm/

s_z - posuv na zub /mm/

v - řezná rychlost /m.min/

x_{F_c} - exponent

y_{F_c} - exponent

n_{F_c} - exponent

Pro náš případ, kdy $c_{F_c} = 1750$

$$h = 3,75 \text{ mm}$$

$$s_z = 0,076 \text{ mm}$$

$$v = 99,4 \text{ m.min}$$

$$x_{F_c} = 1$$

$$y_{F_c} = 0,73$$

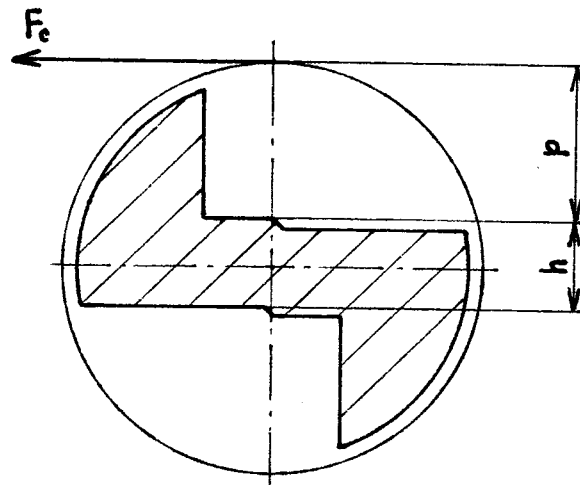
$$n_{F_c} = - 0,15$$

Vychází $F_c = 501,7 \text{ N}$

Pro výpočet volím sílu $F_c = 650 \text{ N}$

4.5.2. NAPĚTÍ V KRITICKÉM PRŮŘEZU

Silové působení vlivem řezné síly, které způsobuje napětí v kritickém průřezu je zachyceno na obr.9.



Obr.9

Jedná se o radiální řez přední části nástroje, ve které lze předpokládat největší napětí vlivem výše uvedeného zatížení. Kritický průřez, pro který byly zjišťovány hodnoty napětí je dán nejužším místem (6,3 mm) a délkou otevření sedla pro stavitelnou kazetu (14 mm).

Z obrázku 9 vyplývá, že síla F_c vyvozuje tahové a ohybové napětí.

$$\text{Kritický průřez } S_{krit} = h \cdot b \quad /mm^2/ \quad (6)$$

kde: h - nejužší místo /mm/

b - délka otevření sedla /mm/

Pro náš případ, kdy $h = 6,3 \text{ mm}$

$$b = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Vychází } S_{krit} = 88,2 \text{ mm}^2$$

Tahové napětí σ_t :

$$\sigma_t = \frac{F_c}{S_{krit}} \quad /MPa/ \quad (7)$$

kde: F_c - řezná síla /N/

S_{krit} - kritický průřez /mm²/

Pro náš případ, kdy $F_c = 650$ N

$$S_{krit} = 88,2 \text{ mm}^2$$

Vychází $\sigma_t = 7,37$ MPa

Ohybové napětí σ_o :

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \quad /MPa/ \quad (8)$$

kde: M_o - ohybový moment /N.mm/

W_o - průřezový modul v ohybu /mm³/

Ohybový moment M_o :

$$M_o = F_c \cdot p \quad /N.mm/ \quad (9)$$

kde: F_c - řezná síla /N/

p - velikost ramene /mm/

Pro náš případ, kdy $F_c = 650$ N

$$p = 10,45 \text{ mm}$$

Vychází $M_o = 6792,5 \text{ N.mm}$

Průřezový modul v ohybu W_o :

$$W_o = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad /mm^3/ \quad (10)$$

kde: b - délka otevření sedla $/mm/$

h - nejúžší místo $/mm/$

Pro náš případ, kdy $b = 14 \text{ mm}$

$$h = 6,3 \text{ mm}$$

Vychází $W_o = 92,6 \text{ mm}^3$

Ohybové napětí je potom $\sigma_o = 73,35 \text{ MPa}$

Pevnostní hodnoty materiálu 14 220: $R_e = 600 \text{ MPa}$

$$R_m = 800 \text{ MPa}$$

Obě hodnoty napětí jsou hluboko pod hodnotou meze kluzu $R_e = 600 \text{ MPa}$, takže nástroj z hlediska namáhání vyhovuje.

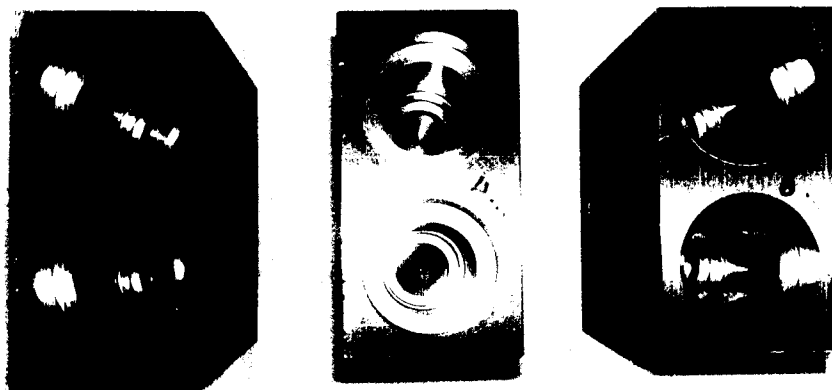
5. PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ NÁSTROJE A VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK

5.1. METODIKA ZKOUŠEK

Po navržení a následném zhotovení sdruženého nástroje proběhlo praktické ověření. Vlastní zkoušky byly zaměřeny na měření:

- rozměrové přesnosti otvorů
- geometrické přesnosti otvorů
- drsnosti povrchu otvorů

Při zkoušce bylo celkem vyvrtáno šest otvorů, a to při různých řezných podmínkách (obr.10, tab.1).



Obr.10

Tab.1

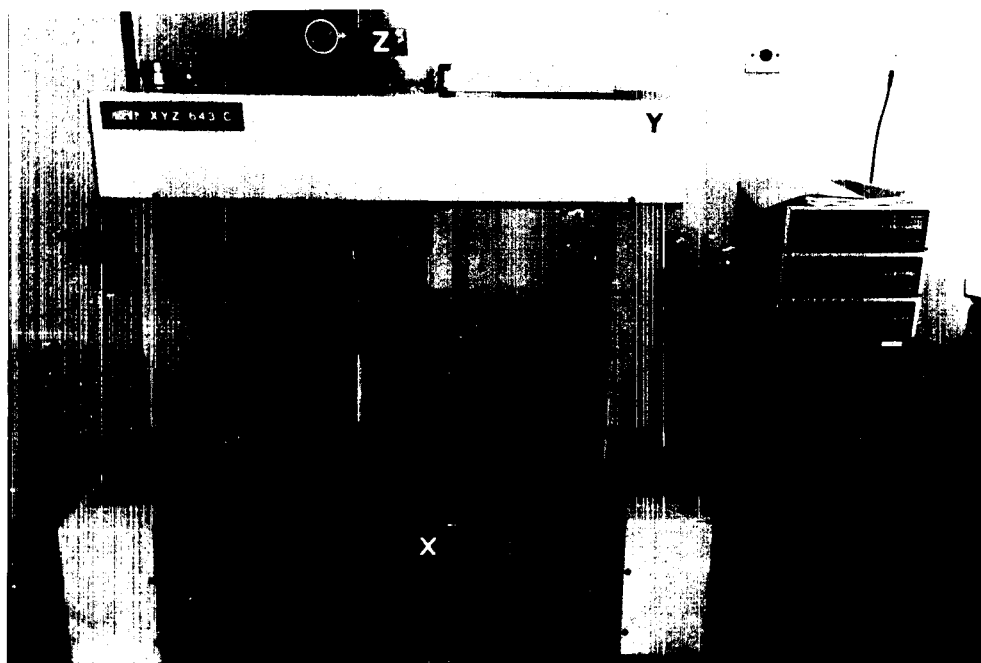
Číslo otvoru	$n \text{ /min}^{-1}$	$s \text{ /mm.otáčka}^{-1}$	$v \text{ /m.min}^{-1}$
1	600	0,1	77,3
2	770	0,1	99,2
3	770	0,15	99,2
4	900	0,2	115,9
5	1150	0,152	148,1
6	1500	0,15	193,2

Materiál obrobku byl zvolen stejný jako je materiál hydraulického bloku, který bude nástroj v budoucnu obrábět (šedá litina 42 2425). Ze stejného důvodu bylo také vybráno obráběcí centrum MC 032.

Vzhledem k tomu, že v dané a.s. HYTOS Vrchlabí nepoužívají břitové destičky určené na obrábění litiny, bylo při zkouškách použito destiček pro ocel ISO P30 s povlakem 520P.

5.2. MĚŘENÍ ROZMĚROVÉ PŘESNOSTI

Rozměrová přesnost všech tří průměrů u šesti otvorů byla měřena na přístroji SOMET XYZ 643C (obr.11).



Obr.11

Úkolem tohoto měření bylo porovnat hodnoty průměrů otvorů které nástroj vyrobil s hodnotami, na které byl nástroj nastaven.

5.2.1. NAMĚŘENÉ HODNOTY A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Naměřené hodnoty průměrů u vyrobených otvorů uvádí tab.2.

Tab.2

Číslo otvoru	ϕ /mm/	ϕ /mm/	ϕ /mm/
1	27,557	29,626	41,220
2	27,556	29,630	41,252
3	27,557	29,635	41,269
4	27,558	29,655	41,290
5	27,600	29,655	41,293
6	27,605	29,648	41,324

Naměřené hodnoty, na které byl nástroj před praktickým ověřením nastaven jsou v tab.3. Měření probíhalo na optickém mikroskopu CARL ZEISS JENA.

Tab.3

Nástroj	ϕ 27,643	ϕ 29,659	ϕ 41,2100
---------	---------------	---------------	----------------

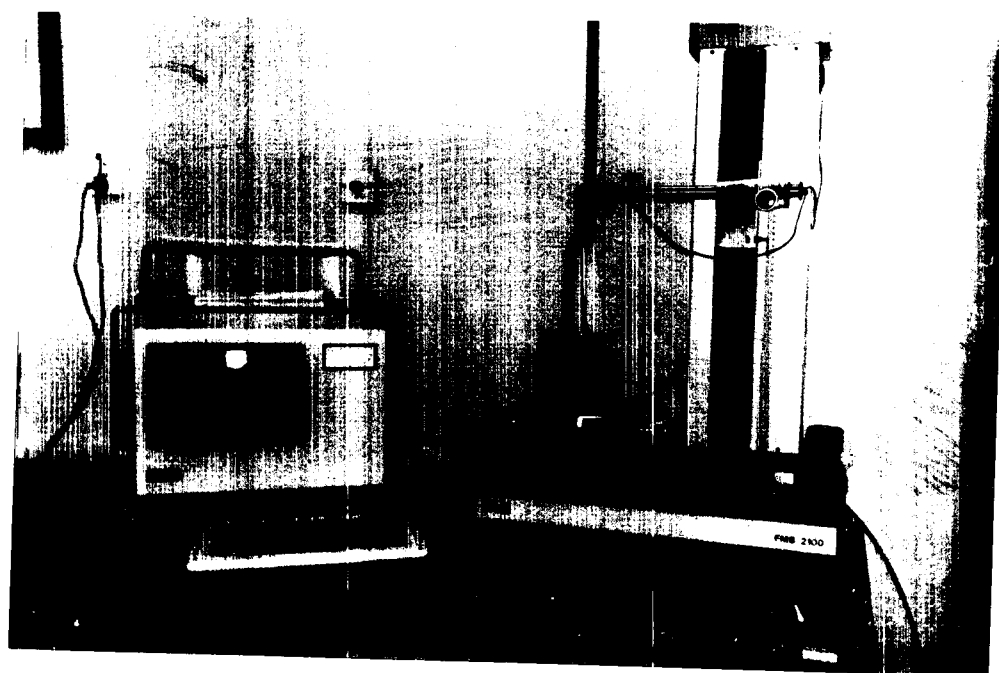
Z uvedených tabulek je vidět, že u nejmenších a prostředních průměrů vyrobených otvorů jsou hodnoty menší, nežli jaké byly nastaveny na nástroji. Při následném přeměření na mikroskopu bylo zjištěno, že břity na jedné straně nástroje byly nepatrně více vysunuty nežli na straně druhé. Toto způsobilo, že při letmo upnutém nástroji se vlivem řezného odporu při vysouvání vřetena snižuje tuhost na konci vyvrtávací tyče, takže průměry vyvrtané na místě vzdálenějším od místa upnutí jsou menší než na jejím začátku.

Obecně lze konstatovat, že přesnost obrobené díry je tím vyšší, čím je tuhost nástroje vyšší, tj. čím je průměr vyvrtávací tyče co největší a její vyložení co nejmenší.

5.3. MĚŘENÍ GEOMETRICKÉ PŘESNOSTI

Toto měření bylo zaměřeno na měření kruhovitosti a souososti. Měření probíhalo na přístroji FAG se systémem FMS 2100 (obr.12).

Kruhovitost byla měřena na všech třech průměrech. Souosost byla zpracována tím způsobem, že hodnoty na prvním a třetím průměru jsou vztaženy k prostřednímu průměru.



Obr.12

5.3.1. NAMĚŘENÉ HODNOTY A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Naměřené hodnoty kruhovitosti a souososti byly vytisknuty na plotru do protokolů (obr.13). Protokoly jsou uvedeny v přílohách 1 až 6.

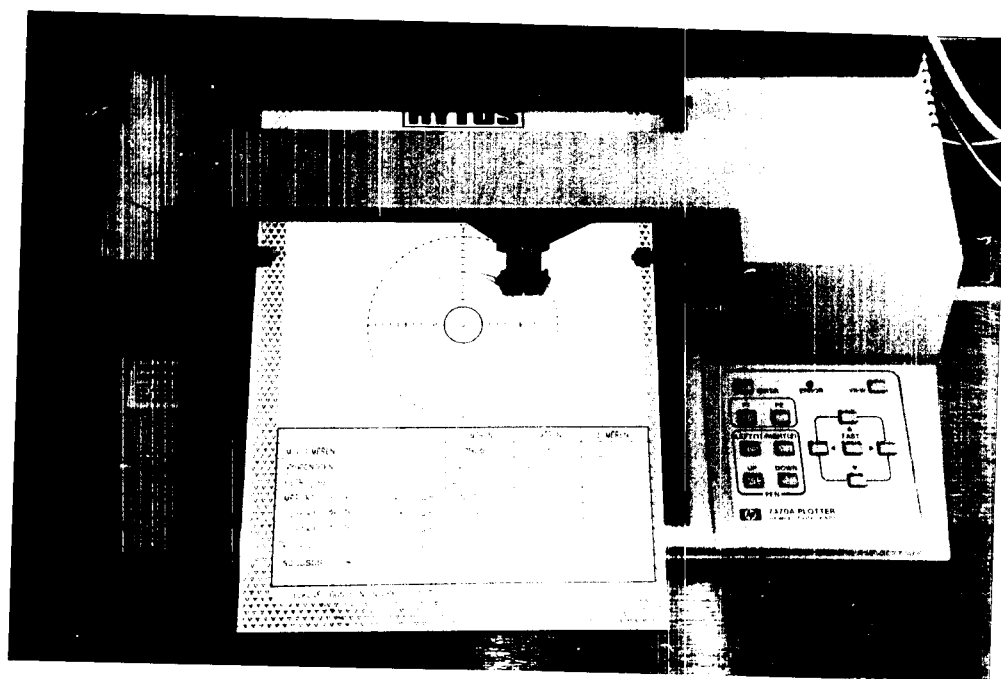
Z těchto výsledků měření se vycházelo při návrhu řezných podmínek, za kterých by měl sdružený nástroj v budoucnu obrábět.

Největší hodnota kruhovitosti byla naměřena u prvního otvoru o průměru 41 mm ($27,7 \mu\text{m}$). Naopak nejmenší hodnota kruhovitosti byla u třetího otvoru o stejném prů-

měru 41 mm ($4,7 \mu\text{m}$). Celkem je možné říci, že hodnoty kruhovitosti se všude pohybovaly na nízké úrovni.

Souosost byla nejhorší u čtvrtého otvoru, a to zřejmě z důvodu vyšší hodnoty posuvu. Nejlepší souosost byla u prvního a druhého otvoru, kde je posuv nejmenší.

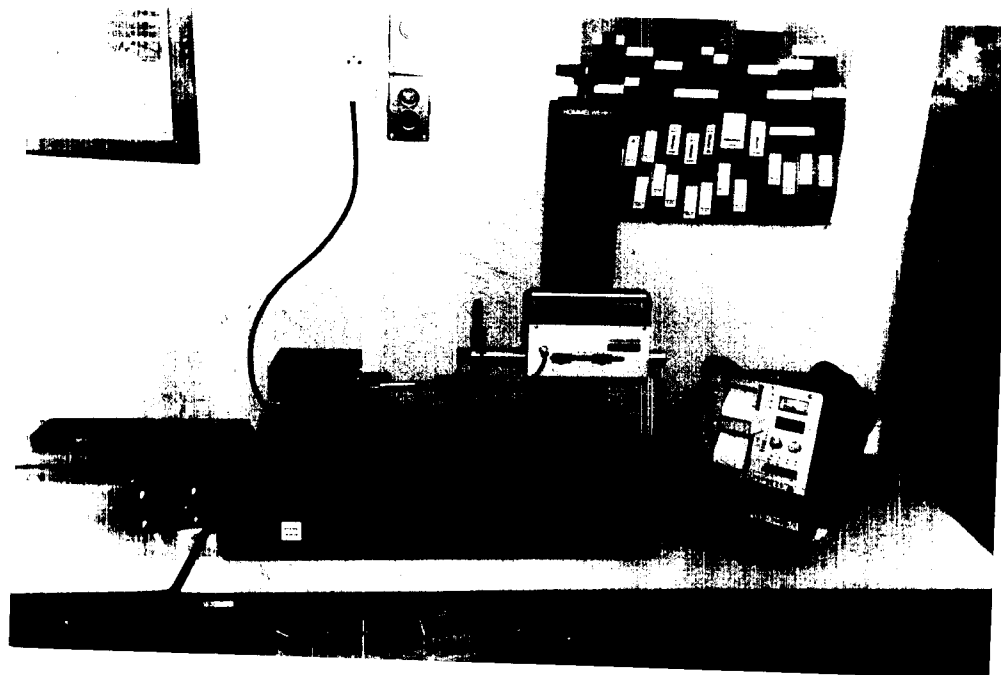
U pátého otvoru byla naměřena kruhovitost i souosost na požadované úrovni. Proto se při návrhu řezných podmínek vycházelo z hodnot řezných podmínek za kterých byl tento otvor vyroben.



Obr. 13

5.4. MĚŘENÍ DRSNOSTI POVRCHU

Drsnost povrchu byla měřena přístrojem HOMMEL TESTER T6D (obr.14).



Obr.14

Měření probíhalo na prostředním a největším průměru otvoru.

Z provedených měření byl pořízen grafický záznam. Měřena byla střední aritmetická úchylka nerovností R_a .

5.4.1. NAMĚŘENÉ HODNOTY A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Grafické záznamy s uvedením řezných podmínek a dosažené drsnosti povrchu R_a jsou uvedeny v přílohách 7

až 12. Dosahované hodnoty drsnosti povrchu se v průměru pohybovaly okolo $R_a = 2,0 \text{ } \mu\text{m}$. Při vyšších řezných rychlostech se drsnost zvětšuje. Velikost drsnosti rovněž stoupá se zvětšováním posuvu.

I u tohoto měření byla drsnost povrchu u pátého otvoru na požadované úrovni. Takže můžeme považovat řezné podmínky za vyhovující.

6. EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

6.1. VYPOČTENÉ MZDOVÉ NÁKLADY NA JEDEN KUS SOUČÁSTI

a) Stávající technologie :

- čas trvání pěti operací	5,300 min
- mzdové náklady na 1 kus	2,942 Kč/kus

b) Nová technologie :

- čas trvání jedné operace	0,506 min
- mzdové náklady na 1 kus	0,281 Kč/kus

Úspora mzdových nákladů na 1 kus	2,661 Kč/kus
----------------------------------	--------------

6.2. VYPOČTENÝ OBJEM MZDOVÝCH NÁKLADŮ NA ROČNÍ

VÝROBU 10.000 kusů

a) Stávající technologie	29.420 Kč/rok
b) Nová technologie	2.810 Kč/rok
Roční úspora mzdových nákladů	26.610 Kč/rok

6.3. VÝPOČET VÝHODNOSTI NOVĚ NAVRHOVANÉHO NÁSTROJE

Skutečným obrazem výhodnosti nebo nevýhodnosti nasazení nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami je oblast ekonomického hodnocení, kde je třeba získat obraz o úrovni nákladů vynaložených na příslušnou technologickou operaci ve srovnání s použitím dosud užívaných monolitních nástrojů, či nástrojů s pevně připájenými břitovými destičkami. Pro tyto druhy nástrojů se v dosavadní praxi používaly jako výchozí údaje hodnoty trvanlivosti a životnosti nástroje, které jsou jednoznačně definovány jako časové hodnoty.

Z uvedených hodnot potom odvozujeme souhrn nákladů, které vstupují jako hodnota použitého nástroje do hodnoty výrobku následovně :

- náklady na pořízení nástroje

- náklady na přestrojení nástroje x počet přestrojení

Ze souhrnu těchto nákladů lze odvodit náklady na jeden cyklus trvanlivosti u uživatele :

$$N_s = \frac{C_n + (N_o \cdot P_o)}{P_o + 1} \quad /Kč/ \quad (11)$$

kde: C_n - pořizovací cena nástroje /Kč/

N_o - náklady na jedno ostření nástroje /Kč/

P_o - počet ostření nástroje za dobu životnosti

Pro náš případ, kdy $C_n = (44; 78,5; 547,36; 217; 217)$ Kč

$N_o = (40; 20; 40; 28; 28)$ Kč

$P_o = (50; 100; 50; 20; 20)$

Vychází $\Sigma N_s = 184,61$ Kč

Pro porovnání monolitních nástrojů a nástrojů s vyměnitelnými destičkami je třeba zohlednit rozdílné podmínky jejich použití v technologickém procesu. Zejména je třeba vzít v úvahu změnu skladby nákladových položek vstupujících do hodnoty výrobku jako hodnotu nástroje, která je následovná:

- náklady na pořízení tělesa sdruženého nástroje
- náklady na pořízení břitových destiček za dobu životnosti tělesa sdruženého nástroje
- náklady na výměnu břitových destiček x počet výměn

Z uvedených hodnot je možno odvodit náklady na životnost jedné řezné hrany břitové destičky:

$$N_h = \frac{C_d + C_e + N_e}{P_v \cdot P_h} \quad /Kč/ \quad (12)$$

kde: C_d - cena tělesa /Kč/

C_e - cena břitových destiček za dobu životnosti
tělesa /Kč/

Ne - náklady na výměnu břitových destiček za dobu
životnosti tělesa /Kč/

Pv - počet výměn břitových destiček za dobu
životnosti tělesa

Ph - počet vyměnitelných hran břitové destičky

Pro náš případ, kdy $C_d = 7.400 \text{ Kč}$

$C_e = 76.860 \text{ Kč}$

$N_e = 5.827 \text{ Kč}$

$P_v = 700$

$P_h = 2$

Vychází $N_h = 64,35 \text{ Kč}$

Dále je třeba vzít v úvahu rozdílné použité
řezné podmínky. Proto se zavádí koeficient zvýšení
výkonnosti nástroje:

$$K_v = \frac{O_h}{O_s} = \frac{v_{fh}}{v_{fs}} \quad (13)$$

kde: O_h - objem materiálu odebraný za časovou jednotku
hodnoceným nástrojem $/\text{mm}^3 \cdot \text{min}^{-1}/$

O_s - objem materiálu odebraný za časovou jednotku
srovnávaným nástrojem $/\text{mm}^3 \cdot \text{min}^{-1}/$

v_{fh} - posuvová rychlost u hodnoceného nástroje $/\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}/$

v_{fs} - posuvová rychlost u srovnávaného nástroje
 $/\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}/$

Pro náš případ, kdy $v_{fh} = 175 \text{ mm} \cdot \text{min}$

$v_{fs} = 54 \text{ mm} \cdot \text{min}$

Vychází $K_v = 3,24$

Ke konečnému hodnocení ekonomické efektivnosti nasazení hodnoceného nástroje je nutno uskutečnit přepočít dle vztahu:

$$N_{jh} = \frac{N_h}{K_v} \quad / \text{Kč} / \quad (14)$$

kde: N_{jh} - náklady na jednotku obrábění u hodnoceného nástroje

Pro náš případ $N_{jh} = 19,86 \text{ Kč}$

Konečný obraz o vzájemném poměru hodnot dosahovaných v oblasti vynaložených nákladů nástrojem hodnoceným a nástrojem srovnávaným nám poskytuje koeficient nákladů na jednotku obrábění, kde za základní je brána hodnota dosahovaná nástrojem srovnávaným dle vztahu:

$$K_n = \frac{N_{jh}}{N_s} \quad (15)$$

Za výhodným je možno považovat případy, kdy hodnota $K_n < 1$.

Pro náš případ $K_n = 0,108$, což znamená, že použití hodnoceného (navrhovaného) nástroje přinese snížení nákladů na jednotku obrábění ve výši 89,2 %. Tím se navrhovaný nástroj stává ekonomicky výhodný.

Seznam příloh

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| 1 až 6 | Protokoly geometrické přesnosti |
| 7 až 12 | Grafické záznamy drsnosti povrchu |
| | Výkres 3-KOM-OM-811-01-00 |
| | Výkres 2-KOM-OM-811-01-01 |
| | Výkres 4-KOM-OM-811-01-02 |
| | Výkres 4-KOM-OM-811-01-03 |

Seznam použité literatury

- 1) Merhaut, Z.: Využití stavitelných elementů v konstrukci
řezných nástrojů./Diplomová práce/.VŠST
Liberec 1984.Fakulta strojní.
- 2) Přikryl, Z.-Musílková, R.: Teorie obrábění.SNTL Praha
1982.
- 3) Schmidt, E.: Příručka řezných nástrojů.Praha, SNTL 1974.
- 4) Řasa, J.: Technologická cvičení - Návrh nástrojů pro
obrábění.Praha, SNTL 1981.
- 5) VŠST Liberec.Společné vědecké sympozium družebních
škol VŠST Liberec - TU Dresden.1985.
- 6) WALTER.Nowex - Bohrwerkzeuge.1991.

Závěrem bych chtěl poděkovat p. Ing. Karlu Bukačovi a p. Ing. Miroslavu Sobotovi za cenné připomínky, rady a pomoc při vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat i ostatním pedagogům a pracovníkům KOM, kteří mi při zpracování diplomové práce vyšli vstříc.

Milan Mašek

Milan Mašek

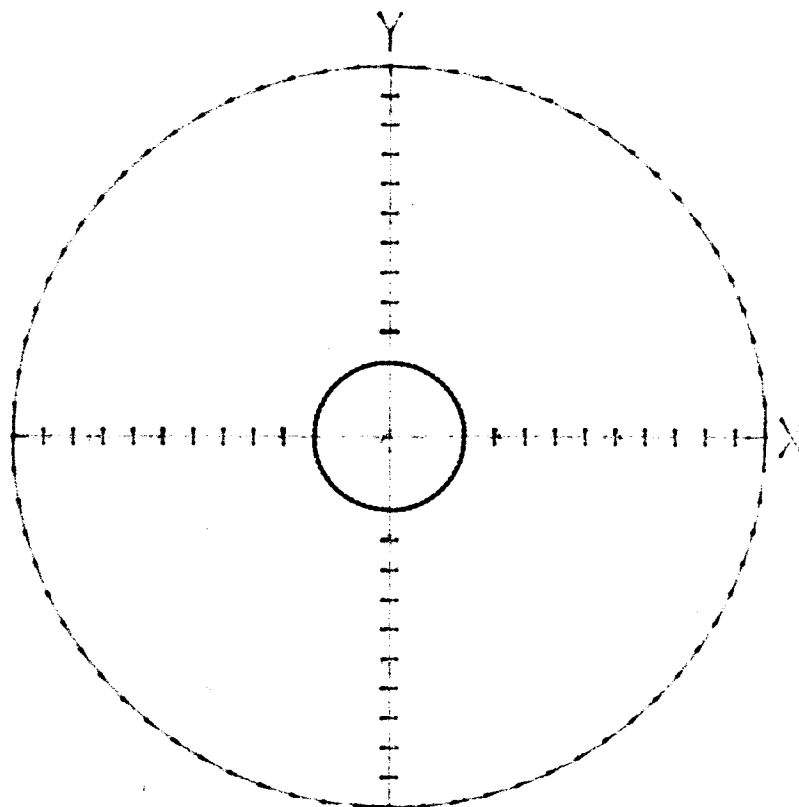
HYTOS

Příloha 1

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 1
SOUČÁST: hydraulický blok otvor ø4		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



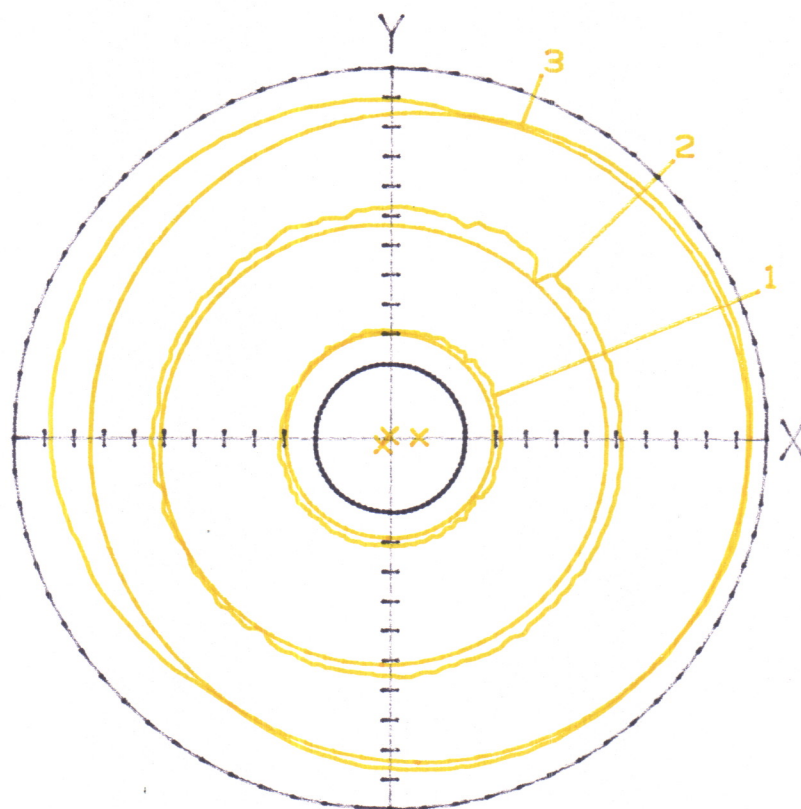
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-0.2	-4.4	19.7
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	1.5	-4.5	0.9
KRUHOVITOST : P+V [μm]	6.9	15.8	27.7
SOUOSOST [μm]		5.5	38.9

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 1
SOUČÁST: hydraulický blok otvor ø1		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



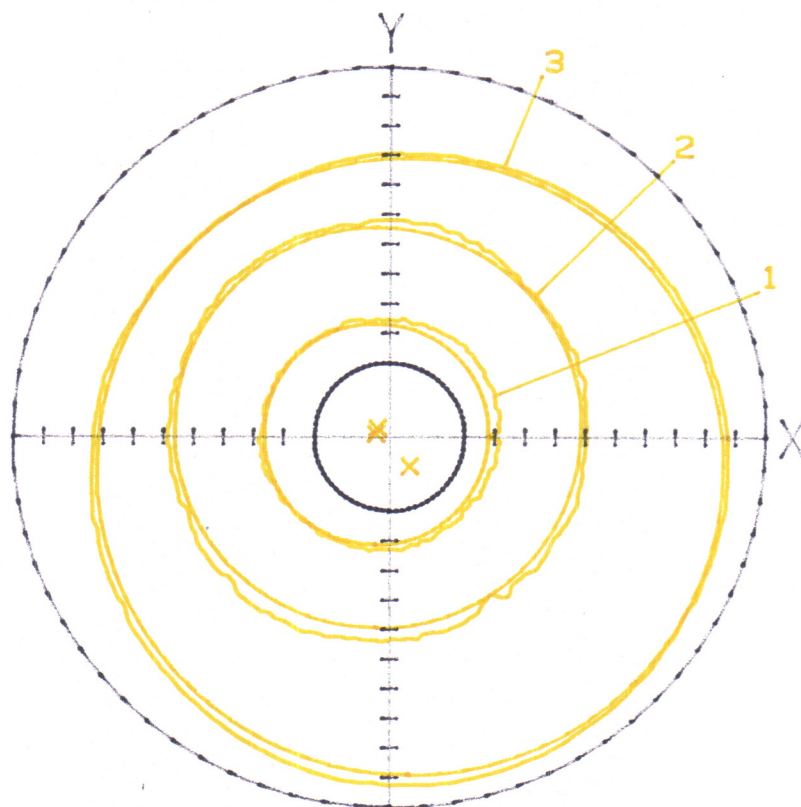
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-0.2	-4.4	19.7
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	1.5	-4.5	0.9
KRUHOVITOST : P+V [μm]	6.9	15.8	27.7
SOUOSOST [μm]		5.5	38.9

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 2
SOUČÁST: hydraulicky blok otvor c.2		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



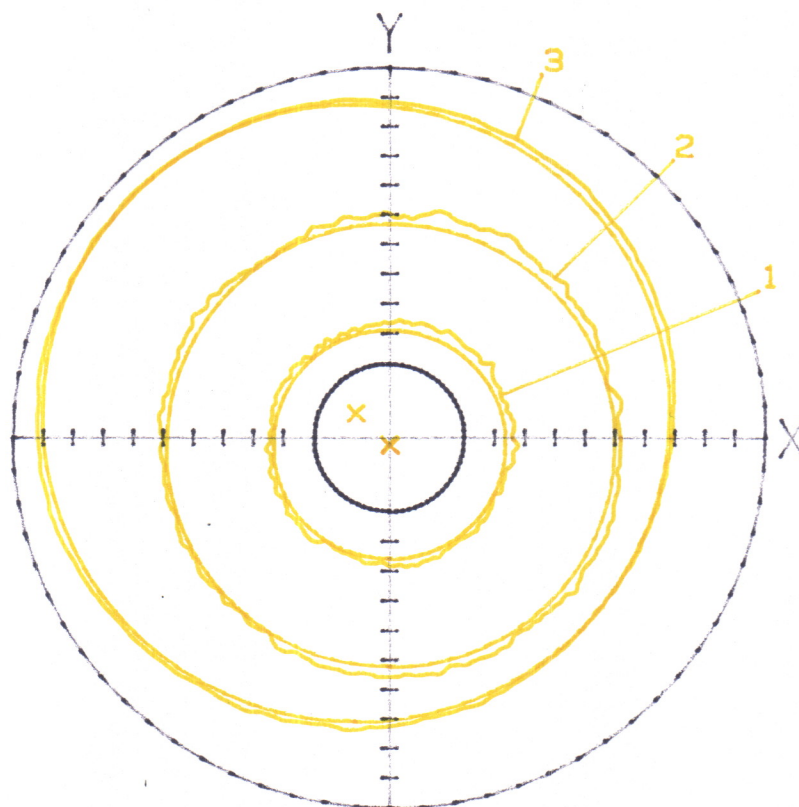
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-8.5	-7.8	13.4
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	2.6	6.8	-19.4
KRUHOVITOST : P+V [μm]	8.4	11.0	7.6
SOUOSOST [μm]		14.8	47.8

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 3
SOUČÁST: hydraulicky blok otvor c. 3		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



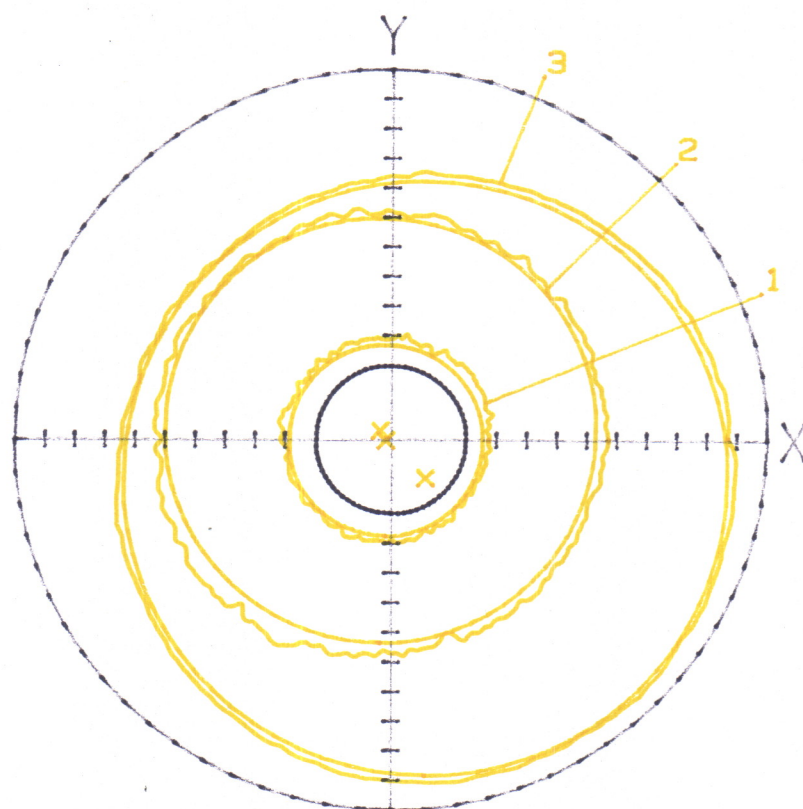
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-0.4	0.2	-23.0
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	-4.0	-5.0	16.7
KRUHOVITOST : P+V [μm]	10.4	12.6	4.7
SOUOSOST [μm]		12.7	58.7

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 4
SOUČÁST: hydraulicky blok otvor c. 4		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 – FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



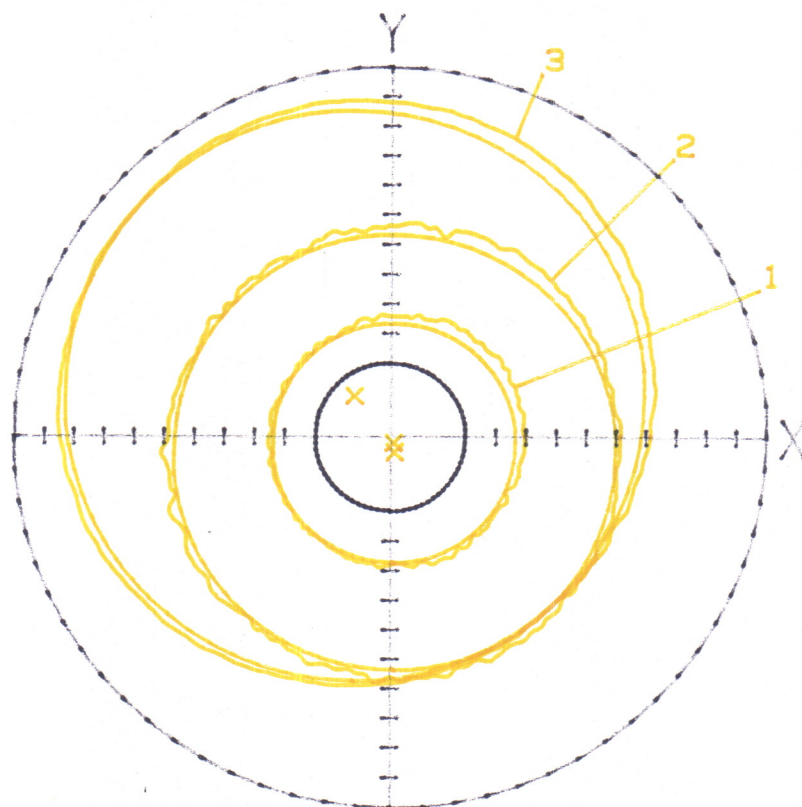
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-4.3	-7.9	22.5
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	-0.5	5.9	-26.7
KRUHOVITOST : P+V [μm]	8.7	16.7	5.1
SOUOSOST [μm]		22.6	74.7

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: P. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 5
SOUČÁST: hydraulický blok otvor c.5		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



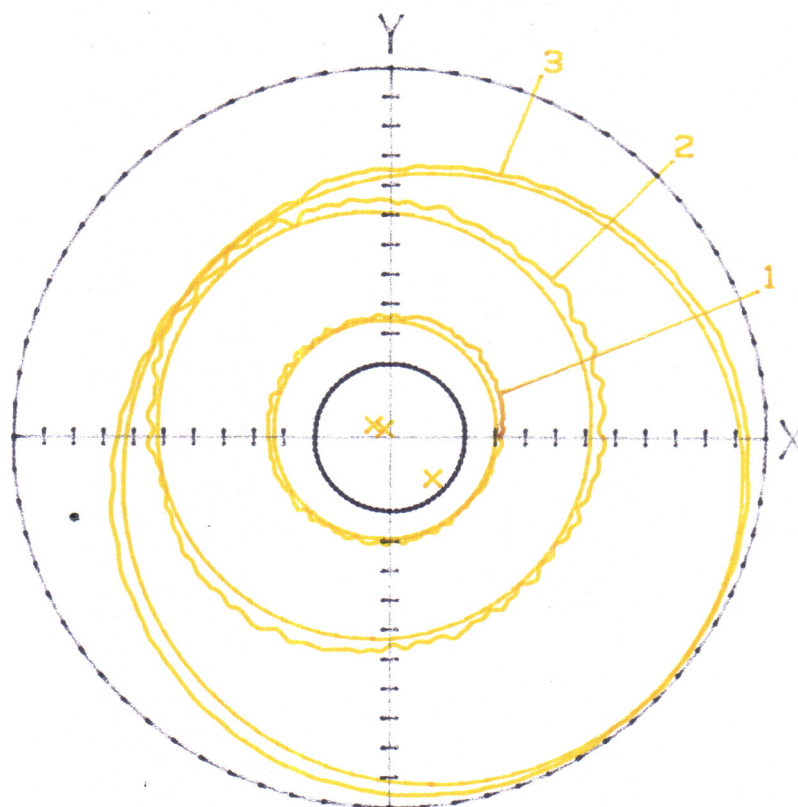
	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	2.5	3.2	-23.3
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	-4.6	-10.9	27.5
KRUHOVITOST : P+V [μm]	9.5	11.0	8.4
SOUOSOST [μm]		17.2	68.3

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

HYTOS a.s. VRCHLABÍ, PS 15, 543 15 Vrchlabí, Česká republika, Telefon 0438-283-111

ZAKÁZKA: p. Milan Masek	DAT.: 3. 5. 1993	LIST: 6
SOUČÁST: hydraulicky blok otvor c. 6		
MĚROVÝ TECHNIK: Mikulec L.		
PODPIS:	MĚŘIDLO: FMS 2100 - FAG Kugelfischer BRD	

KRUHOVITOST DLE DIN7184/ISO1101



	1. MĚŘENÍ	2. MĚŘENÍ	3. MĚŘENÍ
MÍSTO MĚŘENÍ	D 29.6	D 27.6	D 41
VYHODNOCENÍ	MIC	MIC	MIC
FILTR [Hz]	0-50	0-50	0-50
MĚŘÍTKO OSY X,Y : 1 dílek = [μm]	20.00	20.00	20.00
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE X : X_o [μm]	-2.9	-10.2	29.1
ÚCHYLKA STŘEDĚNÍ V OSE Y : Y_o [μm]	5.4	8.4	-27.8
KRUHOVITOST : P+V [μm]	8.2	12.4	7.6
SOUDSOST [μm]		18.3	71.8

CELKOVÉ HODNOCENÍ INSPEKČÍ KVALITY

Příloha 7

Přístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.1

$$s = 0,1 \text{ mm/ot}$$

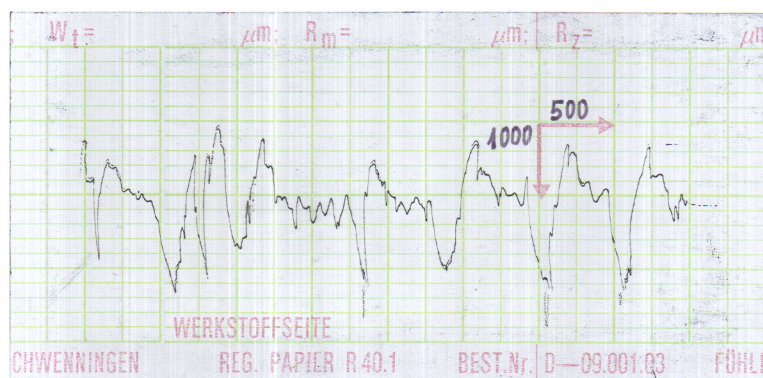
$$n = 600 \text{ min}^{-1}$$

$$l_t = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 55,8 \text{ m.min}^{-1}$$

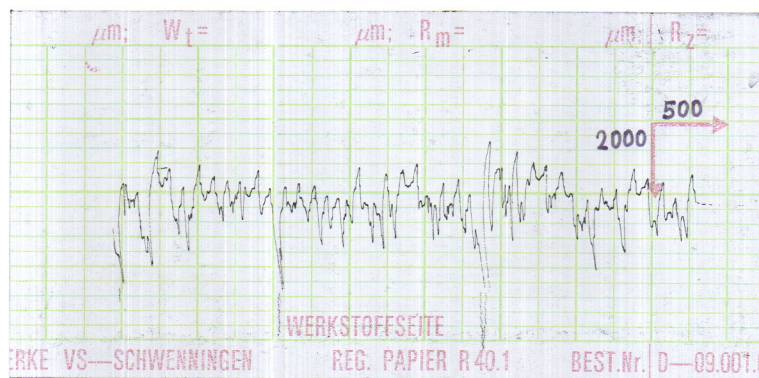
$$Ra = 3,5 \text{ } \mu\text{m}$$



$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 77,3 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 1,15 \text{ } \mu\text{m}$$



Příloha 8

Přístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.2

$$s = 0,1 \text{ mm/ot}$$

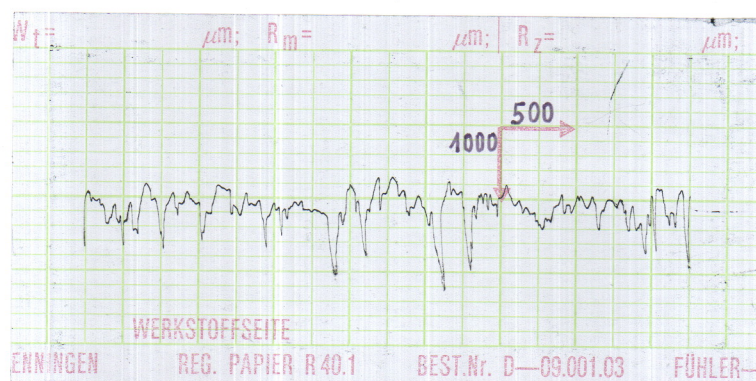
$$n = 770 \text{ min}^{-1}$$

$$l_z = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 71,6 \text{ m.min}^{-1}$$

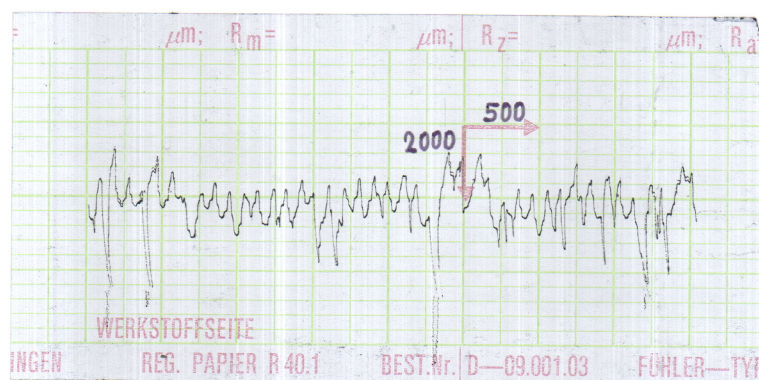
$$Ra = 1,6 \text{ } \mu\text{m}$$



$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 99,2 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 1,22 \text{ } \mu\text{m}$$



Příloha 9

Prístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.3

$$s = 0,15 \text{ mm/ot}$$

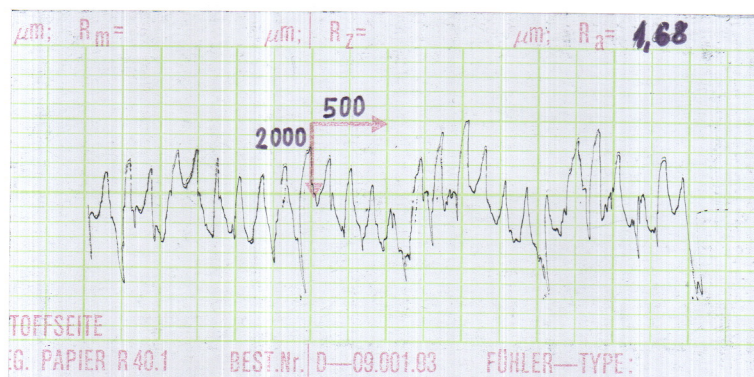
$$n = 770 \text{ min}^{-1}$$

$$l_z = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 71,6 \text{ m.min}^{-1}$$

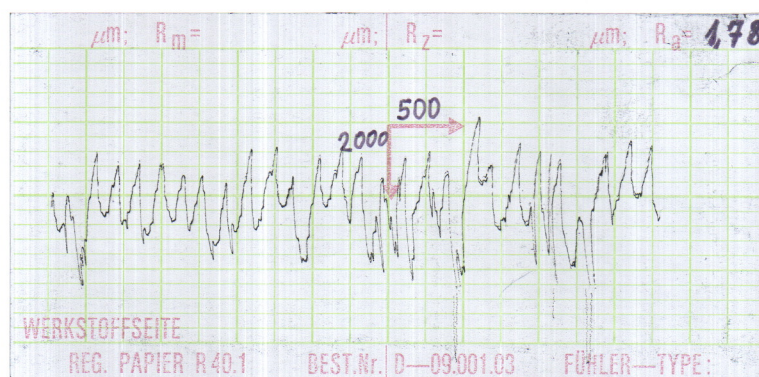
$$Ra = 1,68 \text{ } \mu\text{m}$$



$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 99,2 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 1,78 \text{ } \mu\text{m}$$



Příloha 10

Přístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.4

$$s = 0,2 \text{ mm/ot}$$

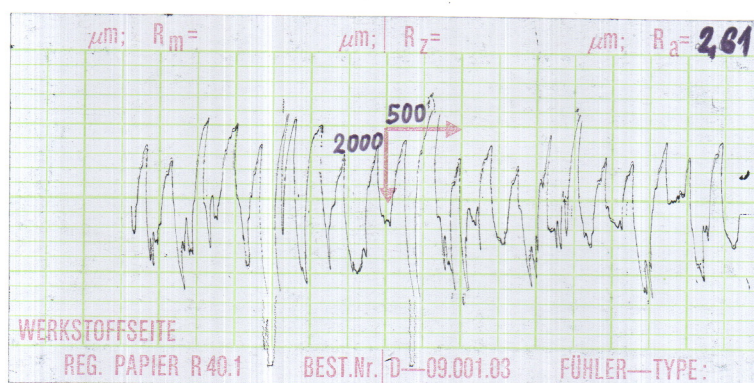
$$n = 900 \text{ min}^{-1}$$

$$l_z = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 83,7 \text{ m.min}^{-1}$$

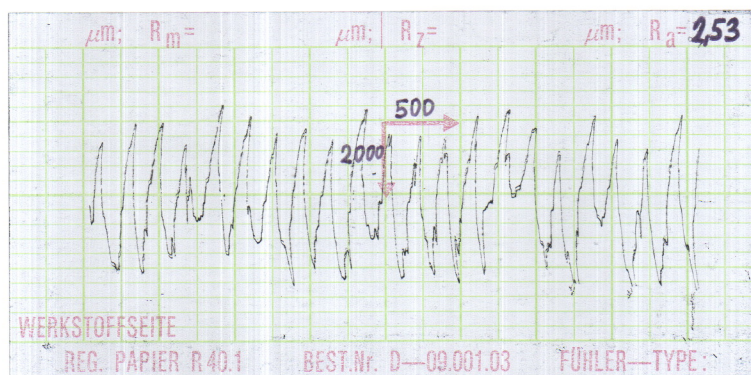
$$Ra = 2,61 \text{ } \mu\text{m}$$



$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 115,9 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 2,53 \text{ } \mu\text{m}$$



Příloha 11

Přístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.5

$$s = 0,152 \text{ mm/ot}$$

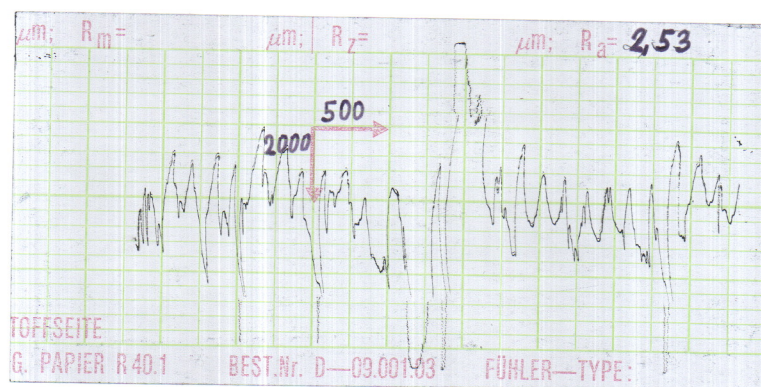
$$n = 1150 \text{ min}^{-1}$$

$$l_z = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 106,9 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 2,53 \text{ } \mu\text{m}$$



$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 148,1 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 1,62 \text{ } \mu\text{m}$$



Příloha 12

Přístroj HOMMEL TESTER T6D

Hydraulický blok - otvor č.6

$$s = 0,15 \text{ mm/ot}$$

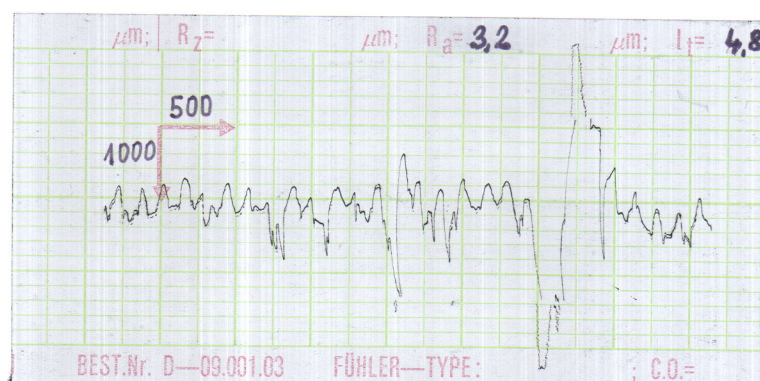
$$n = 1500 \text{ min}^{-1}$$

$$l_t = 4,8 \text{ mm}$$

$$\phi d = 29,6 \text{ mm}$$

$$v = 139,4 \text{ m.min}^{-1}$$

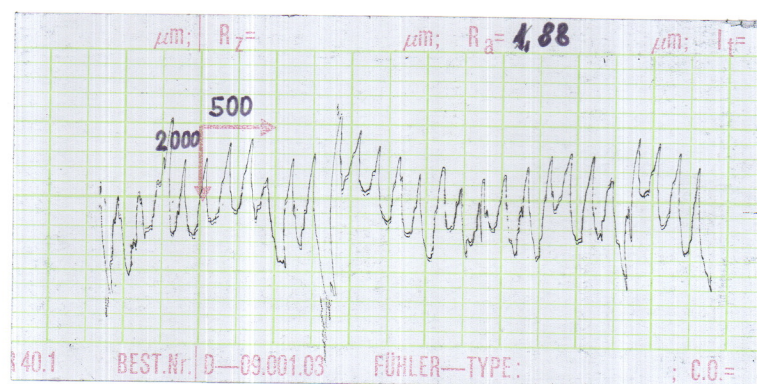
$$Ra = 3,2 \text{ } \mu\text{m}$$



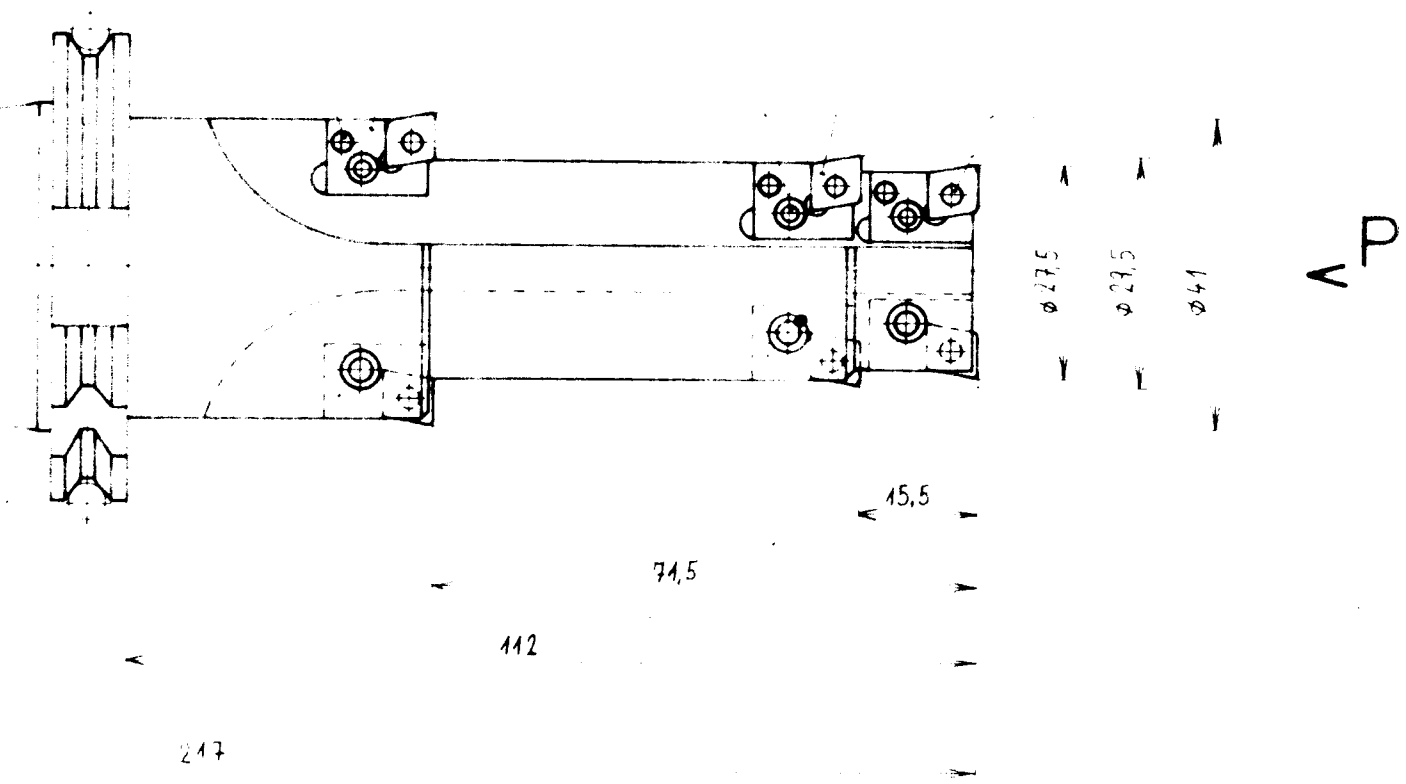
$$\phi d = 41 \text{ mm}$$

$$v = 193,2 \text{ m.min}^{-1}$$

$$Ra = 1,88 \text{ } \mu\text{m}$$



1 4 2 5 3 6



12	ŠROUB M2 x 5	ČSN 02 1185				7
6	M 25 x 5	US 11				6
6	ŠROUB M3 x 6	ČSN 02 1143				5
6	ŠROUB M2 x 3	ČSN 02 1185				4
6	DESTIČKA	CCMT 6004				3
6	KAZETA	Ø 14-18	14 220 6	14 220 3		2
1	TĚLESO	Ø 70-225	14 220 6	14 220 3		1
Poznámka		Materiál kování				
Poznámka		Materiál výstroje				
Poznámka		Celková hmotnost kg				

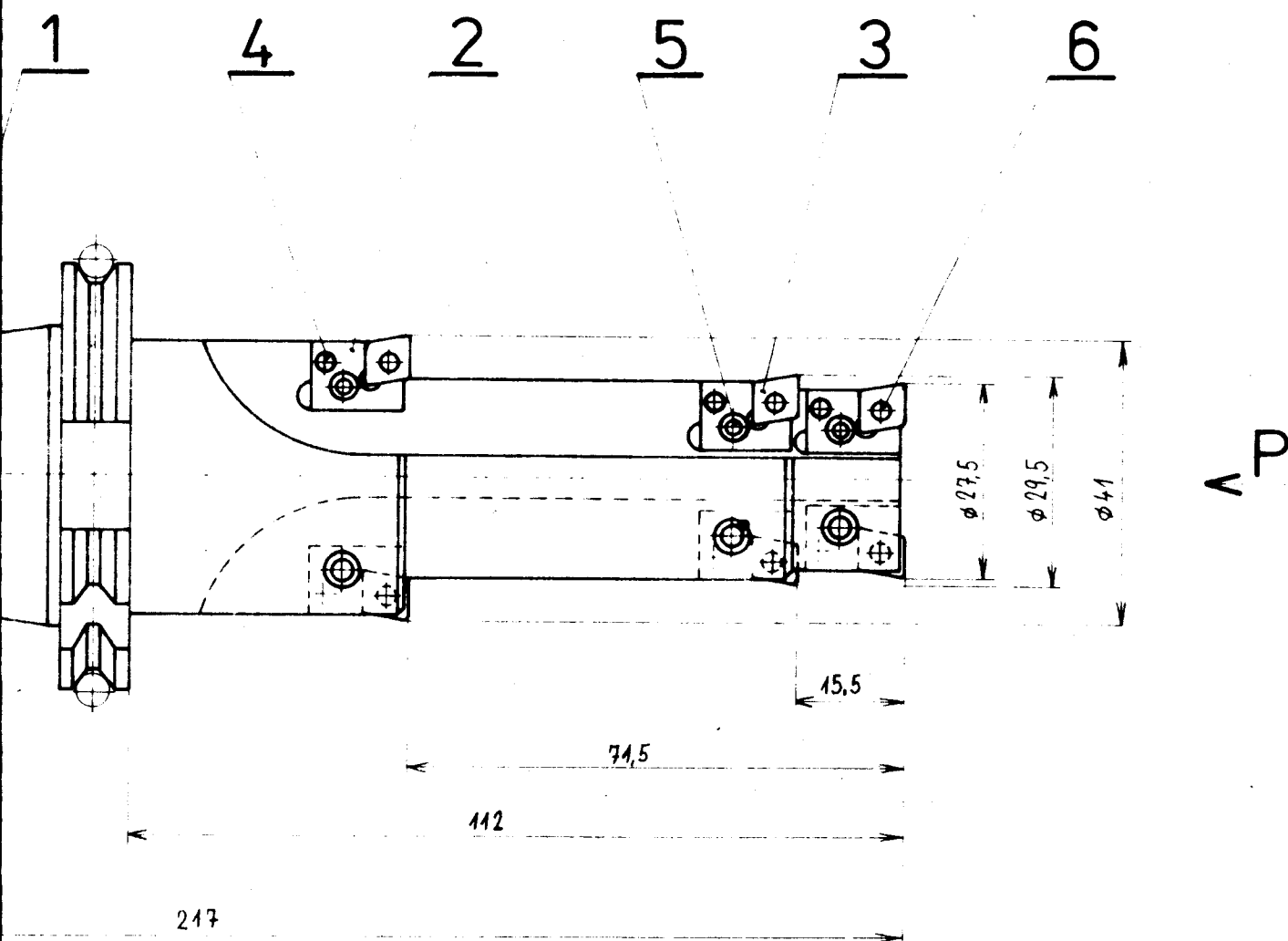
Mašice

1:1

23.11.92
UMLAUFBLOCK DN 20 9390530

SDRUŽENÝ
NÁSTROJ

3-KOM-OM-811-01-00



12	ŠROUB M2 x 5	ČSN 02 1185								7
6	M25 x 5	US 11								6
6	ŠROUB M3 x 6	ČSN 02 1143								5
6	ŠROUB M2 x 3	ČSN 02 1185								4
6	DETIČKA	CCMT 060204								3
6	KAZETA	Ø 14-18	14 220.6	14 220.3						2
1	TĚLESO	Ø 70-225	14 220.6	14 220.3						1
Počet kusů	Název - Rozměr	Položkový	Materiál konečný	Materiál výchozí	Trída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Číslo výkresu	Pos	
Poznámka			Celková čistá váha kg							

Mašek

1:1

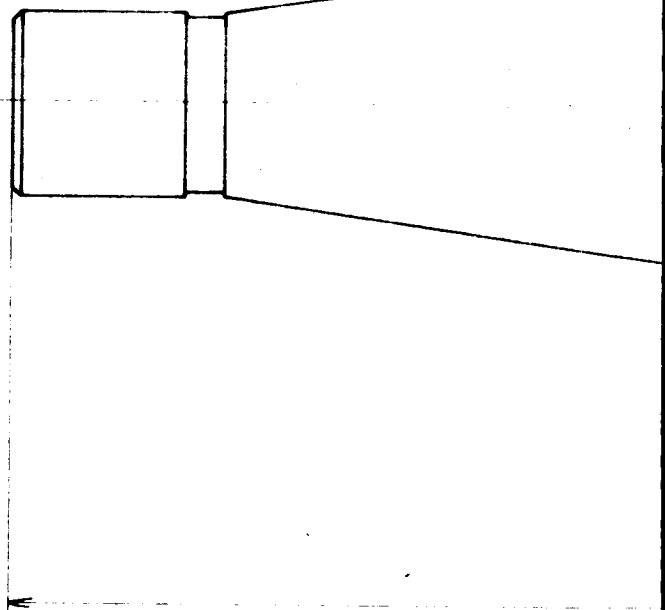
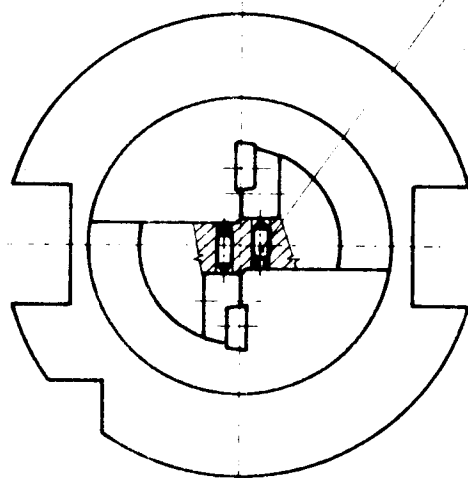
23.11.92
UMLAUFBLOCK DN 20 9390530

SDRUŽENÝ
NÁSTROJ

3-KOM-OM-811-01-00

POHLED-P

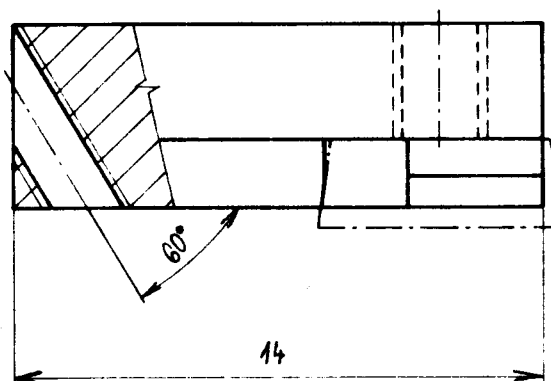
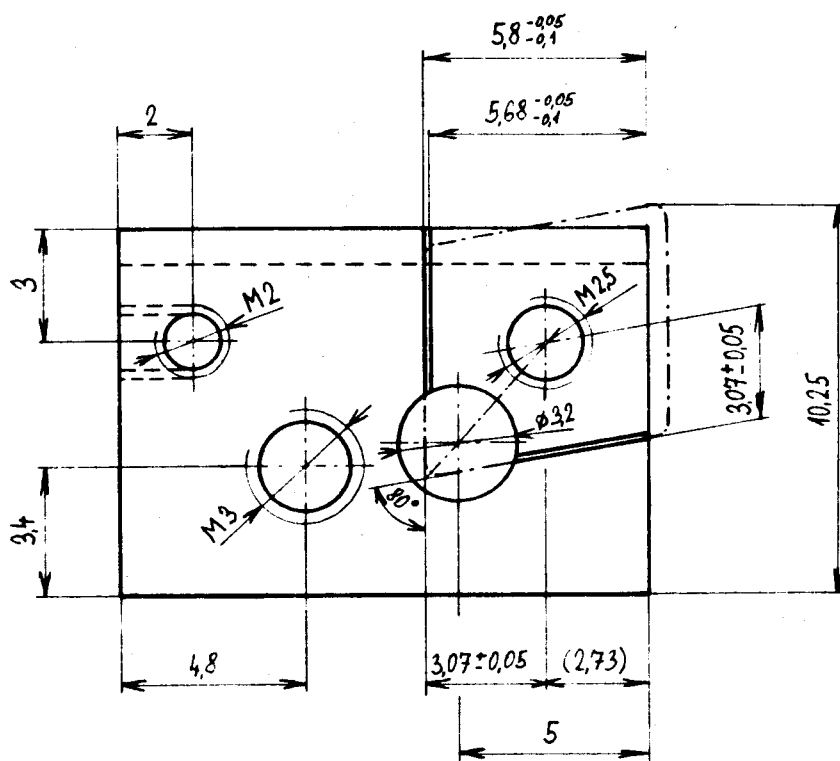
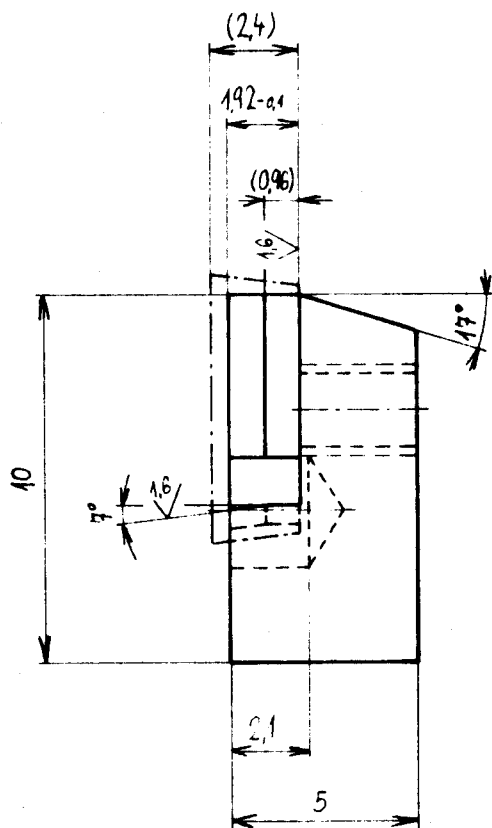
7



M 1:1



32/11



6 ks

Ø 14-18

14 220.3

ZUŠLECHTIT NA MP_a=900-1100

mašch

5:1

(1:1)

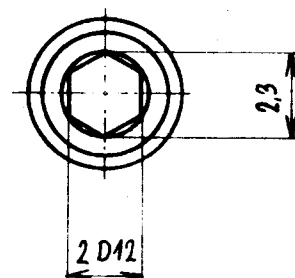
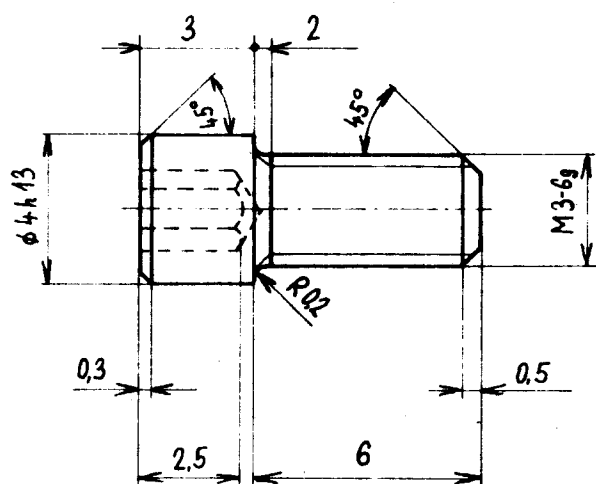
5.10.92

UMLAUFBLOCK DN 20 939 0530

KAZETA

CCMT 0602..

4-KOM-OM-811-01-02



15 ks

Ø 5-12

11 109.0

Mašiek

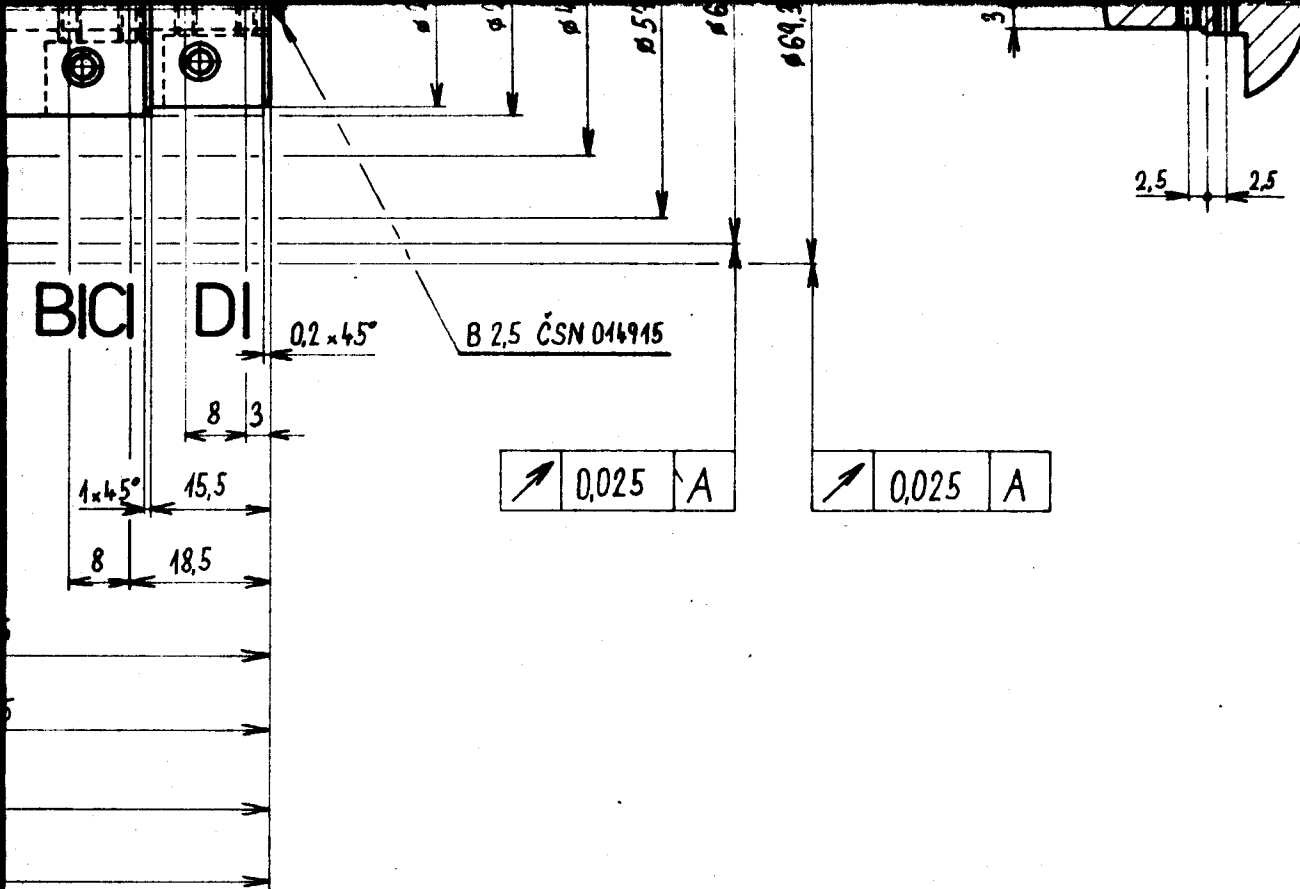
5:1

30.11.92

UMLAUFBLOCK DN20 9390530

ŠROUB M3 x 6

4-KOM-OM-811-01-03



3 ks

Ø 70-225

14 220.3

ZUŠLECHTIT NA MPa=900-1000

Mařek

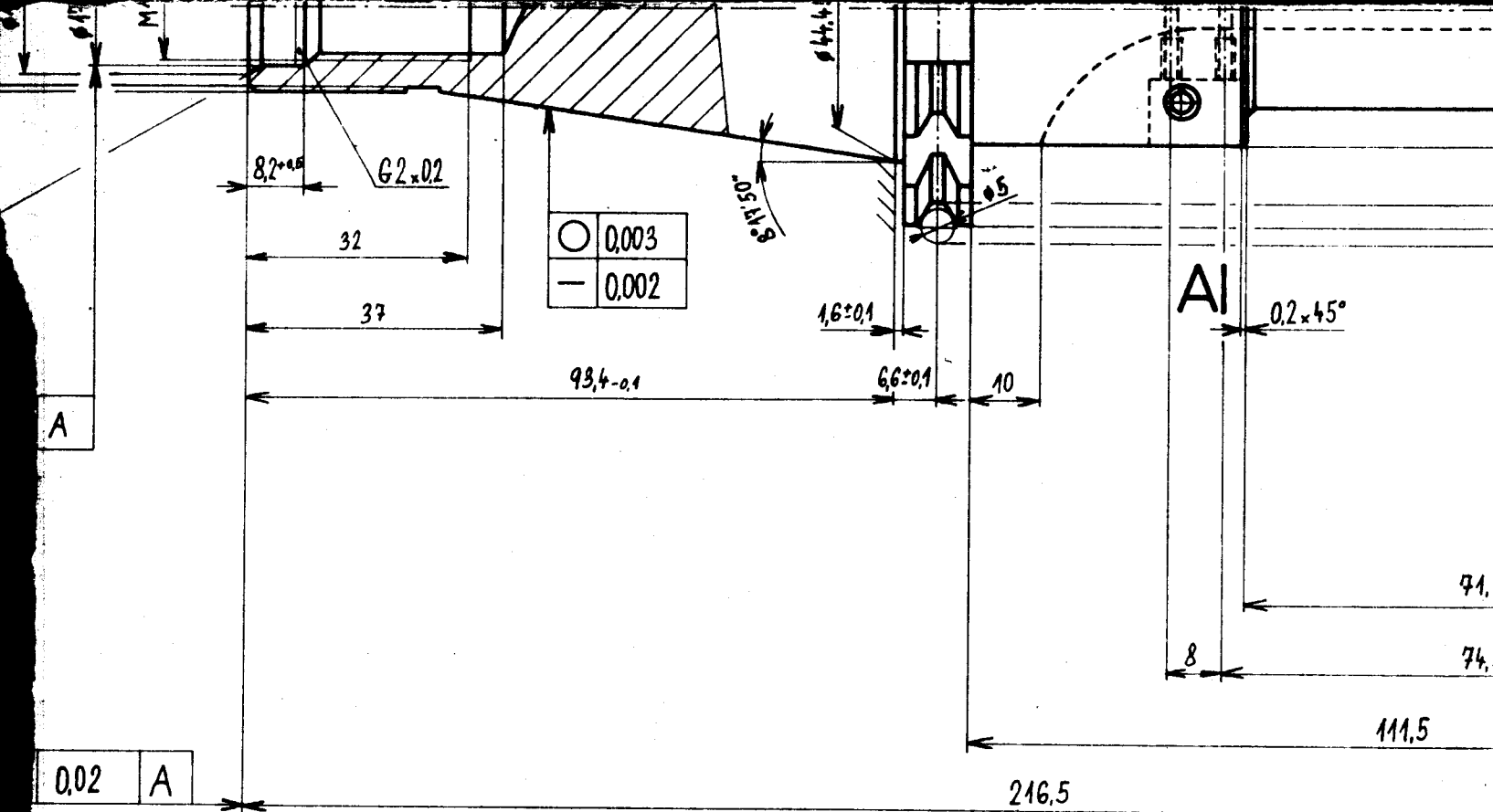
1:1

2.11.92

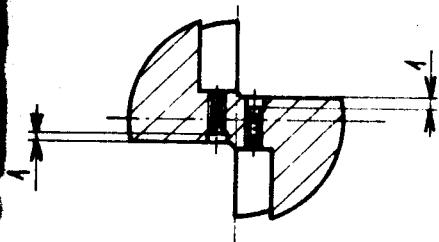
UMLAUFBLOCK DN20 939 0530

TĚLESO

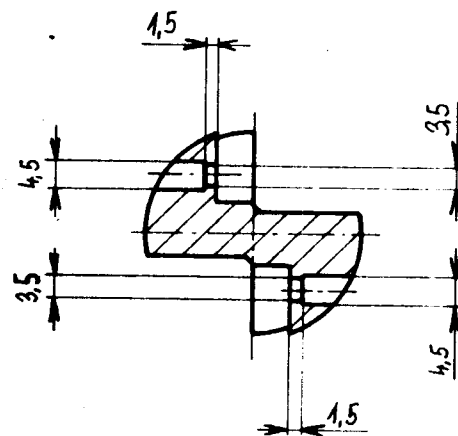
2-KOM-OM-811-01-01

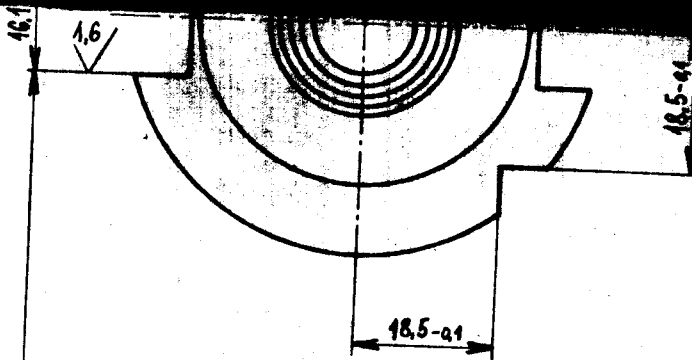


C-C



B-B



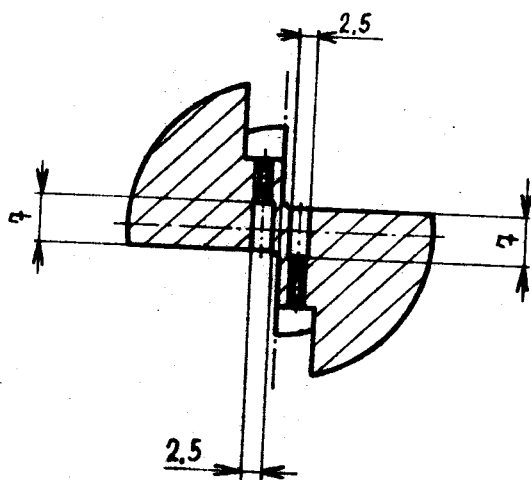


$\equiv$	0,12	A
----------	------	---

$\nearrow$	0,025
------------	-------

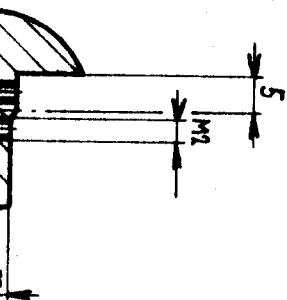
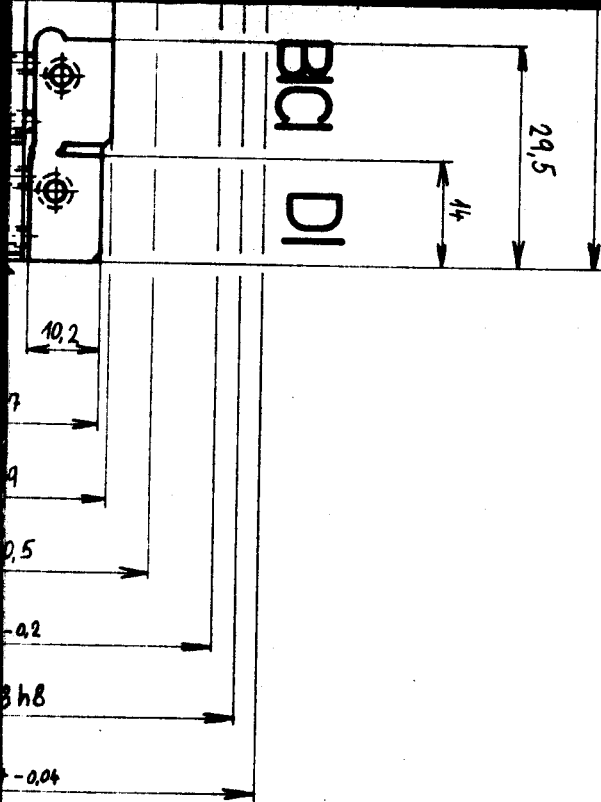


A-A

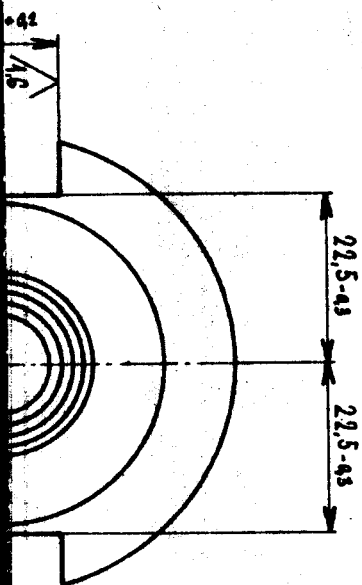


32/11

D-D



POHLED-P



P

