

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2002

Pavel DIESSNER

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: strojírenská technologie

Zaměření: obrábění a montáž

NOVÝ VÝROBNÍ POSTUP PRO VÝROBU DUTÝCH VŘETEN VYVRTÁVACÍCH STROJŮ.

A NEW MANUFACTURING PROCEDURE FOR THE MANUFACTURE OF QUILLS FOR BORING MACHINES.

KOM - 979

Pavel DIESSNER

Vedoucí práce: Ing. Leoš Holub, CSc. - TU Liberec

Konzultant: Ing. David Nejedlý - TOS Varnsdorf a.s.

Počet stran: 51

Počet příloh: 5

Počet obrázků: 21

Počet tabulek: 2

Počet modelů

nebo jiných příloh: 0

Datum: 24. 5. 2002

ANOTACE

Označení DP: 979

Řešitel: Pavel DIESSNER

NOVÝ VÝROBNÍ POSTUP PRO VÝROBU DUTÝCH VŘETEN VYVRTÁVACÍCH STROJŮ.

Obsahem diplomové práce je návrh nového technologického postupu výroby pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC č.v.1000598. Řešení je provedeno především s ohledem na zkrácení průběžné doby výroby a na předpokládané změny ve výrobní základně v několika variantách. V závěru práce je hodnocení nové technologie a její ekonomické přínosy.

A NEW MANUFACTURING PROCEDURE FOR THE MANUFACTURE OF QUILLS FOR BORING MACHINES.

The contents of the extended essay is a new draft technological procedure of the manufacture of a working quill for the machine WHN 13 CNC product no. 1000598. The solution focuses first of all on the reduction of time needed for the manufacture and anticipated changes of the manufacturing base in several variants. The final section of the paper contains an evaluation of the new technology and its economic benefits

Klíčová slova: vřeteno, postup, obrábění

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2002

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 51

Počet příloh: 5

Počet obrázků: 21

Počet tabulek: 2

Místopřísežné prohlášení

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

V Liberci, dne 24. 5. 2002

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat Ing. Leoši Holubovi za cenné rady a připomínky k vedení diplomové práce, Ing. Davidovi Nejedlému z podniku TOS Varnsdorf, a. s. a dalším pracovníkům této firmy za poskytování cenných u informací. Dále bych chtěl poděkovat svým nejbližším za podporu a dodávání pohody při studiu.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje z zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Datum: 24. 5. 2002

Podpis:

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	6
1. ÚVOD.....	7
2. PROFIL SPOLEČNOSTI TOS VARNSDORF, A.S.....	8
2.1 Technický popis současných strojů.....	10
2.2 Současný výrobní program	12
3. SOUČASNÝ STAV VÝROBY PRACOVNÍHO VŘETENA	
WHN 13 CNC.....	21
3.1 Popis současných výrobních strojů	21
3.2 Analýza současného technologického postupu.....	22
3.3 Vytyčení slabých míst	26
3.3.1 Postup vyrovnávání vřetena dle otvoru	26
4. NOVÁ TECHNOLOGIE VÝROBY PRACOVNÍCH VŘETEN	28
4.1 Popis nového výrobního stroje.....	28
4.2 Technická data	32
4.3 Upínání obrobku.....	33
5. NÁVRH NOVÉHO TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VÝROBY	
PRACOVNÍHO VŘETENA PRO STROJ WHN 13 CNC	35
5.1 Změna technologického postupu	35
5.2 Postup obrábění pracovního vřetena	35
5.2.1 Varianta I.	35
5.2.2 Varianta II.	39
5.2.3 Varianta III.....	40
5.3 Odstranění slabých míst.....	41
5.4 Výběr optimální varianty	43
6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	44
6.1 Ekonomické zhodnocení jednotlivých variant.....	44
6.2 Celkové zhodnocení	46
7. ZÁVĚR.....	48
7.1 Výsledky práce.....	48
SEZNAM PŘÍLOH	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51

Seznam použitých zkratk a symbolů

AVN	automatická výměny nástrojů
AVO	automatická výměna obrobků (technologických palet)
CNC	computerized numerical control (číslicově řízený počítačem)
N	klasické provedení vřeteníku
NC	numerical control (číslicově řízený)
R	rychloběžné provedení vřeteníku
TOS	továrna obráběcích strojů
W	typové označení vodorovné vyvrtávačky
WFN	typové označení vodorovné vyvrtávačky
WH	typové označení vodorovné vyvrtávačky
WHN	typové označení vodorovné vyvrtávačky
WHQ	typové označení vodorovné vyvrtávačky
WRD	typové označení vodorovné vyvrtávačky
M65	typové označení stroje MILLTURN TECHNOLOGIES
L[mm]	měřená vzdálenost
s[mm]	měřená šířka
t _A [min]	čas jednotkový
t _B [min]	čas dávkový

1. Úvod

Cílem diplomové práce je přispět k plánované racionalizaci výroby pracovního vřetena stroje WHN 13 CNC. Jde o vřeteno stroje, který se v podniku vyrábí již 9 let. Dnešní nároky na kvalitu a především na pohotovost dodávek nutí TOS Varnsdorf ke změnám již zavedené technologie výroby. Výše zmíněných požadavků je možno dosáhnout snížením výrobních i nevýrobních nákladů při vyšší produktivitě práce. To lze zajistit, například, koncentrací jednotlivých výrobních operací na menší počet strojů, což sníží neefektivní prostoje mezioperační dopravy mezi jednotlivými výrobními stroji a sníží vliv nepřesností vzniklých při opakovaném upínání nebo použitím výkonnějších obráběcích nástrojů apod.

Úkolem je :

- Odůvodnit návrh nového strojního zařízení, na kterém se bude pracovní vřeteno stroje WHN 13 CNC obrábět .
- Stručný popis současného stavu výroby pracovního vřetena.
- Návrh nového technologického postupu především s ohledem na zkrácení průběžné doby výroby a na předpokládané změny ve výrobní základně.
- Návrh provést v několika variantách a vybrat optimální variantu.
- Ekonomicky zhodnotit navržený postup.

2. Profil společnosti TOS Varnsdorf, a.s.

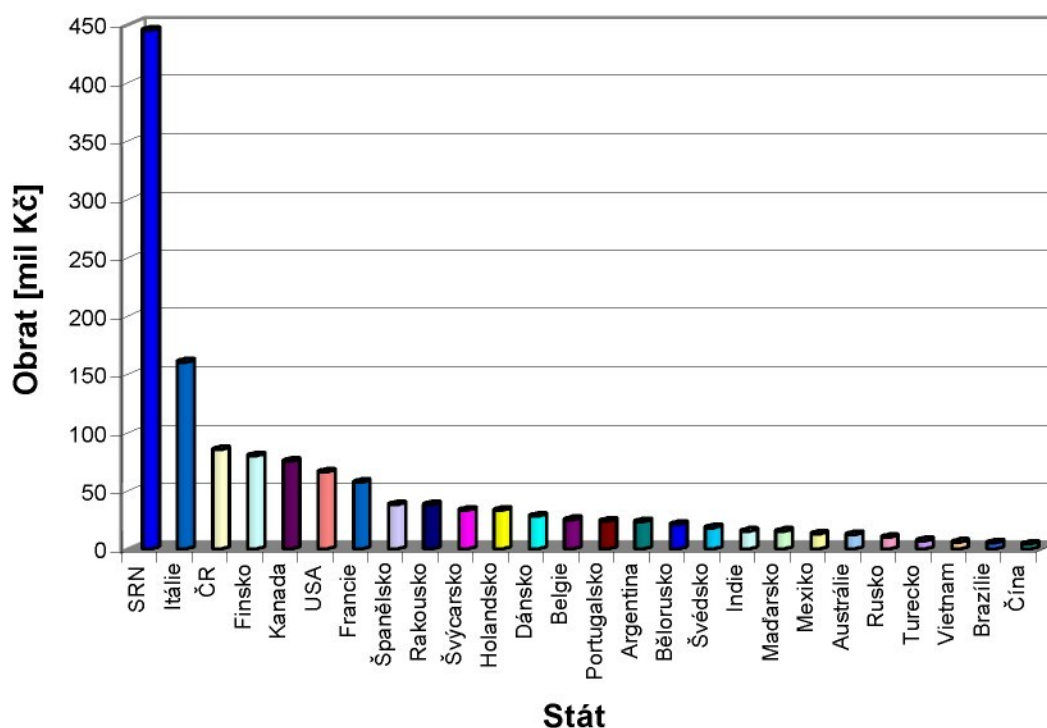
TOS Varnsdorf, a.s., je strojírenským podnikem zaměřeným na výrobu obráběcích strojů se specializací na obor vodorovných vyvrtávaček a horizontálních obráběcích center. Rozsah této specializované výroby zařazuje podnik mezi největší výrobce tohoto druhu strojů v Evropě. Strojírenská výroba se zde opírá o 96-ti letou tradici, která je známkou dobré kvality a spolehlivosti moderních výkonných obráběcích strojů. TOS Varnsdorf je také spolujednatel některých dalších strojírenských závodů. Pobočný závod v České Kamenici vyrábí široký sortiment zvláštního příslušenství k vodorovným vyvrtávačkám (součásti pro manipulátor nástrojů, apod.). V současné době je v podniku zaměstnáno v průměru 604 zaměstnanců [3]. TOS Varnsdorf je dále majetkově angažován ve společnostech:

- TOSKAM Česká Kamenice, s. r. o., podíl 80 %, výroba zvláštního příslušenství a komponentů pro vodorovné vyvrtávačky,
- INTERTOS, s. r. o., podíl 60 %, výroba polotovarů pro strojírenskou výrobu, prodej hutního materiálu,
- METALURGIE Rumburk s. r. o., podíl 99,95%, výroba odlitků z šedé litiny,
- TOS AMERICA INC. se sídlem Oakville, Canada, podíl 38%, prodej výrobků TOS Varnsdorf a. s. v teritoriu USA,
- TOS Kuřim KŠ, s. r. o., podíl 24,5%, výroba kuličkových šroubů,
- TOS OLOMOUC, a. s., podíl 50%, vlastní OSO Olomouc s.r.o., výrobce univerzálních frézek a obráběcích center,
- SK Slovan Varnsdorf, s. r. o., podíl 96,77%, rozvoj mládežnického sportu, výkonností kopaná,
- LIDOVÁ ZAHRADE s. r. o., podíl 47%, koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej, pronájem nemovitostí.

Podnik byl založen v roce 1903. Tehdy nesl název „ARNO PLAUE“ a zabýval se výrobou jednoduchých obráběcích soustruhů, vodorovných obráběček,

hoblovek a vrtaček. V roce 1950 došlo ke zřízení samostatného subjektu „TOS VARNSDORF, národní podnik“. Byl již jednoznačně orientován na výrobu vodorovných vyvrtávaček. V 70-tých až 80-tých letech došlo k výraznému rozvoji podniku, začaly se začleňovat automatické prvky v řízení vodorovných vyvrtávaček a začíná převažovat export, přičemž se na světové trhy vyváží přes 60 % produkce. Počátkem 90-tých let došlo ke ztrátě východních trhů, a tím i k nutnému snížení výroby a počtu zaměstnanců. V roce 1995 došlo k privatizaci státního podniku přímým prodejem a vzniká TOS VARNSDORF, s. r. o., V roce 1996 byla změněna právní forma na akciovou společnost. Od roku 1996 je TOS Varnsdorf, a. s. držitelem certifikátu ISO 9001 o plnění jakosti vývoje, výroby a prodeje. Tato známka je nutností pro vývoz výrobků.

V současnosti se podnik soustředí hlavně na vývoz. Mezi největší odběratele patří evropské země: SRN, Itálie, Finsko Francie atd., dále země severní Ameriky: Kanada, USA. Jinak vyváží do celého světa. Na obrázku 2.1 vidíme podíl jednotlivých zemí na tržbách za rok 2000 [7].



Obr. 2.1 Prodej dle zemí za rok 2000

2.1 Technický popis současných strojů

Snahou podniku je stále inovovat výrobní program. Pro uspokojení co největšího počtu zákazníků je třeba, aby univerzálnost strojů byla co největší. Toho dosáhneme prostřednictvím široké řady technologického příslušenství, vysokým stupněm automatizace se snadným ovládáním. TOS Varnsdorf se dále snaží o co nejlepší poradenství a servis.

Stroje jsou rozděleny podle průměru do čtyř rozměrových typů – 100, 110, 130, 150 (jmenovitý průměr vřetena). Plán výroby jednotlivých strojů na rok 2002 je znázorněn v tab.1 na straně 19. Jednotlivé části strojů jsou rozděleny do modulárních uzlů, což umožňuje nabídnout zákazníkům širokou řadu provedení strojů z hlediska:

- hodnot výkonů a rozsahu otáček,
- maximálního zatížení a velikosti pracovního stolu,
- stupňů automatizace pracovního cyklu (automatická výměna nástrojů a obrobků),
- rozšíření výrobních možností stroje (přidání frézovací hlavy),
- úprava jednotlivých skupin stroje nebo jeho přestavění.

Provedení stolových vodorovných vyvrtávaček je buď křížové nebo deskové. Většinou je použito výsuvné vřeteno a otočný nebo pevný stůl.

V křížovém provedení je stroj tvořen dvěma loži ve tvaru „T“. Po jednom loži jezdí jednostranný stojan a po druhém loži příčně skupina s otočným stolem.

V deskovém provedení pojíždí stojan odpovídající křížovému provedení příčně. Vřeteník může být osazen výsuvnou pinolou.

Vřeteníky jsou provedeny ve dvou variantách. Jsou to provedení N a R.

Provedení N

Klasické univerzální provedení s krátkým vyložení pinoly před čelo vřeteníku s možností využití zvláštního příslušenství. Je určeno pro nižší otáčky vřetena.

Provedení R

Rychloběžné provedení s větším vyložení pinoly nad stůl. Vřeteník je vhodný pro přesné obrábění za vysokých řezných rychlostí. Konstrukční řešení hlavního uložení vřetena zaručuje vysoké přesnosti při vyšších otáčkách a plném vysunutí. Maximální výkon je při vyšších otáčkách (než je tomu u provedení N).

Vedení výše uvedených vřeteníků je realizováno pomocí kluzných ploch, které jsou opatřeny plastickou hmotou (TURCIT), snižující součinitel tření. Otočný stůl je uložen kluzně. Vodicí plochy jsou osazeny kalenými lištami.

Systém AVO (automatická výměna obrobků - palet) je tvořen minimálně dvěma a maximálně čtyřmi samostatnými stacionárními manipulatory technologických palet.

Systém AVN (automatická výměna nástrojů) je založen na výměně nástrojů uložených v modulech řetězového zásobníku. Počet nástrojů se pohybuje od 50-ti do 70-ti nástrojů. Vyměnitelnost nástrojů zaručuje kužel pracovního vřetena, který má rozměry dle ISO 50.

Ovládání strojů mohou zajišťovat dva druhy systémů řízení – NC a CNC. Tyto systémy nám umožňují také měření přímo na stroji pomocí sond (podobně, jako u 3-souřadnicového měřicího stroje).

Systém řízení NC – (Numeric Control) [9], jedná se o pravoúhlé řízení, používá centrální, resp. skupinové náhony posuvů. Ovládání stroje je realizováno pomocí programu, který se do stroje dává ručně, což má určité nedostatky (složitě odladění programu) nebo pomocí počítače s možnou simulací a odladěním programu. Pohyb stroje může být omezen jen do dvou os.

Systém řízení CNC – (Computer Numeric Control) [9], je to plně počítačově řízený systém. Umožňuje čtení programu jak v absolutních, tak i v přírůstkových souřadnicích. U tohoto systému může nástroj konat jak souřadnicový, tak i souvislý pohyb (pohyb ve více osách zároveň). CNC řízení využívá samostatné pohony posuvů a vřetena s plynulou regulací.

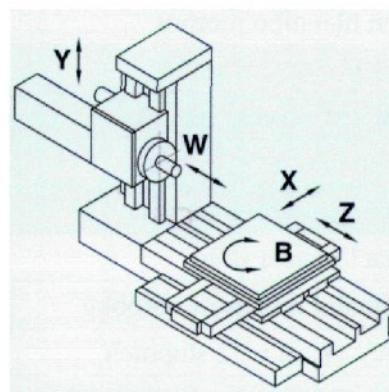
U číslicově řízených vodorovných vyvrtávaček požadujeme:

- přesnost potřebného výkonu a rozsahu otáček,
- vysokou opakovatelnou přesnost polohování nástrojů,
- trvalou vysokou přesnost pracovních pohybů,
- vysokou produktivitu práce,
- práci v automatickém režimu bez zásahu obsluhy.

2.2 Současný výrobní program

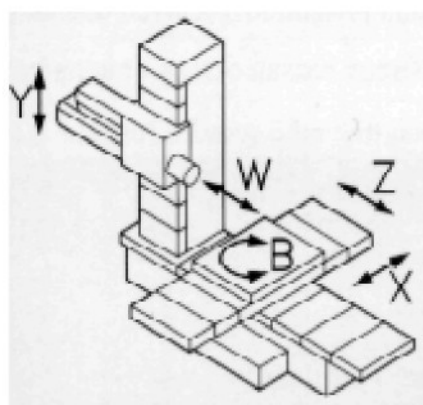
V roce 2001 jsou v podniku TOS Varnsdorf, a. s. vyráběny stroje [4]:

W 100 A – (obr 2.2) je jedním z nejúspěšnějších modelů. Jedná se o ručně řízený stroj, jehož předností je tuhé až robustní a výkonné provedení, vysoká univerzálnost technologického využití a jednoduchá obsluha a údržba. Vyvrtávačka je ideálním strojem pro kusovou a malosériovou výrobu s vysokou spolehlivostí a nízkými pořizovacími náklady. Vodorovná vyvrtávačka W 100 A je postavena v klasické koncepci s pevným stojanem, výsuvným vřetenem a křížově přestavitelným otočným stolem. Univerzálnost využití rozšiřuje na vřeteníku stabilně zabudovaná lícni deska a možnost vyvrtávání pomocí dlouhých vyvrtávacích tyčí uložených v opěře a vyzbrojených vyvrtávacími hlavami. Pro svoje vynikající vlastnosti se stala nejrozšířenějším výrobkem firmy. Maximální otáčky stroje dosahují 1120 ot/min. Průměr pracovního vřetená je 100 mm.



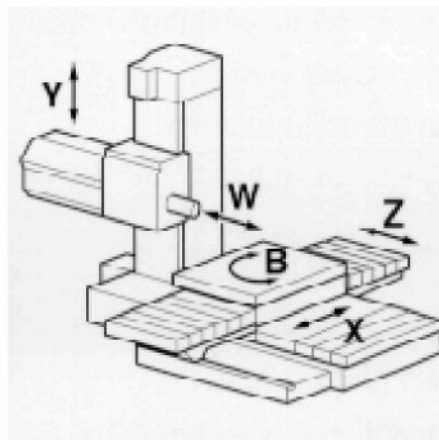
Obr. 2.2 Vodorovná vyvrtávačka W 100 A + schéma

WH 10 CNC – (obr. 2.3) vodorovná stolová vyvrtávačka s pevným stojanem. Je charakterizována moderním řešením konstrukčních uzlů stroje, vysokou tuhostí a výkonností. Užití AC pohonů SIEMENS a osazení elektroskríně prvky renomovaných specializovaných firem (TELEMÉCANIQUE, SIEMENS a dalších) jsou zárukou dlouhodobé spolehlivosti stroje. Řídící systém řídí stroj ve 4 lineárních souřadnicích (osy X, Y, Z, W), polohovací stůl (osa B) a pracovní vřeteno (osa C). Všechny skupiny stroje jsou po dosažení cílové polohy automaticky hydraulicky zpevněny.



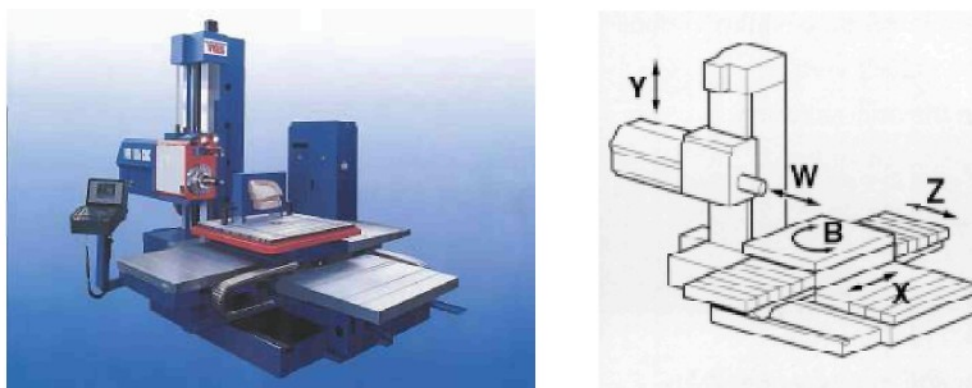
Obr. 2.3 Vodorovná vyvrtávačka WH 10 CNC + schéma

WH 105 – (obr. 2.4) je klasická, ručně řízená vyvrtávačka postavená v moderní koncepci. Uplatňuje se zvláště při kusové a malosériové výrobě, a to jak při hrubovacích operacích, tak i při dokončovacích pracích.



Obr. 2.4 Vodorovná vyvrtávačka WH 105 + schéma

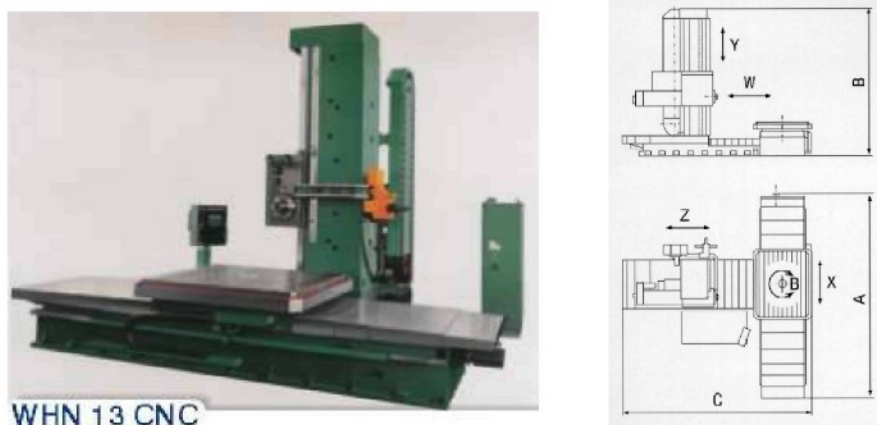
WH 105 CNC – (obr. 2.5) je moderní, výkonná, souvisle řízená vyvrtávačka. Vysoké řezné parametry, prodloužená souřadnice X a široký komfort technologických funkcí vytvářejí podmínky pro její mnohostranné užití. Souvislé řízení souřadnic v osách X, Y, Z, W a uplatnění digitálně řízených posuvů ji předurčují k efektivnímu obrábění forem a opracování jiných tvarově náročných obrobků. Náhony všech pohonů jsou realizovány AC servopohony Siemens.



Obr. 2.5 Vodorovná vyvrtávačka WH 105 CNC + schéma

WHN 13 CNC – (obr. 2.6) stolová, CNC řízená vodorovná vyvrtávačka s výsuvným vřetenem, podélně přestavitelným stojanem a příčně přestavitelným stolem. Ideální pro výkonné kompletní obrábění větších obrobků do 12 tun. Stroj je souvisle řízen ve čtyřech lineárních souřadnicích X, Y, Z, W. Dále je automaticky řízen otočný polohovací stůl s inkrementem polohování $0,001^\circ$ a pracovní vřeteno (osa C). Součástí stroje je přestavitelná plošina pro obsluhu, která je samostatně výškově přestavitelná. Vřeteník je řešen ve dvou řadách (N, R). Řídicí systém je opět HEIDENHAIN. Jedná se o jeden z nejúspěšnějších výrobků TOS VARNSDORF a. s. Více než 1350 těchto strojů pracuje ve všech průmyslových zemích světa.

WHQ 13 CNC – jedna se o tentýž stroj, jako WHN 13 CNC, doplněný o AVN



Obr. 2.6 Vodorovná vyvrtávačka WHN (Q) 13 CNC

WHN 110 – (obr. 2.7) vodorovná vyvrtávačka stolová s výsuvným vřetenem, příčně přestavitelným otočným stolem a křížovým uspořádáním loží. Široký výběr různých variant nám umožňuje zvolit optimální provedení odpovídající našim specifickým podmínkám. Stroj je vybaven řídicím systémem HEIDENHAIN nebo SINUMERIK. Užití AC pohonů SIEMENS a osazení elektroskříně prvky renomovaných specializovaných firem jsou zárukou dlouhodobé spolehlivosti stroje. Řídicí systém řídí plně 5 souřadnic stroje (X, Y, Z, W, B) a pracovní vřeten. Samostatné servopohony na všech osách zajišťují užití lineární, kruhové i šroubové interpolace. Otočný upínací stůl je hydraulicky zpevňován. Provedení vřeteníku je N nebo R.

WHN 110 Q - stejný model vybavený navíc AVN

WHN 110 MC - obráběcí centrum vytvořené vybavením stejného modelu AVN i AVO.



Obr. 2.7 Vodorovná vyvrtávačka WHN 110 (Q, MC)

WHN 130 – (obr. 2.8) vodorovná vyvrtávačka stolová s výsuvným vřetenem, příčně přestavitelným otočným stolem a křížovým uspořádáním loží. Modulová konstrukce stroje nabízí široký výběr variant ve všech parametrech a umožňuje tak zákazníkovi volit optimální provedení odpovídající specifickým potřebám jeho technologie. Řídicí systém řídí plně 5 souřadnic stroje (X, Y, Z, W, B) a pracovní vřeteno (osa C). Pohony posuvů jsou realizovány servopohony Siemens v uzavřené vazbě, což umožňuje velice přesné obrábění. Vřeteníky jsou v provedení R (průměr vřetena je 140 mm) nebo N (průměr vřetena je 130 mm).

WHN 130 Q - stejný model vybavený navíc automatickou výměnou nástrojů.

WHN 130 MC - obráběcí centrum charakterizované vybavením stejného modelu AVN i AVO.



Obr. 2.8 Vodorovná vyvrtávačka WHN 130 (Q, MC)

WRD 130 – (obr. 2.9) vodorovná vyvrtávačka desková s výsuvnou pinolou a výsuvným pracovním vřetenem. Podle požadavků zákazníka může být stroj vybaven přídatným otočným stolem S 25, řízeným z řídicího systému stroje. Jedná se o silný obráběcí stroj s vysokým řezným výkonem a špičkovou technologickou úrovní, který je určen pro obrábění velmi rozměrných nebo velmi hmotných výrobků. Nová konstrukce přináší zvýšení řezného výkonu, otáček vřetena i posuvů a přesnější polohování pohyblivých skupin. Řídicí systémy umožňují řídit stroj ve čtyřech osách a s přídatným otočným stolem v dalších dvou. Nastavení otáček je elektro-mechanické.

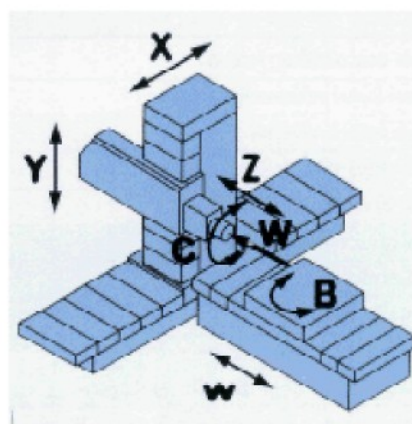
WRD 130 Q - stejný model vybavený navíc AVN. Zařízení je koncepčně řešeno řetězovým zásobníkem nástrojů a manipulatorem vyměňujícím nástroje mezi zásobníkem a vřetenem.



Obr. 2.9 Vodorovná vyvrtávačka WRD 130 (Q)

WRD 150 – (obr. 2.10) vodorovná vyvrtávačka desková s výsuvnou pinolou a výsuvným pracovním vřetenem. Podle požadavků zákazníka může být stroj vybaven přídatným otočným stolem S 25 (nebo jiným s větší nosností) řízeným z řídicího systému stroje. Je největším představitelem z produkce firmy. Předností je vysoký řezný výkon v celém pracovním prostoru a široký komfort uživatelských funkcí. Je souvisle řízena ve čtyřech osách (X, Y, Z, W). Při rozšíření o přídatný otočný stůl jsou plně řízeny další dvě osy (w, B). Stavebnicová konstrukce stroje umožňuje uživateli vybrat z mnoha variant stroje optimální provedení .

WRD 150 Q - stejný model vybavený navíc AVN.

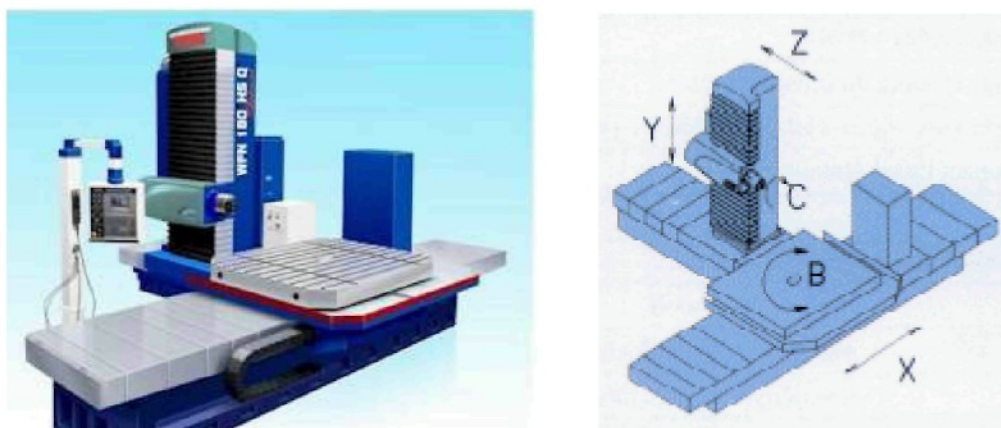


Obr. 2.10 Vodorovná vyvrtávačka WRD 150 (Q) + schéma

WFN HS – (obr. 2.11) základní provedení (křížové uspořádání loží). Nová široká řada frézovacích a vyvrtávacích strojů. Nabízí uživatelům vysoce produktivní technologii vysokorychlostního obrábění tvarově složitých povrchů na deskových a skříňových obrobcích z litiny, oceli i slitin lehkých kovů. V základním provedení poskytují 3D interpolaci dráhy nástroje vůči obrobku v osách X, Y, Z a souvisle řízenou osu B otočný stůl pro obrábění z více stran, případně pro 4osou interpolaci.

WFN HS Q - stroj vybavený AVN

WFN HS MC - stroj s AVN i dvou technologických palet



Obr. 2.11 Frézovací a vyvrtávací stroj WFN HS (Q, MC) + schéma

Mimo již uvedené, jsou další parametry strojů v tab. 2 na stránce 20.

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem
W 100 A		4	4		4	4	4		4	4	4	3	35
série		51/04	51/05		51/12	52/04	52/08		52/12	53/04	53/08	53/11	
WH 10 CNC			2			2				2		2	8
série			29/02			29/04				30/02		30/04	
WH 105 celkem		5		4		4	4	3	4	4	4	3	35
N		4		2		2	3	1	2	3			
Q		1		2		2	1	2	2	1			
série		07/18		08/04		08/08	08/12	09/03	09/07	09/11	10/04	10/07	
WHN/Q 13 CNC	4	6	6	6	5	6	6	4	6	6	6	4	65
N	2	3	4	3	3	3	3	2	3				
Q	2	3	2	3	2	3	3	2	3				
série	23/04	23/10	23/16	24/06	24/11	24/17	25/06	25/10	25/16	26/06	26/12	26/16	
S 25			1	2			1		1	1	1		7
série			01/04	01/07 02/01			02/02		02/03	02/04	02/05		
WHN 110 celkem		1			1	1		1		1			5
WHN 110					1	1		1		1			
WHN 110Q													
WHN 110MC		1											
série		11/05			11/07	12/04		12/05		13/01			
WHN 130 celkem					1	1	1			1		1	5
WHN 130						1	1						
WHN 130Q													
WHN 130MC					1								
série					12/01	12/02	12/03			12/06		12/07	
WRD 130				1			1		1	1	1		5
N									1	1	1		
Q				1			1						
série				03/01			03/03		03/02	03/04	03/05		
WRD 150				1				1			1		3
série				prototyp				01/02			01/03		
dílňa spec.													
S 16,ISO 16						1							1
série													
DMC 60 H													55
DMC 80 H													30
DMC 63													40
stroje celkem	4	16	13	14	11	19	17	9	16	20	17	13	169,00
													125
													294

Tab. 1. Plán výroby na rok 2002

Název stroje	Průměr pracovního vřetena [mm] (vřet. N/R)	Příčné přestavení stolu (X) [mm]	Svislé přestavení vřeteníku (Y) [mm]	Podélné přestavení stolu (Z) [mm]	Výsuv pracovního vřetena (W) [mm]	Upínací plocha stolu [mm]	Maximální hmotnost obrobku [kg]	Výkon hlavního pohonu [kW]	Rozsah otáček vřetena [min ⁻¹]
W 100 A	100	1600	1120	750, 1250	900	1250x1250	3000	11	7-1120
WH 10 CNC	100	1250	1120	940	630	1000x1120	3000	20	10-1800
WH 105	105	1800	1250	1250	630	1250x1400	3000	28	10-2500
WH 105 CNC	105	1800	1800	1250	630	1400x1400	5000	28	10-3300
WHN 13 CNC	130	2000 3500	2000 2500	1250	800	1600x1800 1800x2200	12000	37	10-2800
WHN 110	112/125	1600 2000 2500	1250 1400 1600	800 1000 1250	710/500	1250x1400 1400x1600	8000	37	10-2800/ 10-3300
WHN 130	130/140	2000 2500 3000 3500	1600 2000 2500	1250	800/560	1600x1800 1800x2240	12000	37	10-2500/ 10-3000
WRD 130	130	4000-20000	2500 3000	800*	560	2000x2000 2000x2500	25000	37	10-3000
WRD 150	150	4000-20000	2000 4000	1000*	800	2000x2000 2000x2500	25000	55	10-2500

Pozn.: *...výsuv pinoli (osa Z)

Hodnoty uvedené v tabulce platí pro stroje v základním provedení (bez AVN a AVO)

Tab. 2. Základní parametry strojů ve výrobním programu v TOS Varnsdorf v roce 2001

3. Současný stav výroby pracovního vřetena WHN 13 CNC

V této kapitole je stručně popsán současný technologický postup výroby pracovního vřetena. Výrobní výkres pracovního vřetena WHN 13 CNC je uveden v příloze 1 (literatura [6])

3.1 Popis současných výrobních strojů

Pro upřesnění jsou zde uvedeny názvy strojů podle příslušných kódů v daném technologickém postupu. Podrobný postup je uveden v příloze 2 (literatura [5])

59630		
41340 (41340)	soustruh	SH SU63/5000
91710		tepelné zpracování
(91730,91670)		
04863	NAGEL	VB BR120 3000A
98630		kontrolní stanoviště
52860	frézka	FV FS 36
55370	bruska na povrchy	BH7U
34814	vodorovná vyvrtávačka	VH 10 NC
94210	ruční úprava	zámečnické práce
55740	bruska na otvory WOTAN BO BDU250A	
57480	bruska na drážky	BDR 7U
55330	bruska na povrchy	BH BHC40
43990	superfinišování	JUS SUPERFINIŠ

3.2 Analýza současného technologického postupu

Pracovní vřeteno stroje WHN 13 CNC (dále vřeteno) je nakupováno jako válcovaná ocel 34Cr Al Ni7 o průměru 150 mm a délce 2400 mm.

Po ořezání vřetena na obou koncích na délku $L = 2235$ mm a navrtání středícího důlku dojde k hrubování na $\varnothing 145$ mm na stroji SH SU63/5000. Poté se soustruží vybrání pro zavěšení .

Následuje zušlechtění ve svislé poloze na $900 +50$ MPa.

Dále jsou popsány operace ve sledu, jak jdou za sebou a rozepsány některé podrobnosti.

Soustružit vřeteno na $\varnothing 138$ mm a zarovnat čelo na délku 2230 mm. Soustružit průměr pro závit M10x2 a průměr 100j5 na $\varnothing 107 \times 144$; srazit hrany a na průměru 107 srazit hranu $60^\circ \times 3$ pro upnutí při vrtání.

Na stroji NAGEL vrtat otvor $\varnothing 44$ mm do hloubky 1974,5 mm a $\varnothing 64+0,1$ do hloubky 648,5 mm.

Upnout do přípravkového pouzdra a lunety; vyrovnat dle průměrů 44 a 64 mm. Vyrovnání proto, že se otvory z předchozí operace vrtají naslepo. Musí se vyrovnat otvor s vnější plochou. U sklíčidla soustružit pomocný průměr pro lunetu. Přepnout do sklíčidla a lunety, navrtat důlek. Opřít hrotem, soustružit na $\varnothing 135$ mm až ke sklíčidlu a srazit hranu $3 \times 60^\circ$. Přepnout a soustružit $\varnothing 105$ mm v délce 144 mm a srazit hrany. Přepnout do sklíčidla a lunety a vnitřně soustružit na $\varnothing 62$ mm do hloubky 85 mm a srazit hrany.

Následně na stroji NAGEL vrtat otvor průměru 38 mm a zkontrolovat házivost otvoru průměrů 44 a 64 mm na kontrolním stanovišti.

Na frézce upnout do přípravku a frézovat podélné drážky na $s = 18 \times 1220$ včetně výběhu do hloubky 10 mm. V této fázi se drážky frézují proto, aby došlo k

porušení vláken před následným tepelným zpracováním, což nám zabraňuje následnému zkroucení.

Následně žíhat na odstranění vnitřního pnutí.

Poté upnout do sklíčidla a hrotu, soustružit na průměr 130,9 mm v celé délce a srazit hrany.

Upnout pomocí sklíčidla a lunety, zarovnat čelo (úběr 5 mm), srazit hranu a v otvoru srazit hranu 60°. Přepnout, zarovnat druhé čelo na délku $L = 2229$ mm, srazit hranu a v otvoru také srazit hranu 60°. Po přepnutí do sklíčidla a hrotu soustružit průměr pro závit M100 na $\varnothing 99,8 \times 41$; průměr 100j5 na $\varnothing 100,6 \times 144 \pm 0,3$ včetně zápichu F2,5x0,4; zápich $s = 4$ do průměru 97-0,2 a srazit hrany.

Na brusce brousit povrchy $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130,5 - 0,02$.

Ve sklíčidle a lunetě soustružit otvor průměru 72H7 na $\varnothing 71,6 \times 85$ mm včetně zápichu F2,5x0,3; průměr $75 \pm 0,1$ na $\varnothing 74,6 \times 27$ včetně skosení 20° a zápichu $s = 2,64H13$ do průměru 78H12. Přepnout, vnitřně soustružit otvor průměru 40H8 na průměr 39,7 a průměr $43 + 0,1$ na průměr 42,7; zápich $s = 10,5$ se skosením 15° do průměru $56 + 0,2$; průměr 49G7 na $\varnothing 48,7 \times 8$; vylehčení průměru $49,5 \times 11,6$; zkosení 10° a 25°; kužel s přídávkem 0,2 na stěnu. Srazit ostří a zaoblit R1. Soustružit na průměr 129x22 včetně zápichu G4x0,4 a srážení hran.

Zkontrolovat přídavek pro broušení.

Na frézce frézovat podélné drážky $s = 21,6$ do hloubky $8,2 + 0,1 \times 1220$ mm včetně výběhu a srazit hrany $1 \times 45^\circ$.

Na horizontální vyvrtávačce frézovat 2x kapsy na konci podélných drážek v délce 64 mm na míru 1232 v $s = 22,6$ do hloubky 8,6 mm včetně sražení hran $1 \times 45^\circ$. Vrtat $28 \times \varnothing 5$ do hloubky $13 - 0,2$ včetně sražení hran a závitu M6 do hloubky 8 mm. Otočit dílec o 90° a frézovat drážku $s = 8P9 \times 20 + 0,2$ do hloubky 39 mm. Dovrtat $\varnothing 4$, srazit hrany a řezat závit M8 do hloubky 12 mm. Po přepnutí vyrovnat a frézovat čelní drážku $s = 25$ do hloubky $12,5 + 0,4$. Vrtat $2 \times \varnothing 10,2$ do hloubky $28 \pm 0,1$ mm včetně sražení hran a závitu M12 do hloubky 20 mm a $4 \times \varnothing 14$ do hloubky $33 \pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M16 do hloubky 25 mm.

Dále vrtat 2 x $\varnothing$ 6 do průniku, převrtat 2 x $\varnothing$ 8 do hloubky 36 s rovným dnem, 2 x $\varnothing$ 9,9 do hloubky 35 a 2 x $\varnothing$ 11 do hloubky 10 mm. Dále vyrobít 2 x zápich $s = 2$ do $\varnothing$ 12,1 a řezat 2 x závit M12x1. Následuje 2 x sražení $20^\circ \times 1\text{mm}$ a vystružení 2 x $\varnothing$ 10H7 do hloubky 33,5 mm.

Při ruční úpravě srazit hrany u výběhu podélných drážek, drážky $s = 8\text{P}9$ a u čelní drážky $0,8 \times 45^\circ$. Doříznout 2 x M12x1. Následně odjehlit a pročistit průniky.

Na brusce na povrchy BH 7U brousit povrchy průměru 130j5 na $\varnothing$ 130,3-0,02; průměr 128,57H5 na $\varnothing$ 128,8 včetně bočního čela a průměr 100j5 na $\varnothing$ 100,2.

Na brusce na otvory WOTAN upnout do sklíčidla a lunety (přes kroužek), brousit průměr 72H7 na $\varnothing$ 71,9; průměr $75 \pm 0,1$ na $\varnothing$ 74,8. Po přepnutí brousit průměr 40H8 na $\varnothing$ 39,9; průměr $43 \pm 0,1$ na $\varnothing$ 42,9 a průměr 49G7 na $\varnothing$ 48,9. Dále přepnout a brousit kužel ISO50 s přídavkem 0,2 na průměr; opět přepnout a brousit čelní drážku $s = 25,4\text{M}6$ na 25,3 včetně dna.

Na brusce na drážky BD R7U brousit 2x drážku $s = 22\text{H}7$ na $s = 22-0,05$ přesně na 180° . Očistit. a našroubovat přípravkové lišty.

Na soustruhu soustružit závit M100x2 - 4h a opravit případně naražené hrany.

Následuje broušení přípravkových lišt a vřetena na průměr 130,2-0,02. Poté vyšroubovat přípravkové lišty a označit umístění, lišty odeslat s vřetenem na nitridování.

V kalírně vřeteno odmastit, "ANITOU" (ochranná pasta, která zabraňuje v daném nanesení nitridování materiálu) chránit všechny závity. Nitridovat spolu se závěsnými přípravkovými lištami do hloubky $0,5 \pm 0,2$; tvrdosti $800 \pm 30\text{HV}$ a drátěným kartáčem očistit chráněné plochy.

Následuje broušení drážek $s = 22\text{H}7$, dna drážek přerovnat na stejnou hloubku.

Při ruční úpravě kalibrovat závity 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 28 x M6 a 2 x M8. Očistit stykové plochy a našroubovat přípravkové lišty. Do závitu M8 zalepit 2x šroub M8x10 lepidlem DIAMANT LEGIERUNGS - PLASTIC.

Poté brousit průměr 130j5 na $\varnothing 130,15-0,02$ mm.

Na brusce WOTAN upnout do sklíčidla a lunety (kroužek) a brousit čelní drážku $s = 25,4M6$. Přepnout a brousit kužel s přídávkem 0,1 na průměr. Po opětovném přepnutí brousit vnitřní průměr $75\pm 0,1$ na $\varnothing 74,9$ a brousit vnější čelo. Protože po nitridaci se vřeteno vrací trochu zdeformováno, musí se na této brusce vřeteno upnout do přípravkového kroužku, aby se zajistila kruhovitost vnějšího průměru a následné přesnější broušení díry. Totéž platí i u dalšího broušení na brusce WOTAN, kde už se díky broušení povrchu podle již broušené díry zlepši kruhovitost povrchu.

Následně brousit průměr 100j5 včetně čela a průměr 128,57H5 včetně bočního čela. Průměr 130j5 lícovat s vůlí 0,006-0,009 dle rozměrů dutého vřetena.

Dále upnout do sklíčidla a lunety (kroužek) na brusce WOTAN, vyrovnat a brousit průměr 72H7 včetně přilehlého čela a průměr $75\pm 0,1$. Přepnout a brousit průměry 40H8; $43+0,1$; 49G7; zápich $s = 5$ dle detailu D a kužel ISO50.

Na ručním pracovišti zkontrolovat přesnosti dílce a naměřené hodnoty zapsat do kontrolního protokolu.

Následuje superfinišování průměru 130j5, kontrola tohoto rozměru a drsnosti.

Nakonec vyšroubovat přípravkové lišty, dopsat pořadové číslo do drážky a uložit do meziskladu.

3.3 Vytyčení slabých míst

V této kapitole jsem se zabýval vytyčením slabých míst z původního technologického postupu vzhledem k připravované změně ve výrobní základně TOS Varnsdorf a zastaralosti dosavadních výrobních strojů na středisku Lehká mechanika.

Tato slabá místa jsou rozepsána v několika bodech:

1. Soustružení přes drážku v operaci 130 současného technologického postupu.
2. Některá broušení jsou nutná s ohledem na přesnost (nepřesnost) starších konvenčních strojů (soustruh, frézka).
3. Pracné vyrovňávání vřetena dle otvorů v operaci 070 původního postupu.

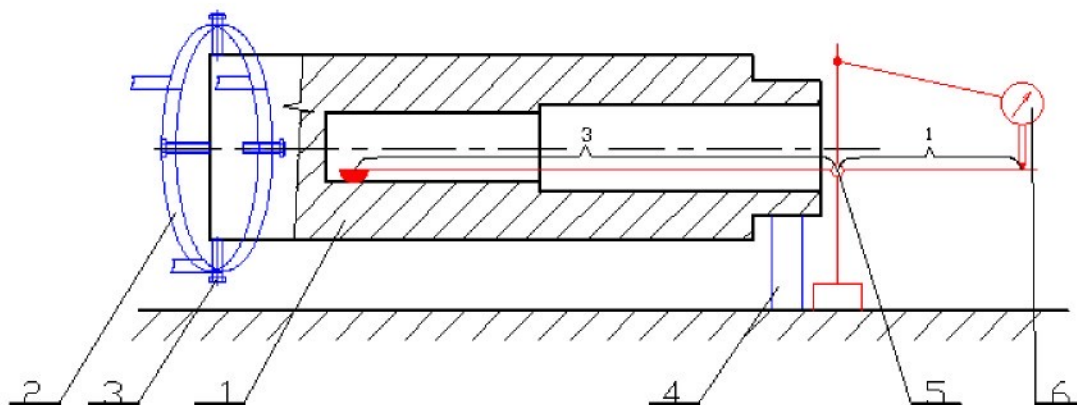
Řešení těchto slabých míst je provedeno ve variantách nového technologického postupu vřetena a dále jim bude věnována pozornost v kapitole 5.3.

3.3.1 Postup vyrovňávání vřetena dle otvoru

Pro soustružení vnějšího povrchu po předešlém vrtání se vřeteno musí vyrovnat, protože se otvor průměru 44 mm do hloubky 1974,5 mm vrtá naslepo.

Vřeteno se upne do sklíčidla pomocí prstence se čtyřmi stavitelnými šrouby a na protější straně se podepře lunetou, kde povrch souhlasí s otvorem (viz. obr. 3.1.). Dovnitř se zavede měřicí dotyková sonda, která je v jedné čtvrtině své délky upnuta v kloubu a zbylé tři čtvrtiny se nacházejí v otvoru. Na tomto zařízení je upevněn přístroj pro měření házivosti. Podle velikosti odchylky se pomocí stavěcích šroubů vřeteno postupně vyrovná.

Po vyrovnaní se u sklíčidla soustruží místo pro lunetu. Vřeteno se otočí, upne do sklíčidla a podepře lunetou. Navrtá se středící důlek, podepře hrotem a může se obrábět povrch součásti.



- | | | |
|------------|---------------------|-------------------|
| 1. vřeteno | 2. upínací prstenec | 3. Stavěcí šrouby |
| 4. luneta | 5. dotyková sonda | 6. úchylkoměr |

Obr. 3.1 Schéma vyrovnavání

4. Nová technologie výroby pracovních vřeten

Vzhledem ke zlepšení a zkvalitnění výroby vřeten vyvrtávacích strojů se podnik TOS Varnsdorf rozhodl investovat do nového výrobního stroje značky MILLTURN TECHNOLOGIES od firmy WFL [10].

4.1 Popis nového výrobního stroje

Jedná se o stroj M 65 MILLTURN (viz. obr. 4.1), který má všechny operace koncentrované do jednoho obráběcího centra, které splňuje veškeré dnešní požadované nároky. Čehož dosahuje díky libovolné možnosti interpolace NC - os - - B, C, X, Y, Z (viz. obr 4.2). Využívá kompletního obrábění (soustružení, frézování, vrtání, hluboké vrtání, výroba vnitřního a vnějšího ozubení, frézovací soustružení, stejně jako automatické proměřování obrobku pro dodržení úzkých tolerancí) bez manuálních zásahů. Každý geometrický obrys může být obráběn s maximální přesností, komplexnosti obrobku nejsou kladeny žádné hranice.



Obr. 4.1 M 65 MILLTURN

Výrobní stroje M 65 jsou vybaveny zásobníky pro rotační i nerotační nástroje s modulárním rozhraním. Zásobník s kotoučovou stavbou je z předu lehce přístupný a vyznačuje se vysokým obslužným komfortem. Dle případu použití a systému nástroje je ve standardním zásobníku k dispozici až 120 míst. Výměnná pozice dvojitého úchopného ramena je pro optimalizaci výrobních časů volně programovatelná po celé dráze. Nástroje jsou paralelně s hlavním časem připravovány na další operaci. V revolverové hlavě na spodních saních může být dodatečně až 2x12 nástrojů, z toho vždy až 6 poháněných. Odstávky stroje z důvodu výměny nástrojů jsou omezeny včasnou signalizací. Nástroje dosahující délky až 900 mm mohou být bez problémů měněny ve standardním zásobníku. Maximální tlak chladicí kapaliny přiváděné vřetenem je 8 MPa.

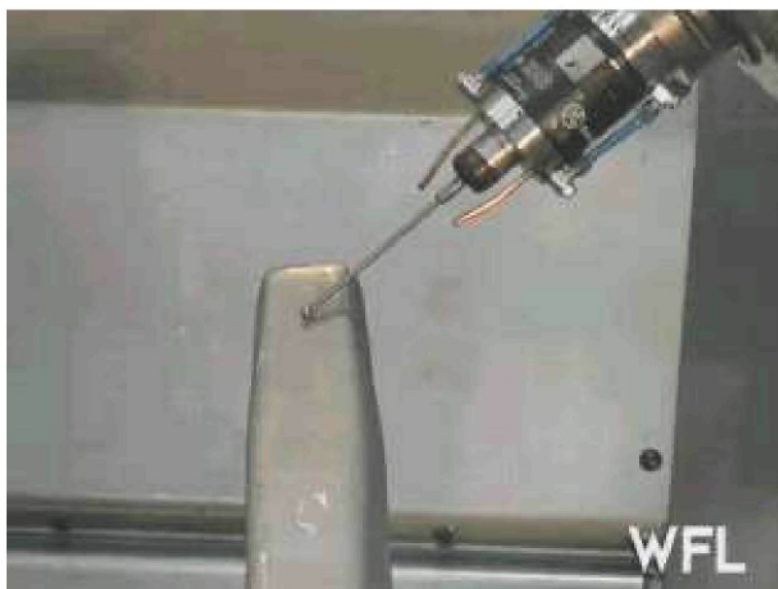


Obr. 4.2 NC - osy

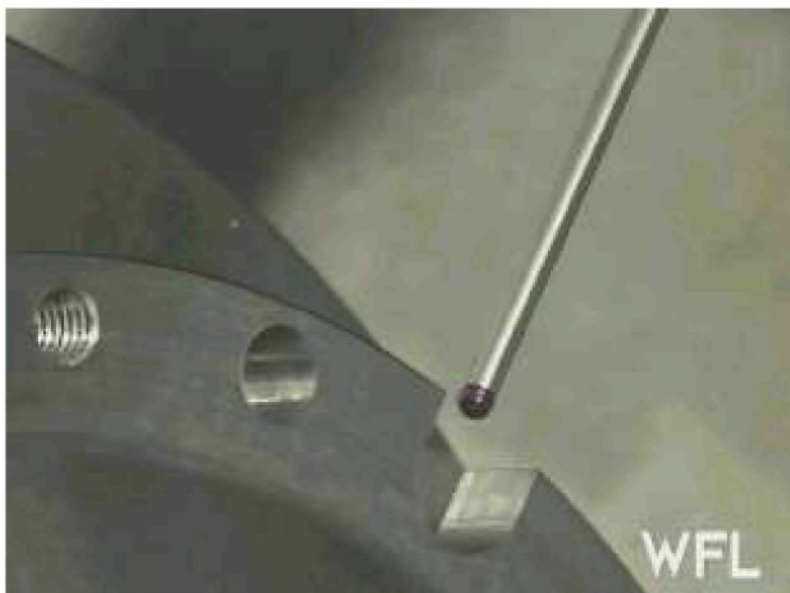
Pro nástroje s prizmatickým uložením nabízí WFL pro M 65 MILLTURN dvě další varianty zásobníků: dvounásobný Pick-Up - zásobník, tak i zásobník na těžké vyvrtávací tyče s přídatným měničem. Z Pick-Up zásobníku mohou být měněny nástroje délky až 1550 mm a hmotnosti 150 kg. Zásobník na těžké vyvrtávací tyče může nést dokonce 18 nástrojů o délce 1500 mm. Automatické zajišťování nástroje se uskutečňuje přes druhé nástrojové rozhraní na frézovací

jednotce. Také u M 60 MILLTURN je možné v plném rozsahu nasazení a použití prizmatických nástrojů pomocí ruční obsluhy. Díky vysoce stabilní konstrukci prizmatického upevnění mohou být použity dokonce tlumené vyvrtávací nástroje s poměrem průměru a délky až 1:16. Ejektorové vrtání je možné s průtokem chladicí kapaliny až 400 l/min.

Použití lineárního odměřovacího systému drah v ose X a Y, dovoluje použít MILLTURN jako 3D měřicí stroje (obr 4.3 a obr 4.4) . Přičemž WFL poskytuje široké spektrum měřících softwarů. Veškeré chyby upnutí i tepelné vlivy jsou kompenzovány měřícím softwarem. To umožňuje nejen průběžnou kontrolu kvality, ale především zabráňuje drahým zmetkům. Všechna měřicí data jsou protokolována a mohou být na přání vytištěna. Během obrábění probíhá kontinuálně monitorizace procesu vznikajících sil ve všech osách a vřetenech. Individuálně stanovené hraniční hodnoty, které jsou zprostředkovány Teach-In postupem jsou permanentně srovnávány s dosahovanými hodnotami. Při překročení těchto mezních hodnot je obrábění přerušeno, čímž je minimalizováno poškození vyvolané přetížením, poškozením nástroje nebo kolizí.



Obr. 4.3 Odměřovací zařízení

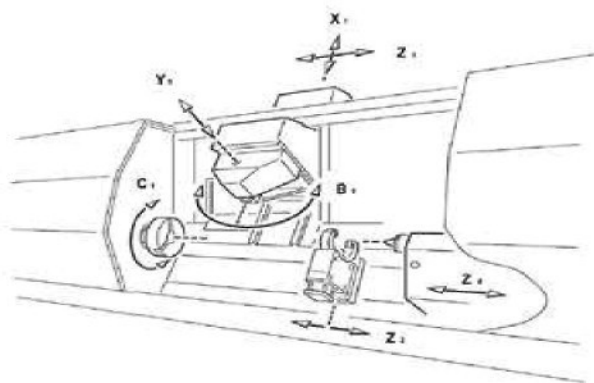


Obr. 4.4 Odměřovací zařízení

Stroje na kompletní obrábění jsou díky značně vyššímu spektru technologií vystaveny komplexnějšímu namáhání než soustruhy. Veškeré síly vznikající na obráběcích jednotkách jsou proto zohledňovány už při dimenzování průřezu stroje. Pro odlehčení ložisek vřeten obráběcích jednotek při soustružení je nosič nástrojů indexován a hydraulicky zajištěn. Pro těžké hrubování při soustružení, ale i frézování je osa B dodatečně každého $2,5^\circ$ indexována. Definovaná místa posuvu v kritických bodech chrání stroj v případě kolize před mechanickým poškozením a umožňují rychlé a jednoduché nastavení geometrie. Opatření jako tepelné oddělení od převodovky a uložení vřetena, stejně jako teplotní stabilizace držáku nástroje, zajišťují 100 % konstantní podmínky obrábění.

4.2 Technická data

Délka	mm	1000/2000/3000/4500
Průměr otočení - horní saně	mm	820/820/820/800
Průměr otočení - dolní saně	mm	640
Maximální průměr	mm	820
Standardní podezdívka - v průměru	mm	400/500/630
Maximální výkon vřetena	kW	40/60
Maximální kroutící moment vřetena	Nm	1830/2748
Maximální otáčky vřetena	min ⁻¹	3300/2600
Maximální výkon frézovacího vřetena	kW	17/25
Maximální kroutící moment frézovacího vřetena	Nm	210/300
Maximální otáčky frézovacího vřetena	min ⁻¹	4000
Maximální tlak chladicí kapaliny skrz vřeteno	bar	80
Úhel vychýlení osy B	Grad	-110/+90
Dráha osy Y	mm	500 (-200/+300)
Dráha osy X	mm	720
Průměrná dráha pinoli	mm	180
Maximální průměr lunety.	mm	460
Zásobník nástrojů	ks.	40/80/120
Řízení SIEMENS	Typ	SINUMERIK 840



4.3 Upínání obrobku

Způsob obrábění na NC strojích je převážně volen tak, aby operace nebo její maximální část byla zhotovena při jedné poloze obrobku. Přepínání obrobku do různých poloh může zhoršit výslednou geometrickou přesnost obráběného kusu. Upnutí obrobku na NC strojích musí zajistit pro každou obráběnou součást v dávce stejnou polohu. Upnutí musí být pevné, ale nesmí při upínání docházet k nežádoucím deformacím obrobku [].

Vyráběné pracovní vřeteno má konečnou délku 2229 mm, a proto upínání výrobku na stroji M65 bude probíhat do sklíčidla, hrotu a jedné lunety.



Obr 4.5 Upnutí do lunety a hrotu



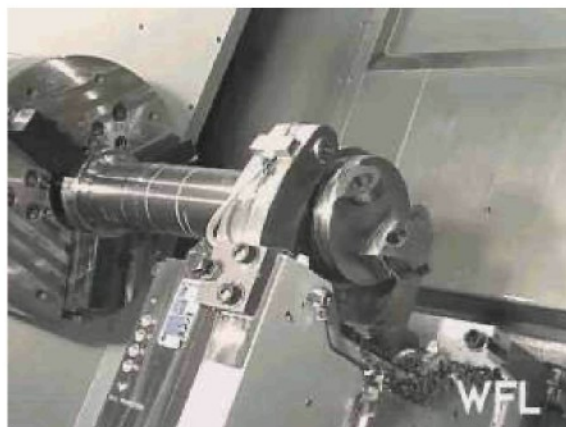
Obr 4.6 Upnutí do lunety a hrotu

Tato luneta je plně řízená, což nám umožňuje její plné využití a přestavování podle našich potřeb během procesu obrábění. Pouze se, v případě potřeby přepnutí lunety na již opracovanou plochu, obrábění na chvíli přeruší a po přepnutí lunety tato operace pokračuje

Na obrázku 4,5 a 4.6 je vidět upnutí do sklíčidla, lunety a hrotu a na obrázcích 4.7 a 4.8 je upnutí do sklíčidla a lunety.



Obr 4.7 Upnutí do lunety na konci



Obr 4.8 Upnutí do lunety na konci

5. Návrh nového technologického postupu výroby pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC

Obrábění pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC je, jak je uvedeno v kap. 3., rozčleněno do několika operací. Hlavním cílem je návrh nového technologického postupu s přihlédnutím k novému pracovnímu stroji. V tomto případě do stroje MILLTURN TECHNOLOGIES od firmy WFL.

5.1 Změna technologického postupu

Změna daného technologického postupu je obsažena v několika variantách (v přílohách 3, 4, 5) podrobněji rozepsaných v dalších kapitolách. Jedná se zejména o změny v operacích probíhajících zhruba na pěti různých pracovištích a jejich koncentrace do nově připravovaného jednoho pracoviště. Především jde o operace prováděné na dvou soustruzích, frézce, vodorovné vyvrtávačce a na měřícím stanovišti. Kromě úseků 010, kde se jedná o první hrubování. Ostatní operace původního technologického postupu, jako je broušení a ruční práce, se takřka nemění.

5.2 Postup obrábění pracovního vřetena

5.2.1 Varianta I.

V této variantě technologického postupu výroby pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC byla měněna prozatím pouze část původního technologického postupu. Jmenovitě operace 040, 060, 070, 080, 090, 100, 130, 140, 160, 170, 180, 190.

Všechny úseky obsažené ve zmiňovaných operacích jsou obsaženy v navržených operacích 030, 040, 050, 080, 100. Téměř všechny tyto nové operace, kromě operace 040, již probíhají na novém obráběcím stroji MILLTURN.

Po úpravách došlo v této variantě ke zmenšení počtu pracovních operací, tím i k časové a ekonomické úspoře a zkvalitnění přesnosti výroby, díky menšímu počtu upínání a přesnosti nového stroje.

Popis změněných operací:

1. Operace 030

Vřeteno se upíná do sklíčidla a hrotu, ve vzdálenosti 115 mm od sklíčidla je podepřeno lunetou.

Je zarovnáno čelo až k hrotu (minimálně na $\varnothing 35$ mm). Dále soustružíme $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 138$ až k místu, kde je luneta. Lunetu přepneme na již opracovanou plochu a pokračujeme soustružením až ke sklíčidlu.

Přepneme do sklíčidla a podepřeme lunetou na konci vřetena.

Zarovnáme druhé čelo na $L = 2230$ mm a po navrtání důlku opřeme hrotem a lunetou podepřeme vřeteno ve vzdálenosti 1115 mm od sklíčidla, soustružíme průměr pro závit M100x2 a průměr $100j5$ na $\varnothing 107$ v délce 144,5 mm.

Na konec srazíme hranu $60^\circ \times 3$ pro upnutí při vrtání.

2. Operace 040

Obráběné vřeteno je nejprve vrtáno skrz průměrem 38 mm ze strany průměru vřetena 107 mm.

Poté vrtáno průměrem 44 do hloubky 1974,5 mm s naváděním na $\varnothing 38$ mm. Na konec vrtáme průměr $64+0,1$ do hloubky 648,5 mm s naváděním na $\varnothing 44$ mm. Aby nemuselo dojít k pracnému vyrovnávání na následujícím stroji (jako v původní operaci 070). Tím byla ušetřena operace 080 v původním postupu.

3. Operace 050

Vřeteno upneme do sklíčidla (za $\varnothing 107$) a hrotu. Z toho vyplývá, že sklíčidlo je na straně, kde se začínalo vrtat v předchozí operaci.

Ve vzdálenosti 1115 mm od sklíčidla budeme okružně frézovat místo pro lunetu do průměru 135x40 a poté na tomto místě podepřeme lunetou.

Dále soustružíme $\varnothing 130j5$ na průměr 135 až k lunetě, za ní pokračujeme až do konce délky vřetena.

Přepneme vřeteno do sklíčidla a hrotu a opět podepřeme lunetou ve vzdálenosti 1115 mm od sklíčidla a soustružíme průměr pro závit M100 a $\varnothing 100j5$ na průměr 105 v délce 144,5 mm.

Přepneme lunetu na konec vřetena a odjedeme hrotem. Soustružíme vnitřní průměr 72H7 na $\varnothing 69,85$ včetně sražení hran.

Na konec frézujeme podélné drážky stopkovou frézou na $s = 18 \times 1120$ mm do hloubky 10 mm s tím, že vynecháme ve vzdálenosti 1500 mm od sklíčidla místo pro lunetu v šířce 40 mm.

Jedná se v podstatě o takřka celou operaci 070 původního postupu, s tím, že můžeme využít při jednom upnutí zároveň i frézování podélné drážky z operace 100.

4. Operace 080

Vřeteno upneme do sklíčidla (za $\varnothing 105$ mm) a hrotu, ve vzdálenosti 729 mm od sklíčidla (kde máme nechané místo pro lunetu) podepřeme lunetou.

Soustružíme $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130,9$ až k drážkám a poté dále okružně frézujeme tento průměr až k lunetě. Tuto lunetu přepneme na již obrobenou plochu před drážkami (osoustruženou plochu) a obrobíme zbytek délky včetně sražení hran.

Přepneme do sklíčidla (za $\varnothing 130,9$) a lunetou podepřeme na konci vřetena.

Zarovnáme čelo (0,5 mm), srazíme hranu a v otvoru vyrobíme sražení 60° . Poté podepřeme vřeteno hrotem a lunetu přesuneme do vzdálenosti 1500 mm od sklíčidla. Soustružíme průměr pro závit M100x2 na $\varnothing 99,8$ v délce 41 mm

a $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,6$ v délce $144\pm 0,3$ včetně zápichů $F2,5\times 0,4$ a $s = 4$ do průměru $97-0,2$.

Dále frézujeme drážku $s = 8P9$ v délce $20+0,2$ do hloubky $5,3$ ($5,1$), která je oproti podélným drážkám pootočená o 90° .

Podepřeme zpět lunetou konec vřeten a odjedeme hrotem. Poté soustružíme otvor $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,6$ v délce 85 mm včetně zápichu $F2,5\times 0,3$ a $\varnothing 75\pm 0,1$ na průměr $74,6$ v délce 27 mm včetně zkosení 20° a zápichu $s = 2,65H13$ do $\varnothing 78H12$.

Jde o sloučení operací 130 a 140 z původního technologického postupu, v kterých je vynecháno zarovnání jednoho čela ponechaného do další operace, aby se ušetřilo jedno přepnutí.

Je zde navíc přidána jedna část výroby z operace 160, a to soustružení vnitřního otvoru a přilehlých operací daných způsobem upnutí.

Dále je přidána ještě jedna část výroby z operace 190. Jde o frézování drážky $s = 8P9\times 20+0,2$. Tím bylo provedeno co nejvíce operací na jediné upnutí.

5. Operace 100

Zde se provádí opracování druhé strany vřeten. To upneme do sklíčidla (za $\varnothing 100,6$) a lunetou podepřeme 25 mm od konce vřeten a zarovnáme druhé čelo na $L = 2229$ mm.

Vnitřně soustružíme v otvoru $\varnothing 40H8$ na $\varnothing 39,7$; $\varnothing 43+0,1$ na $\varnothing 42,7$; zápich $s = 10,5$ se zkosením 15° do průměru $56+0,2$; $\varnothing 49G7$ na $\varnothing 48,7$ v délce 8 mm; vylehčený průměr $49,5$ v délce $11,6$ mm; zkosení 10° a 25° a kužel ISO50 s přídavkem $0,2$ včetně sražení ostří a zaoblení $R1$.

Pak frézujeme stopkovou frézou podélné drážky na $s = 21,6$ do hloubky $8,2+0,1$ v délce 1220 mm a srazíme hrany $1\times 45^\circ$. Dbáme, aby obě drážky měly stejnou hloubku. Následně frézujeme dvě kapsy, na konci těchto drážek, v délce 64 na míru 1232 mm v $s = 22,6$ do hloubky $8,6$ (resp. $8,4$) včetně sražení hrany $1\times 45^\circ$.

Následuje vrtání v těchto drážkách $28 \times \varnothing 5$ do hloubky 13-0,2 včetně sražení hran a řezání závitu do hloubky 8 mm.

Po otočení dílce, jednou o 20° a po druhé o 180° , vrtáme průměr 6,7 do hloubky 39 mm. Dále probíhá dovrtání průměru 4 mm, sražení hran a řezání závitu M8 do hloubky 12 mm.

Poté provádíme opracování čela vřeten. Což je frézování čelní drážky na $s = 25$ mm do hloubky $12,5 \pm 0,4$; vrtání 2x průměru 10,2 do hloubky $28 \pm 0,1$ včetně řezání závitu M12 do hloubky 20 mm; 4x $\varnothing 14$ do hloubky $33 \pm 0,1$ včetně řezání závitu M16 do hloubky 25 mm; 2x $\varnothing 6$ až do průniku. Dále převrtáme 2x $\varnothing 8$ do hloubky 36 mm (s rovným dnem); 2x $\varnothing 9,9$ do hloubky 35 a 2x $\varnothing 11$ do hloubky 10 mm.

Pokračujeme frézováním 2x zápichu $s = 2$ do průměru 12,1 mm, řezáním dvou závitu M12x1 a dvou sražení $1 \times 20^\circ$, vystružením dvou otvorů průměru 10H7 do hloubky 33,5 mm.

Na závěr soustružíme průměr $128,57 \pm 0,05$ na $\varnothing 129,22$ včetně zápichu G4x0,4, sražení hran a kontroly přídatku na broušení.

Touto operací byly z původního technologického postupu sloučeny části operace 140, 160, 180 a 190.

5.2.2 Varianta II.

Změny v této variantě již srovnáváme s nově vypracovanou Variantou I.

V této variantě technologického postupu byly vynechány první tři operace z postupu Varianty I. s tím, že se již bude materiál nakupovat zušlechtěn a oloupán. Průměr polotovaru bude 140 mm. Tudíž tato varianta postupu začíná stejnou operací jako operace 030 v první variantě pouze s tím, že se vřeten nejprve upne do sklíčidla a lunety, zarovná se celé čelo a poté se navrtá středící důlek.

Dále bylo vynecháno broušení povrchu z operace 090 a broušení drážky z operace 140 před nitridací. Tím došlo ke sloučení operací 080 a 100 na stroji MILLTURN, díky čemuž bylo ušetřeno další přepínání vřetena na stroji. Tato operace je označena jako operace 060 Varianty II., pouze bylo vynecháno frézování podélných drážek s frézováním dvou přilehlých kapes a vrtáním 28x Ø 5 mm.

Tyto tři operace byly přesunuty do operace 100 (této varianty) s tím, že stroj MILLTURN je schopen vyrobít frézováním stopkovou frézou drážku $s = 22-0,05$ mm přesně na 180° .

Všemi těmito navrhovanými změnami bylo ušetřeno celkem pět operací.

5.2.3 Variantá III.

Tato varianta byla vytvářena především s ohledem na navrhovaný postup ve Variantě II.

Zde bylo z operace 030 Varianty II. vynecháno frézování podélné drážky s tím, že vřeteno půjde na žihání bez těchto obrobených drážek. Díky tomu úplně odpadlo soustružení nebo okružní frézování přes drážku.

Výroba této drážky byla zahrnuta do operace 100, kde je drážka nejdříve hrubována na $s = 18 \times 1220$ do hloubky 10 včetně výběhu, poté opracována na čisto $s = 22-0,05$ přesně na 180° a dna drážek přerovnána na stejnou hloubku. Následuje frézování dvou kapes a vrtání 28 otvorů pro závit.

Zůstal sice stejný počet operací, ale odpadlo již zmiňované nepříjemné obrábění přes drážku.

Ale tím, že drážka nebyla předfrézována, a tudíž nedošlo k porušení vláken, hrozí, že by se materiál mohl po tepelném zpracování a následném obrábění zkroutit a tím i znehodnotit.

Ovšem vřeteno je dost tuhé a již předem provrtané, tak by k znehodnocení dojít nemuselo, ale protože to není ozkoušené, k této variantě bych se asi nepředklonil.

Zbytek postupu je nezměněn.

5.3 Odstranění slabých míst

Tato kapitola je věnována podrobnějšímu popisu odstranění slabých míst z původního technologického postupu výroby vřetena, jak je uvedeno v kapitole 3.3.

1. Soustružení přes drážku:

Soustružení přes drážku v operaci 130 současného technologického postupu má za následek, že žádná z dosud odzkoušených vyměnitelných břitových destiček neměla velkou trvanlivost při obrábění přerušovaným řezem, kde dochází k velkému opotřebování nástroje, a proto se za současného stavu tato operace prováděla nástrojem z rychlořezné oceli RADEKO (časově velice náročné, čas na jedno přetočení až 190 min).

V novém technologickém postupu výroby pracovního vřetena (Varianta I. a Varianta II.) je tento problém částečně odbourán tím, že oblast, kde se drážka nachází se okružně frézuje, což nový stroj umožňuje. Tím dochází i k lepšímu dělení třísky, což má při vysokém stupni automatizace značnou výhodu. Při okružním frézování není tak kvalitní povrch jako při soustružení, ale vzhledem k tomu, že se vřeteno poté brousí méně kvalitní povrch nevadí.

V návrhu Varianty III. pracovního postupu je tento problém řešen tak, že se podélné drážky vyrábějí až před broušením, tzn. po všech předešlých soustruženích.

2. Broušení navíc:

Broušení, která byla nutná v původním technologickém postupu výroby, vzhledem k nepřesnosti strojů, jsou ve variantách II. resp. III. úplně vynechána. Konkrétně se jedná o broušení povrchu průměru 130j5 na $\varnothing 130,5-0,02$ z operace 150 (původního postupu) a první broušení podélných drážek z operace 230.

Původní broušení průměru bylo hlavně z důvodu větší přesnosti následného obrábění kužele ISO50 v otvoru vřetena. Díky lepší přesnosti stroje a jemnému soustružení povrchu bylo možné tuto část výroby vynechat.

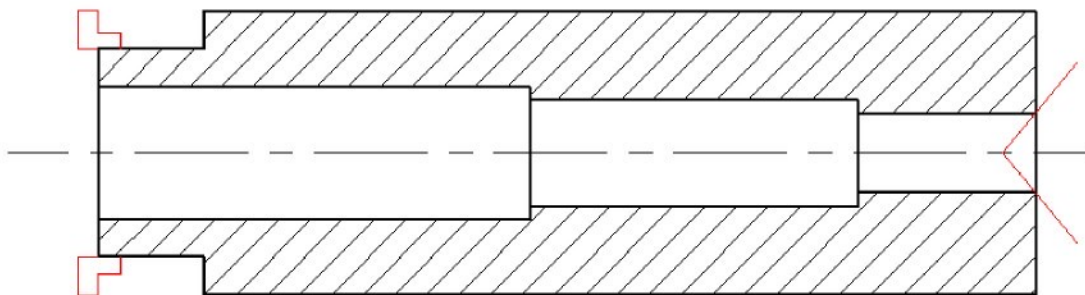
Podélné drážky v novém postupu jsou vyráběny stopkovou frézou, díky níž vzniká dobrý povrch, a díky novému stroji má i velkou přesnost vyráběných drážek.

3. Pracné vyrovnávání vřetena dle povrchu:

Pracné vyrovnávání povrchu dle otvorů v operaci 070 původního postupu je řešeno tím, že vřeteno je nejprve provrtáno skrz vrtací hlavičkou o průměru 38 mm a následně vrtaný otvor průměru 44 mm je vyráběn pomocí speciálního nástroje, který je naváděn na již vyvrtaný průměr 38 mm. Stejně i nástroj pro otvor průměru 64 mm je při výrobě naváděn na již obrobený průměr 44 mm.

Následně před prvním obráběním musí být vřeteno na stroji upnuto do sklíčidla a hrotu (viz. obr.5.1). Protože je první díra vrtána naslepo (není zajištěna souběžnost otvoru s vnějším povrchem na konci vřetena) musí být sklíčidlo ze strany odkud se začalo vrtat (zde je zaručena souběžnost díry s vnějším povrchem).

Poté se přibližně v polovině okružně vyfrézuje místo pro lunetu, abychom zde mohli vřeteno podepřít a následně soustružit v celé délce. Tímto je problém s pracným vyrovnáváním podle otvorů vyřešen.



Obr 5.1 Schéma upnutí

5.4 Výběr optimální varianty

K výběru máme tři varianty technologického postupu výroby vřetena. První varianta se nejvíce odvíjí od původního postupu. Ve druhé variantě je už sáhnuto k odebrání několika operací vzhledem k výše popsaným slabým místům z původního pracovního postupu. Třetí varianta je nejodvážnější, ale nepřikláněli bychom se k jejímu výběru vzhledem k časové náročnosti výroby.

Z mého hlediska bych se přiklonil k Variantě II., která mi připadá nejlépe realizovatelná. Ještě by bylo možné k této variantě přidat první dvě operace z Varianty I., což je ohrubování válcované oceli a její následné zušlechtění, v případě, že nebude upřednostněn nákup loupaného a již zušlechtěného polotovaru.

6. Ekonomické zhodnocení

V této kapitole jsou hodnoceny operace, které se po navržení variant nového technologického postupu změnily. Není zde brán ohled na ekonomické hledisko vyplývající z nákupu nového stroje. Ještě není ani známo, jaká by byla režie tohoto obráběcího centra.

6.1 Ekonomické zhodnocení jednotlivých variant

Ve Variantě I. nového technologického postupu výroby pracovního vřetena bylo změněno dvanáct operací, jmenovitě operace 040, 060, 070, 080, 090, 100, 130, 140, 160, 170, 180 a 190, z původního postupu na pět operací, konkrétně na operace 030, 040, 050, 080, 100.

Z ekonomického hlediska by bylo ušetřeno nejvíce času právě díky zmenšení počtu operací, které budou prováděné na jednom pracovišti. Tím se zkrátí čas potřebný pro přepravu mezi pracovišti.

Operace 030 zůstává v porovnání s operací 040 z původního postupu, co se týče výrobních časů, téměř nezměněná. Bude záležet pouze na času výměny nástrojů u nově zvoleného stroje.

Pouze v operaci 040 nového postupu, kde se jedná o vrtání vřetena, se čas na tuto operaci zvětší, protože vřeteno bude vrtáno nejprve skrz a až poté budou vrtány další otvory. Ale díky tomuto provedení je ušetřen čas, který by zabralo následné pracné vyrovnávání dle otvorů.

V dalších operacích už jde o koncentraci výrobních operací stávajícího postupu na dříve zmiňované obráběcí centrum (viz. kapitola 4). Kromě již zmiňované úspory času při přepravě výrobku mezi pracovišti, byl i zmenšen počet upnutí na obráběcím centru. To má za následek zkvalitnění výroby pracovního vřetena a tím i úbytku zmetkovitosti nebo vynucených oprav.

Ve Variantě II., která je porovnávána s navrhovanou Variantou I., byly vypuštěny první tři operace s tím, že bylo navrženo, aby se polotovar pro výrobu vřetena kupoval již po ohrubování vývalku a po tepelném zpracování. Tepelné zpracování se týká konkrétně zušlechtění na 900+50MPa.

Časy vynechaných operací soustružení a tepelného zpracování z původního technologického postupu:

operace 010 – soustružení:	čas dávkový $t_B = 80 \text{ min}$ čas jednotkový $t_A = 95 \text{ min}$
operace 020 – TZ:	čas dávkový: $t_B = 2880 \text{ min}$ čas jednotkový: $t_A = 180 \text{ min}$

Vynecháním těchto dvou operací by byl ušetřen čas:

$$\text{ušetřený čas} = \sum t_A + \sum t_B = 275 + 2960 = 3235 \text{ min}$$

Dále bude záležet na rozhodnutí, zda se vyplatí kupovat již zušlechtěný polotovar, který je přibližně o 3,-Kč/kg dražší než pouze válcovaný polotovar nebo zda bude ekonomicky výhodnější nakupovat polotovar jako válcovaný a dále ho opracovávat původním způsobem.

Dále byly vynechány dvě operace broušení - první broušení povrchu a první broušení podélných drážek. Bylo tak učiněno s předpokladem, že nový stroj je dostatečně přesný, aby bylo možné tyto operace vynechat. U podélných drážek byl změněn nástroj, jde konkrétně o obrábění stopkovou frézou, která sama o sobě dělá dobrý povrch. Toto již bylo vyzkoušeno. V původním technologickém postupu byly tyto dvě operace zhotoveny v tomto čase:

broušení povrchu:	čas dávkový $t_B = 100 \text{ min}$ čas jednotkový $t_A = 150 \text{ min}$
-------------------	---

broušení podélných drážek: čas dávkový: $t_B = 60 \text{ min}$
čas jednotkový: $t_A = 70 \text{ min}$

Jak již bylo výše uvedeno, vynecháním těchto dvou operací by byl ušetřen čas:

$$\text{ušetřený čas} = \sum t_A + \sum t_B = 160 + 220 = 380 \text{ min}$$

V této navrhované variantě, proti Variantě I., by byla celková úspora času =
= $3235 + 380 = 3615 \text{ min}$.

Variantě III. je už více odvážná, co se týče obrábění pracovního vřetena. Bylo úplně vynecháno předfrézování podélných drážek před nitridací. Výrobní časy jsou:

čas dávkový: $t_B = 60 \text{ min}$
čas jednotkový: $t_A = 140 \text{ min}$.

Celková úspora času činí 200 minut a odpadá pracné obrábění přes drážku, ale je zde riziko, že se vřeteno po nitridaci znehodnotí. Tato úprava by se dala využít i v původním technologickém postupu, ale nebyla ještě vyzkoušena, je to pouze teoretická úvaha.

6.2 Celkové zhodnocení

Tyto varianty navrhovaného technologického postupu jsou vytvářeny pouze v teoretické rovině, vzhledem k tomu, že nákup nového obráběcího centra není ještě dořešen.

S ohledem na dobu trvání výrobního procesu, kdy celý výrobní cyklus vřetena trvá přibližně šest měsíců, nebylo by ani možné některou z těchto variant (nebo jen některé z jejich částí) realizovat a porovnat se stávající výrobou pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC.

Z ekonomického pohledu bych se asi nejvíce přiklonil k Variantě II., která mi připadá optimálně řešená z hlediska teoretického odstranění slabých míst v původním technologickém postupu, vzhledem k předpokládané změně ve výrobní základně. Ale jak již bylo dříve zmiňováno, jedná se pouze o teoretické řešení návrhu výroby, které nebylo ani vyzkoušeno, ani porovnáváno s přesností původní výroby.

Při celkovém porovnání ekonomických pohledů je zřejmé, že by Varianta I. byla vůči původnímu postupu velkým přínosem pro stávající výrobu. Avšak po navrhovaných změnách a úpravách v dalších dvou variantách by se dalo říci, že nejekonomičtější by byla Varianta III, ze které bylo odstraněno nejvíce operací. Ovšem i toto má svá úskalí, protože může hrozit znehodnocení materiálu tepelným zpracováním. Přiklonil bych se proto k reálnějšímu návrhu Varianty II., která je ze všech hledisek podle mého názoru nejvýhodnější.

7. Závěr

Úkolem diplomové práce bylo navrhnout nový technologický postup výroby pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC s ohledem na zkrácení průběžné doby výroby a na předpokládané změny ve výrobní základně TOS Varnsdorf ve středisku Lehká mechanika. Návrh nové technologie měl být proveden v několika variantách, zdůvodnění těchto variant, výběr té optimální a navrženou technologii ekonomicky zhodnotit.

Tyto úkoly jsem v diplomové práci splnil a domnívám se, že z teoretického hlediska má nově navržená technologie před původní technologií dostatek předností.

7.1 Výsledky práce

Rozbor původní technologie byl proveden v kapitole 3. a současně byla vyzdvížena slabá místa, která se mají, především s nákupem nového obráběcího centra M65 MILLTURN TECHNOLOGIES od firmy WFL, odstranit. Jedná se konkrétně o tato slabá místa:

1. Soustružení přes drážku (tzv. přerušovaný řez)
2. Některé zbytečné operace broušení
3. Pracné vyrovnávání vřetena.

V kapitole 4. byl popsán tento nový stroj, co se týče jeho základních parametrů a jeho kladných schopností. Tyto vlastnosti jsou hlavním důvodem, proč firma TOS Varnsdorf přemýšlí o investování do tohoto obráběcího centra.

Návrh nového technologického postupu ve všech variantách je proveden v kapitole 5., kde původně potřebná čtyři pracoviště jsou nahrazena jedním strojem. Dále jsou v této kapitole podrobněji rozepsané změněné a upravené operace z původního postupu. Navržené změny se týkají především koncentrace operací na

nový stroj a odstraňování vytknutých slabých míst. Ve všech variantách je již odstraněno slabé místo pracného vyrovnávání vřetena. Varianta II. je věnována především odstranění nadbytečného broušení. Ve Variantě III. je nakonec vypuštěno předfrézování podélné drážky, i když ve Variantě I. a II. je již nepříjemné soustružení přes drážku nahrazeno okružním frézováním. Všechny navržené varianty technologického postupu jsou uvedeny v příloze 4, 5, 6.

V kapitole o ekonomickém zhodnocení jsou porovnány jednotlivé varianty technologického postupu. Toto porovnávání jsem hodnotil pouze z teoretického pohledu, vzhledem k připravované koupi nového obráběcího centra. Je hodnocena převážně časová úspora v nové technologii, vzhledem k menšímu počtu přepínání obrobku a manipulace s obrobkem mezi pracovišti. Dále bylo bráno v úvahu (v některých variantách), že by se polotovar pro výrobu pracovního vřetena dal nakupovat již zušlechtěn a ohrubován. Z ekonomického i výrobního hlediska mi připadá nejvýhodnější Varianta II.. U této varianty by bylo možné uvažovat o nákupu nezušlechtěného polotovaru s tím, že by se následně obráběl a zušlechtňoval v tomto výrobním procesu.

Záměrem firmy je na připravované obráběcí centrum zahrnout i některé operace broušení. V tomto případě by ale musel být zvolen speciální nástroj (brusný kotouč), vzhledem k vysoké prašnosti při broušení, čímž by mohl být nový stroj poškozen.

Tato diplomová práce se zabývá převážně výrobním postupem pracovního vřetena pro stroj WHN 13 CNC na předpokládaném novém obráběcím centru. Na tomto stroji se dále budou vyrábět také všechna ostatní pracovní i dutá vřetena pro všechny zbývající vyráběné stroje firmy TOS Varnsdorf a.s., které jsou uvedeny v kapitole 2. Jde o vřetena různých délek, tvarů a průměrů.

Seznam příloh

		Počet stran	Počet obrázků	Počet tabulek
Příloha 1	Výkresová dokumentace pracovního vřetena WHN 13 CNC	1	-	-
Příloha 2	Technologický postup pracovního vřetena WHN 13 CNC (původní)	12	-	-
Příloha 3	Technologický postup pracovního vřetena WHN 13 CNC (navržený, Varianta I.)	9	-	-
Příloha 4	Technologický postup pracovního vřetena WHN 13 CNC (navržený, Varianta II.)	8	-	-
Příloha 5	Technologický postup pracovního vřetena WHN 13 CNC (navržený, Varianta III.)	8	-	-

Seznam použité literatury

- [1] BUDA, J. - KOVÁČ, M. : Metodika projektovania výrobných procesov v strojárstve, Bratislava - Praha, SNTL - ALFA 1985.
- [2] PŘIKRYL, Z. - MUSÍLKOVÁ, R. : Teorie obrábění. SNTL Praha 1975
- [3] HORIZONT, Varnsdorf 2000 - 2001.
- [4] TOS Varnsdorf, a.s., Varnsdorf. : Nabídky obráběcích strojů z výrobního programu, 2000.
- [5] TOS Varnsdorf, a.s., Varnsdorf. : Technologický postup pracovního vřetena WHN 13 CNC, 2001.
- [6] TOS Varnsdorf, a.s., Varnsdorf. : Výkresová dokumentace pracovního vřetena WHN 13 CNC. č.v. 1000598, 2000.
- [7] TOS Varnsdorf, a.s., Varnsdorf. : Výroční zpráva, 2000.
- [8] SANDVIK - Příručka obrábění. Praha 1999.
- [9] VÁVRA, P. - KŘÍŽ, R. : Strojírenská příručka, svazek 2. Praha, SCIENTIA, spol. s r. o., 1993.
- [10] WFL : MILLTURN TECHNOLOGIES. AT 2001.

Pracovní postup

VARIANTA I

Název postupu: 1000598 VŘETENO	Číslo postupu:
Km. středisko: 530	Číslo materiálu:
Jakost:	Model:
Výška:	Typ: WHN 13 CNC
Norma:	Zakázka:

Č. op. Stroj

001 59630

Popis operace:

Řezat u obu konců na L = 2235

010 41370

Popis operace:

Označit střed, ruční elektrickou vrtačkou navrtat důlek.

Upnout do sklíčidla a hrotu, soustružit $\varnothing$ 145 až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a lunety, dosoustružit $\varnothing$ 145; soustružit vybrání pro zavěšení 40 mm od čela na $\varnothing$ 120 v délce 80; srazit hrany.

020 91710

Popis operace:

Zušlechtit ve svislé poloze na 900 + 50 MPa

030 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a hrotu, ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla podepřít lunetou.

Zarovnat čelo k hrotu (min. na $\varnothing 35$); soustružit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 138$ až k lunetě, přepnout lunetu na již opracovanou plochu a dosoustružit průměr až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2230$, navrtat důlek, opřít hrotem a lunetou podepřít ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla, soustružit $\varnothing$ pro závit M100x2 a $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 107 \times 144,5$; srazit hranu $60^\circ \times 3$ pro upnutí při vrtání.

040 04863

Popis operace:

Vrtat skrz otvor $\varnothing 38$ ze strany průměru 107 mm.

Vrtat otvor $\varnothing 44$ do hloubky 1974,5 s naváděním na $\varnothing 38$ a $\varnothing 64+0,1$ do hloubky 648,5 s naváděním na $\varnothing 44$.

050 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing 107$ a hrotu, sklíčidlo na straně, kde se začínalo vrtat v předchozí operaci.

Okružně frézovat místo pro lunetu do průměru 135×40 ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Podepřít lunetou.

Soustružit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 135$ až k lunetě a za ní pokračovat až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a hrotu, podepřít lunetou ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing$ pro závit M100 a $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 105 \times 144,5$; srazit hrany.

Přepnout lunetu na konec vřetene a odjet hrotem.

Soustružit vnitřní $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 69,85$; srazit hrany.

Frézovat podélné drážky stopkovou frézou na $s = 18 \times 1220$ do hloubky 10 s vynecháním místa pro lunetu 40 mm ve vzdálenosti 1500 mm od sklíčidla.

060 98630

Popis operace:

Kontrola házivosti otvorů Ø 44 a Ø 64.

070 91730

Popis operace:

Žíhat na odstranění vnitřního pnutí.

080 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za Ø105 a hrotu, ve vzdálenosti 729 od sklíčidla podepřít lunetou.

Soustružit Ø130j5 na Ø130,9 až k drážkám, poté okružně frézovat až k lunetě, přepnout lunetu na již obrobenou plochu před drážkami a obrobit zbytek délky; srazit hrany.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci.

Zarovnat čelo (0,5 mm); srazit hranu; v otvoru sražení 60°.

Podepřít hrotem a lunetu přesunout 1500 mm od sklíčidla.

Soustružit Ø pro závit M100x2 na Ø 99,8x41; Ø 100j5 na Ø 100,6x144±0,3 včetně zápichů F2,5x0,4; s = 4 do Ø 97-0,2; srazit hrany dle výkresu.

Frézovat drážku s = 8P9x20+0,2 do hloubky 5,3(5,1) otočenou o 90° oproti podélným drážkám.

Podepřít zpět lunetou na konci a odjet hrotem.

Soustružit otvor Ø 72H7 na Ø 71,6x85 včetně zápichu F2,5x0,3; Ø 75±0,1 na Ø 74,6x27 včetně skosení 20° a zápichu s = 2,65H13 do Ø 78H12; srazit ostří dle výkresu.

090 55370

Popis operace:

Brousit povrch $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130,5-0,02$

100 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing 100,6$ a hrotu, ve vzdálenosti 1380 mm od sklíčidla podepřít lunetou.

Frézovat stopkovou frézou podélné drážky $s = 22H7$ na $s = 21,6$ do hloubky $8,2+0,1x1220$; srazit hrany $1x45^\circ$ (obě drážky musí mít stejnou hloubku)

Frézovat 2 x kapsy na konci podélných drážek v délce 64 na míru 1232 v $s = 22,6$ do hloubky 8,6 (8,4) včetně sražení hrany $1x45^\circ$.

Vrtat 28 x $\varnothing 5$ do hloubky 13-0,2 včetně sražení hran a závitu M6 do hloubky 8.

Otočit dílec o 20° ; vrtat $\varnothing 6,7$ do hloubky 39 a doVRTat $\varnothing 4$; srazit hrany; řezat závity M8 do hloubky 12.

Podepřít lunetou na konci vřetene, 25 mm od okraje a odjet hrotem.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2229$; srazit hranu.

Vnitřně soustružit otvor $\varnothing 40H8$ na $\varnothing 39,7$; $\varnothing 43+0,1$ na $\varnothing 42,7$; zápich $s = 10,5$ se zkosením 15° do $\varnothing 56+0,2$; $\varnothing 49G7$ na $\varnothing 48,7x8$; vylehčení $\varnothing 49,5x11,6$; skosení 10° a 25° ; kužel ISO50 s přídavkem 0,2 na stěnu; srazit ostří; zaobli R1.

Frézovat čelní drážku $s = 25,4M6$ na $s = 25$ do hloubky $12,5+0,4$ včetně sražení hrany $0,8x45^\circ$.

Vrtat 2 x $\varnothing 10,2$ do hloubky $28\pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M12 do hloubky 20; 4 x $\varnothing 14$ do hloubky $33\pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M16 do hloubky 25; 2 x $\varnothing 6$ do průniku; převrtat 2 x $\varnothing 8$ do hloubky 36 s rovným dnem; 2 x $\varnothing 9,9$ do hloubky 35; 2 x $\varnothing 11$ do hloubky 10; srazit hrany.

Frézovat 2 x zápich $s = 2$ do $\varnothing 12,1$

Řezat 2 x závit M12x1; 2 x sražení $20^\circ x 1$.

Vystružit 2 x $\varnothing 10H7$ do hloubky 33,5.

Soustružit $\varnothing 128,57h5$ na $\varnothing 129,22$ včetně zápichu G4x0,4 a sražení hran dle výkresu.

Kontrola přídatku pro broušení; pozor na kótu 142+0,1.

110 94210

Popis operace:

Srazit hrany u výběhu podélných drážek; drážky $s = 8P9$; u čelní drážky $0,8 \times 45^\circ$.

Doríznout 2 x M12x1.

Odjehlít a pročistit průniky; označit: 100598.

120 55370

Popis operace:

Brousit povrchy: $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130-0,02$; $\varnothing 128,57H5$ na $\varnothing 128,8$ včetně bočního čela; $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,2$ včetně přilehlého čela.

Uložit do palety.

130 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety (kroužek).

Brousit $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,9$; $\varnothing 75 \pm 0,1$ na $\varnothing 74,8$.

Přepnout.

Brousit $\varnothing 48H8$ na $\varnothing 39,9$; $\varnothing 43 \pm 0,1$ na $\varnothing 42,9$.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídatkem 0,2 na průměr.

Přepnout.

Brousit čelní drážku $s = 25,4M6$ na 25,3 včetně dna.

Brousit 2 x drážku s = 22H7 na s = 22-0,05 přesně na 180°; dna drážek přerovnat na stejnou hloubku; dílec usušit.

Vyzvednout ze skladu šroubů:	šroub M8x10 ISO 4026 - 2 ks
	šroub M6x10 ČSN 02 1131 - 31 ks
Vyzvednout z meziskladu:	lištu č. v. 34 4222 - 2 ks
	lištu č. v. 34 4221 - 8 ks

Pročistit 28 x závit M6; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty

Brousit přípravkové lišty a vřeteno na $\varnothing 130,2-0,02$

Opravit případné naražené hrany na přední části vřetena a upozornit na případné jiné vady.

Popis operace:

Vyšroubovat přípravkové lišty a označit umístění jednotlivých lišt v drážkách; lišty odeslat spolu s vřetenem na nitridování.

200 91760

Popis operace:

Vřeteno odmastit, "ANITOU" chránit závit M100x2; 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 2 x M8; 28 x M6 v podélných drážkách.

Nitridovat spolu se zavěšenými přípravkovými lištami do hloubky 0,5+0,2; tvrdost 800±30HV; drátěným kartáčem očistit chráněné plochy.

210 57480

Popis operace:

Brousit 2 x drážku s = 22H7; dno drážky přerovnat na stejnou hloubku; broušením srazit hrany.

220 94210

Popis operace:

Kalibrovat 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 28 x M6; 2 x M8; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty podle předchozího označen; do závitu M8 zalepit 2 x šroub M8x1 lepidlem DIAMANT LEGIERUNGS-PLASTIC.

230 55330

Popis operace:

Brousit Ø 130j5 na Ø 130,15-0,02

240 55740

Popis operace:

Upnout do skličidla a lunety (kroužek); vyrovnat.

Brousit čelní drážku s = 25,4M6; dno drážky přerovnat.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídavkem 0,1 na průměr.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 75 \pm 0,1$ na $\varnothing 74,9$ - lícovat na čocku; brousit vnější čelo.

250 55330

Popis operace:

Brousit $\varnothing 100j5$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 128,57h5$ včetně bočního čela; $\varnothing 130j5$ lícovat s vůlí 0,006-0,009 dle rozměru dutého vřetene; odlehčení v délce 100 na $\varnothing 130-0,5$

260 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety; vyrovnat.

Brousit $\varnothing 72H7$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 75 \pm 0,1$.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 40H8$; $\varnothing 43+0,1$; $\varnothing 49G7$; zápich $s = 5$ dle detailu D; kužel ISO50

270 98630

Popis operace:

Kontrola přesnosti dílce; naměřené hodnoty zapsat do kontrolního protokolu; pozornost věnovat zápichu dle detailu D a $\varnothing 49G7$ s ohledem na míru $142+0,1$.

280 43990

Popis operace:

Superfinišovat $\varnothing 130j5$

290 98630

Popis operace:

Kontrola rozměru a drsnosti Ø 130j5; naměřené hodnoty napsat do kontrolního protokolu.

300 94210

Popis operace:

Vyšroubovat přípravné lišty.

310 98630

Popis operace:

Dopsat pořadové číslo do drážky; konečná kontrola; mezisklad.

Celkem operací: 31

Celkem listů: 9

Vyhotovil: Pavel DIESSNER

Pracovní postup

VARIANTA II

Název postupu: 1000598 VŘETENO	Číslo postupu:
Km. středisko: 530	Číslo materiálu:
Jakost:	Model:
Výška:	Typ: WHN 13 CNC
Norma:	Zakázka:

Č. op. Stroj
010 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety na konci vřetene.

Zarovnat čelo; navrtat důlek; podepřít hrotem a lunetou podepřít ve vzdálenosti 1115 mm od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 138$ až k lunetě, přepnout lunetu na již opracovanou plochu a dosoustružit průměr až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2230$, navrtat důlek, opřít hrotem a lunetou podepřít ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla, soustružit $\varnothing$ pro závit M100x2 a $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 107 \times 144,5$; srazit hranu $60^\circ \times 3$ pro upnutí při vrtání.

020 04863

Popis operace:

Vrtat skrz otvor $\varnothing 38$ ze strany průměru 107 mm.

Vrtat otvor $\varnothing 44$ do hloubky 1974,5 s naváděním na $\varnothing 38$ a $\varnothing 64+0,1$ do hloubky 648,5 s naváděním na $\varnothing 44$.

030 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing$ 107 a hrotu, sklíčidlo na straně, kde se začínalo vrtat v předchozí operaci.

Okružně frézovat místo pro lunetu do průměru 135x40 ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Podepřít lunetou.

Soustružit $\varnothing$ 130j5 na $\varnothing$ 135 až k lunetě a za ní pokračovat až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a hrotu, podepřít lunetou ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing$ pro závit M100 a $\varnothing$ 100j5 na $\varnothing$ 105x144,5; srazit hrany.

Přepnout lunetu na konec vřetene a odjet hrotem.

Soustružit vnitřní $\varnothing$ 72H7 na $\varnothing$ 69,85; srazit hrany.

Frézovat podélné drážky stopkovou frézou na $s = 18 \times 1220$ do hloubky 10 s vynecháním místa pro lunetu 40 mm ve vzdálenosti 1500 mm od sklíčidla.

040 98630

Popis operace:

Kontrola házivosti otvorů $\varnothing$ 44 a $\varnothing$ 64.

050 91730

Popis operace:

Žíhat na odstranění vnitřního pnutí.

060 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing$ 105 a hrotu, ve vzdálenosti 729 od sklíčidla podepřít lunetou.

Soustružit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130,9$ až k drážkám, poté okružně frézovat až k lunetě, přepnout lunetu na již obrobenou plochu před drážkami a obrobit zbytek délky; srazit hrany.

Otočit vřeteno o 20° oproti podélným drážkám; vrtat $\varnothing 6,7$ oproti do hloubky 39 a dovtat $\varnothing 4$; srazit hrany; řezat závity M8 do hloubky 12.

Přepnout lunetu na konec vřetena (25 mm od konce) a odjet hrotem.

Zarovnat čelo (0,5 mm); srazit hranu.

Vnitřně soustružit otvor $\varnothing 40H8$ na $\varnothing 39,7$; $\varnothing 43+0,1$ na $\varnothing 42,7$; zápich $s = 10,5$ se zkosením 15° do $\varnothing 56+0,2$; $\varnothing 49G7$ na $\varnothing 48,7 \times 8$; vylehčení $\varnothing 49,5 \times 11,6$; skosení 10° a 25° ; kužel ISO50 s přídavkem 0,2 na stěnu; srazit ostří; zaobli R1.

Frézovat čelní drážku $s = 25,4M6$ na $s = 25$ do hloubky $12,5+0,4$ včetně sražení hrany $0,8 \times 45^\circ$.

Vrtat 2 x $\varnothing 10,2$ do hloubky $28 \pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M12 do hloubky 20; 4 x $\varnothing 14$ do hloubky $33 \pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M16 do hloubky 25; 2 x $\varnothing 6$ do průniku; převrtat 2 x $\varnothing 8$ do hloubky 36 s rovným dnem; 2 x $\varnothing 9,9$ do hloubky 35; 2 x $\varnothing 11$ do hloubky 10; srazit hrany.

Frézovat 2 x zápich $s = 2$ do $\varnothing 12,1$

Řezat 2 x závit M12x1; 2 x sražení $20^\circ \times 1$.

Vystružit 2 x $\varnothing 10H7$ do hloubky 33,5.

Soustružit $\varnothing 128,57h5$ na $\varnothing 129,22$ včetně zápichu $G4 \times 0,4$ a sražení hran dle výkresu.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci vřetene.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2229$; srazit hranu.

Podepřít hrotem a lunetu přesunout 1500 mm od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing$ pro závit M100x2 na $\varnothing 99,8 \times 41$; $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,6 \times 144 \pm 0,3$ včetně zápichů $F2,5 \times 0,4$; $s = 4$ do $\varnothing 97-0,2$; srazit hrany dle výkresu.

Frézovat drážku $s = 8P9 \times 20+0,2$ do hloubky 5,3(5,1) otočenou o 90° oproti podélným drážkám.

Podepřít zpět lunetou na konci a odjet hrotem.

Soustružit otvor $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,6x85$ včetně zápichu $F2,5x0,3$; $\varnothing 75\pm0,1$ na $\varnothing 74,6x27$ včetně skosení 20° a zápichu $s = 2,65H13$ do $\varnothing 78H12$; srazit ostří dle výkresu.

Kontrola přídatku pro broušení; pozor na kótu $142+0,1$.

070 94210

Popis operace:

Srazit hrany u drážky $s = 8P9$; u čelní drážky $0,8x45^\circ$.

Doříznout 2 x $M12x1$.

Odjehlít a pročistit průniky; označit: 100598.

080 55370

Popis operace:

Brousit povrchy: $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130-0,02$; $\varnothing 128,57H5$ na $\varnothing 128,8$ včetně bočního čela; $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,2$ včetně přilehlého čela.

Uložit do palety.

090 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety (kroužek).

Brousit $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,9$; $\varnothing 75\pm0,1$ na $\varnothing 74,8$.

Přepnout.

Brousit $\varnothing 48H8$ na $\varnothing 39,9$; $\varnothing 43+0,1$ na $\varnothing 42,9$.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídatkem 0,2 na průměr.

Přepnout.

Brousit čelní drážku $s = 25,4M6$ na 25,3 včetně dna.

100 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing$ 100,2 a hrotu, ve vzdálenosti 1380 mm od sklíčidla podepřít lunetou.

Frézovat stopkovou frézou podélné drážky s = 22H7 na s = 22-0,05 přesně na 180°; srazit hrany 1x45° (obě drážky musí mít stejnou hloubku)

Frézovat 2 x kapsy na konci podélných drážek v délce 64 na míru 1232 v s = 22,6 do hloubky 8,6 (8,4) včetně sražení hrany 1x45°.

Vrtat 28 x $\varnothing$ 5 do hloubky 13-0,2 včetně sražení hran a závitu M6 do hloubky 8.

Přepnout do sklíčidla za $\varnothing$ 128,8 a lunetou podepřít na konci 150 mm od okraje

Soustružit závit M100x2 - 4h

Opravit případné naražené hrany na přední části vřetena a upozornit na případné jiné vady.

110 94000

Popis operace:

Vyzvednout ze skladu šroubů:	šroub M8x10 ISO 4026 - 2 ks
	šroub M6x10 ČSN 02 1131 - 31 ks
Vyzvednout z meziskladu:	lištu č. v. 34 4222 - 2 ks
	lištu č. v. 34 4221 - 8 ks

120 94210

Popis operace:

Srazit hrany u výběhu podélných drážek.

Pročistit 28 x závit M6; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty

130 55370

Popis operace:

Brousit přípravkové lišty a vřeteno na $\varnothing 130,2-0,02$

140 94210

Popis operace:

Vyšroubovat přípravkové lišty a označit umístění jednotlivých lišt v drážkách; lišty odeslat spolu s vřetenem na nitridování.

150 91760

Popis operace:

Vřeteno odmastit, "ANITOU" chránit závit M100x2; 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 2 x M8; 28 x M6 v podélných drážkách.

Nitridovat spolu se zavěšenými přípravkovými lištami do hloubky 0,5+0,2; tvrdost 800±30HV; drátěným kartáčem očistit chráněné plochy.

160 57480

Popis operace:

Brousit 2 x drážku s = 22H7; dno drážky přerovnat na stejnou hloubku; broušením srazit hrany.

170 94210

Popis operace:

Kalibrovat 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 28 x M6; 2 x M8; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty podle předchozího označen; do závitu M8 zalepit 2 x šroub M8x1 lepidlem DIAMANT LEGIERUNGS-PLASTIC.

180 55330

Popis operace:

Brousit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130,15-0,02$

190 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety (kroužek); vyrovnat.

Brousit čelní drážku $s = 25,4M6$; dno drážky přerovnat.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídavkem 0,1 na průměr.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 75\pm 0,1$ na $\varnothing 74,9$ - lícovat na čocku; brousit vnější čelo.

200 55330

Popis operace:

Brousit $\varnothing 100j5$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 128,57h5$ včetně bočního čela;
 $\varnothing 130j5$ lícovat s vůlí 0,006-0,009 dle rozměru dutého vřetene; odlehčení v délce
100 na $\varnothing 130-0,5$

210 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety; vyrovnat.

Brousit $\varnothing 72H7$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 75\pm 0,1$.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 40H8$; $\varnothing 43+0,1$; $\varnothing 49G7$; zápich $s = 5$ dle detailu D; kužel ISO50

220 98630

Popis operace:

Kontrola přesnosti dílce; naměřené hodnoty zapsat do kontrolního protokolu;
pozornost věnovat zápichu dle detailu D a $\varnothing 49G7$ s ohledem na míru $142+0,1$.

230 43990

Popis operace:

Superfinišovat Ø 130j5

240 98630

Popis operace:

Kontrola rozměru a drsnosti Ø 130j5; naměřené hodnoty napsat do kontrolního protokolu.

250 94210

Popis operace:

Vyšroubovat přípravkové lišty.

260 98630

Popis operace:

Dopsat pořadové číslo do drážky; konečná kontrola; mezisklad.

Celkem operací: 26

Celkem listů: 8

Vyhotovil: Pavel DIESSNER

Pracovní postup

VARIANTA III

Název postupu: 1000598 VŘETENO	Číslo postupu:
Km. středisko: 530	Číslo materiálu:
Jakost:	Model:
Výška:	Typ: WHN 13 CNC
Norma:	Zakázka:

Č. op. Stroj
010 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety na konci vřetene.

Zarovnat čelo; navrtat důlek; podepřít hrotem a lunetou podepřít ve vzdálenosti 1115 mm od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 138$ až k lunetě, přepnout lunetu na již opracovanou plochu a dosoustružit průměr až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2230$, navrtat důlek, opřít hrotem a lunetou podepřít ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla, soustružit $\varnothing$ pro závit M100x2 a $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 107x144,5$; srazit hranu $60^\circ \times 3$ pro upnutí při vrtání.

020 04863

Popis operace:

Vrtat skrz otvor $\varnothing 38$ ze strany průměru 107 mm.

Vrtat otvor $\varnothing 44$ do hloubky 1974,5 s naváděním na $\varnothing 38$ a $\varnothing 64+0,1$ do hloubky 648,5 s naváděním na $\varnothing 44$.

030 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing$ 107 a hrotu, sklíčidlo na straně, kde se začínalo vrtat v předchozí operaci.

Okružně frézovat místo pro lunetu do průměru 135x40 ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Podepřít lunetou.

Soustružit $\varnothing$ 130j5 na $\varnothing$ 135 až k lunetě a za ní pokračovat až ke sklíčidlu.

Přepnout do sklíčidla a hrotu, podepřít lunetou ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing$ pro závit M100 a $\varnothing$ 100j5 na $\varnothing$ 105x144,5; srazit hrany.

Přepnout lunetu na konec vřetene a odjet hrotem.

Soustružit vnitřní $\varnothing$ 72H7 na $\varnothing$ 69,85; srazit hrany.

040 98630

Popis operace:

Kontrola házivosti otvorů $\varnothing$ 44 a $\varnothing$ 64.

050 91730

Popis operace:

Žihat na odstranění vnitřního pnutí.

060 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing$ 105 a hrotu, ve vzdálenosti 1115 od sklíčidla podepřít lunetou.

Soustružit $\varnothing$ 130j5 na $\varnothing$ 130,9 až k lunetě, přepnout lunetu na již obrobenou plochu a obrobit zbytek délky; srazit hrany.

Přepnout lunetu na konec vřetena (25 mm od konce) a odjet hrotem.

Zarovnat čelo (0,5 mm); srazit hranu.

Vnitřně soustružit otvor $\varnothing 40H8$ na $\varnothing 39,7$; $\varnothing 43+0,1$ na $\varnothing 42,7$; zápich $s = 10,5$ se zkosením 15° do $\varnothing 56+0,2$; $\varnothing 49G7$ na $\varnothing 48,7x8$; vylehčení $\varnothing 49,5x11,6$; skosení 10° a 25° ; kužel ISO50 s přídavkem 0,2 na stěnu; srazit ostří; zaobli R1.

Frézovat čelní drážku $s = 25,4M6$ na $s = 25$ do hloubky $12,5+0,4$ včetně sražení hrany $0,8x45^\circ$.

Otočit vřeteno o 20° oproti čelní drážce; vrtat $\varnothing 6,7$ oproti do hloubky 39 a dovtat $\varnothing 4$; srazit hrany; řezat závity M8 do hloubky 12.

Vrtat 2 x $\varnothing 10,2$ do hloubky $28\pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M12 do hloubky 20; 4 x $\varnothing 14$ do hloubky $33\pm 0,1$ včetně sražení hran a závitu M16 do hloubky 25; 2 x $\varnothing 6$ do průniku; převrtat 2 x $\varnothing 8$ do hloubky 36 s rovným dnem; 2 x $\varnothing 9,9$ do hloubky 35; 2 x $\varnothing 11$ do hloubky 10; srazit hrany.

Frézovat 2 x zápich $s = 2$ do $\varnothing 12,1$

Řezat 2 x závit M12x1; 2 x sražení $20^\circ x 1$.

Vystružit 2 x $\varnothing 10H7$ do hloubky 33,5.

Soustružit $\varnothing 128,57h5$ na $\varnothing 129,22$ včetně zápichu $G4x0,4$ a sražení hran dle výkresu.

Přepnout do sklíčidla a lunety na konci vřetene.

Zarovnat druhé čelo na $L = 2229$; srazit hranu.

Podepřít hrotem a lunetu přesunout 1500 mm od sklíčidla.

Soustružit $\varnothing$ pro závit M100x2 na $\varnothing 99,8x41$; $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,6x144\pm 0,3$ včetně zápichů $F2,5x0,4$; $s = 4$ do $\varnothing 97-0,2$; srazit hrany dle výkresu.

Frézovat drážku $s = 8P9x20+0,2$ do hloubky $5,3(5,1)$ otočenou o 90° oproti podélným drážkám.

Podepřít zpět lunetou na konci a odjet hrotem.

Soustružit otvor $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,6x85$ včetně zápichu $F2,5x0,3$; $\varnothing 75\pm 0,1$ na $\varnothing 74,6x27$ včetně skosení 20° a zápichu $s = 2,65H13$ do $\varnothing 78H12$; srazit ostří dle výkresu.

Kontrola přídatku pro broušení; pozor na kótu 142+0,1.

070 94210

Popis operace:

Srazit hrany u drážky $s = 8P9$; u čelní drážky $0,8 \times 45^\circ$.

Doříznout 2 x M12x1.

Odjehlít a pročistit průniky; označit: 100598.

080 55370

Popis operace:

Brousit povrchy: $\varnothing 130j5$ na $\varnothing 130-0,02$; $\varnothing 128,57H5$ na $\varnothing 128,8$ včetně bočního čela; $\varnothing 100j5$ na $\varnothing 100,2$ včetně přilehlého čela.

Uložit do palety.

090 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety (kroužek).

Brousit $\varnothing 72H7$ na $\varnothing 71,9$; $\varnothing 75 \pm 0,1$ na $\varnothing 74,8$.

Přepnout.

Brousit $\varnothing 48H8$ na $\varnothing 39,9$; $\varnothing 43 + 0,1$ na $\varnothing 42,9$.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídatkem 0,2 na průměr.

Přepnout.

Brousit čelní drážku $s = 25,4M6$ na 25,3 včetně dna.

100 MILLTURN

Popis operace:

Upnout do sklíčidla za $\varnothing 100,2$ a hrotu, ve vzdálenosti 1380 mm od sklíčidla podepřít lunetou.

Opravit případné naražené hrany na přední části vřetena a upozornit na případné jiné vady.

Vyzvednout ze skladu šroubů:	šroub M8x10 ISO 4026 - 2 ks
	šroub M6x10 ČSN 02 1131 - 31 ks
Vyzvednout z meziskladu:	lištu č. v. 34 4222 - 2 ks
	lištu č. v. 34 4221 - 8 ks

Pročistit 28 x závit M6; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty

Brousit přípravkové lišty a vřeteno na $\varnothing 130,2-0,02$

140 94210

Popis operace:

Vyšroubovat přípravkové lišty a označit umístění jednotlivých lišt v drážkách; lišty odeslat spolu s vřetenem na nitridování.

150 91760

Popis operace:

Vřeteno odmastit, "ANITOU" chránit závit M100x2; 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 2 x M8; 28 x M6 v podélných drážkách.

Nitridovat spolu se zavěšenými přípravkovými lištami do hloubky 0,5+0,2; tvrdost 800±30HV; drátěným kartáčem očistit chráněné plochy.

160 57480

Popis operace:

Brousit 2 x drážku s = 22H7; dno drážky přerovnat na stejnou hloubku; broušením srazit hrany.

170 94210

Popis operace:

Kalibrovat 2 x M12; 4 x M16; 2 x M12x1; 28 x M6; 2 x M8; očistit stykové plochy; našroubovat přípravkové lišty podle předchozího označen; do závitu M8 zalepit 2 x šroub M8x1 lepidlem DIAMANT LEGIERUNGS-PLASTIC.

180 55330

Popis operace:

Brousit Ø 130j5 na Ø 130,15-0,02

190 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety (kroužek); vyrovnat.

Brousit čelní drážku $s = 25,4M6$; dno drážky přerovnat.

Přepnout.

Brousit kužel ISO50 s přídavkem 0,1 na průměr.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 75\pm 0,1$ na $\varnothing 74,9$ - lícovat na čocku; brousit vnější čelo.

200 55330

Popis operace:

Brousit $\varnothing 100j5$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 128,57h5$ včetně bočního čela; $\varnothing 130j5$ lícovat s vůlí 0,006-0,009 dle rozměru dutého vřetene; odlehčení v délce 100 na $\varnothing 130-0,5$

210 55740

Popis operace:

Upnout do sklíčidla a lunety; vyrovnat.

Brousit $\varnothing 72H7$ včetně přilehlého čela; $\varnothing 75\pm 0,1$.

Přepnout a vyrovnat.

Brousit $\varnothing 40H8$; $\varnothing 43+0,1$; $\varnothing 49G7$; zápich $s = 5$ dle detailu D; kužel ISO50

220 98630

Popis operace:

Kontrola přesnosti dílce; naměřené hodnoty zapsat do kontrolního protokolu; pozornost věnovat zápichu dle detailu D a $\varnothing 49G7$ s ohledem na míru $142+0,1$.

230 43990

Popis operace:

Superfinišovat $\varnothing 130j5$

240 98630

Popis operace:

Kontrola rozměru a drsnosti $\varnothing$ 130j5; naměřené hodnoty napsat do kontrolního protokolu.

250 94210

Popis operace:

Vyšroubovat přípravné lišty.

260 98630

Popis operace:

Dopsat pořadové číslo do drážky; konečná kontrola; mezisklad.

Celkem operací: 26

Celkem listů: 8

Vyhotovil: Pavel DIESSNER