

Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Rok odevzdání: **2010**

Jméno a příjmení: **Martin Hotový**

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

BAKALÁŘSKÝ studijní program: Výrobní systémy

Zaměření: Řízení výroby

Postup generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 ve firmě KINC, spol. s r.o.

General Repair Procedure and Modernization of the Jig Borer WKV 100 in the company KINC, spol. s r.o.

KOM - 1120

Martin Hotový

Vedoucí práce: doc. Ing. Dušák Karel, CSc.

Konzultant: Kinc Pavel (Kinc, spol. s r.o.)

Počet stran: 59

Počet příloh a tabulek: 4

Počet obrázků: 13

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum: 25.5.2010

Postup generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 ve firmě KINC, spol. s r.o.

ANOTACE:

Tato bakalářská práce si bere za cíl vypracovat komplexní postup generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100, a to hlavně z pohledu technologického řešení v závislosti na požadavcích, pro který je stroj modernizován.

Ukazuje, jakým způsobem se dají využít poznatky v tomto strojírenském oboru a zároveň dokazuje, že správnou volbou modernizace a stupně generální opravy lze téměř vždy docílit požadovaného technického stavu stroje jak v oblasti technologické, tak i kapacitní. Rovněž bere v úvahu technicko-ekonomický aspekt opravy a modernizace.

General Repair Procedure and Modernization of the Jig Borer WKV 100 in the company KINC, spol. s r.o.

ANNOTATION:

This Bachelor Dissertation aims to work out a complex general repair procedure and modernization of the jig borer WKV 100 especially in terms of the technological solution concerning the requirements for which the machine is modernized. It shows ways how to use knowledge in this machinery branch and it also proves that choosing the proper procedure of modernization and the proper degree of general repair it is always possible to reach the required technical state of the machine both in terms of technology and capacity. Technical and economical aspect of the repair and modernization is taken into consideration too.

Klíčová slova: MODERNIZACE, GENERÁLNÍ OPRAVA, SOUŘADNICOVÁ
VYVRTÁVAČKA, ODMĚROVACÍ SYSTÉM

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 25.5.2010

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 59

Počet příloh: 4

Počet obrázků: 13

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 25.5.2010

Podpis:

Obsah

1. Úvod	7
1.1. Hlavní cíl práce	7
1.2. Členění práce	9
2. Technický popis souřadnicové vyvrtávačky WKV 100	10
2.1. Technická data stroje	12
2.2. Důvody generální opravy a modernizace	14
3. Modernizace stroje	15
3.1. Stupeň modernizace	15
3.2. Modernizace volbou digitálního odměřovacího a řídicího systému	16
3.3. Rozšíření pracovních možností stroje	17
3.4. Zvýšení variability	18
3.5. Modernizace z důvodu potřeby splnění platné legislativy	19
4. Návrh postupu generální opravy a modernizace WKV 100	20
4.1. Vstupní část	21
4.1.1. Převzetí stroje	21
4.1.2. Vstupní měření	21
4.1.3. Posouzení požadavků na modernizaci stroje	22
4.1.4. Postup demontáže	22
4.2. Pracovní část	23
4.2.1. Obecná část	23
4.2.2. Postup generální opravy - mechanická část	23
4.2.3. Elektrotechnická část	34

4.3. Výstupní část	36
4.3.1. Transport do místa užívání, ukotvení	36
4.3.2. Výstupní měření přesnosti - zkouška přesnosti	37
5. Údržba stroje	38
5.1. Požadavky na pracovní prostředí stroje	39
6. Doporučení ke zlepšení postupu generální opravy	40
6.1. V části vstupního měření	40
6.2. Měřicího a kontrolní zařízení	40
6.3. Praktická výstupní zkouška	41
6.4. Zabíhání stroje	41
6.5. Normativní dokumenty	42
7. Bezpečnost	43
8. Závěr	43
9. Seznam použité literatury	46
10. Seznam příloh	47
10.1. Protokol k výstupní a výkonové zkoušce	48
10.2. Pracovní protokol firmy KINC, spol. s r.o.	49
10.3. Schéma generální opravy - mechanická část	50
10.4. Seznam fotodokumentace	52
10.4.1. Fotodokumentace	53 - 59

1. Úvod

V této práci se teoreticky zabývám návrhem základního postupu generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 ve firmě KINC, spol. s r.o., který by měl sloužit jako vodítko pro zpracování celkového technologického postupu opravy a modernizace. Zároveň se věnuji modernizaci tohoto stroje.

Veškeré navrhované postupy a kroky jsem měl možnost vyzkoušet v praxi a ověřit si jejich funkčnost a souslednost. Obsah bakalářské práce jsem tedy postavil z velké části na získaných zkušenostech. K ujasnění některých kroků a obsahových nejasností jsem využil i odbornou literaturu.

Opravy a modernizace různých obráběcích strojů tvoří stěžejní část nabízených služeb firmy KINC, spol. s r.o. Svým rozsahem a kvalitou individuálně provedených prací se společnost dostala do podvědomí i u zákazníků za hranicemi ČR.

1.1. *Hlavní cíl práce*

Hlavním cílem je navržení nejrationálnějšího sousledného postupu generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 s ohledem na technické požadavky a na možnost dalšího rozšíření o poznatky, které zajisté vzniknou. Generální opravu zde chápu a rozpracovávám jako uvedení stroje do stavu, který by odpovídal hodnotám, jež byly na samém počátku jeho životního cyklu. V části modernizace se věnuji vylepšení parametrů stroje pro jeho následné efektivnější využívání.

Jedním z důvodů proč se zabývám tímto tématem, je skutečnost, že v současnosti stále pracuje ve strojírenských provozech, bez generální opravy a modernizace, až 75% celkové produkce (800 ks) těchto strojů, což vzhledem k jejich stáří ukazuje nadstandardní technickou kvalitu a užitnost. Prodloužení životnosti formou generální opravy a vylepšení modernizací je tak aktuální a zájem o tyto služby vzrůstá.

To samozřejmě zvyšuje požadavky na racionální a efektivní pracovní postup kompletní opravy a rozsah modernizace, který však doposud nebyl zpracován a jako norma zcela chybí.

Ekonomický pohled na proces generální opravy a modernizace je rovněž jedním z důležitých faktorů. Investice vynaložená do těchto procesů stroje WKV 100 se pohybuje pod 50 % celkových nákladů na zakoupení stroje nového se stejnými či podobnými vlastnostmi. Rovněž sortiment v současnosti nabízených obráběcích NC center pro malosériovou či kusovou výrobu je velikostí pracovní plochy oproti WKV 100 (1000 x 1600 mm) menší. Podobné zařízení tedy lze pořídit až v typovém provedení CNC, což je vysoce nákladné a tak výrazně ekonomicky nevýhodné.

Chci zde nastínit rozsah modernizace, jejímž provedením je možné docílit zlepšení technických parametrů, kterými se z pohledu funkčnosti, ovládání a rozsahu pracovních možností dostaneme až daleko za úroveň než jaká byla při jeho prvním uvedení do provozu. Rozsah modernizace je nutné volit vždy jako první krok v celkovém procesu generální opravy a modernizace.

Dotknu se, ačkoliv to není hlavním posláním práce, i posledního „kroku“ před uvedením stroje zpět do provozu - servisních pokynů, neboť i ty jsou neoddělitelnou součástí procesu, jejichž výsledkem má být co možná nejspolehlivější a nejpřesnější funkce stroje.

Výstup práce má poskytnout základní vodítko (přípravu) pro vypracování technologického postupu generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 ve firmě KINC, spol. s r.o., které bude vedeno jako interní technický standard. Následný technologický postup lze rozpracovat ještě dále, do normativních a evidenčních dokumentů, čímž se stane součástí technické stránky procesu, která v kontextu doplní systém kvality managementu jakosti firmy.

Standardizace by mohla být jedním z procesů pro obdržení certifikace ISO 9000-2000 a 9001-2000. Úspěšným získáním certifikátů by firma ukázala, že pracuje v systému, jehož servisní procesy splňují požadavky zákazníka a aplikuje veškeré předpisy, evidence, dokumentace a analyzační činnosti. Rovněž by byla plnohodnotně prokázána snaha o zlepšování a zkvalitňování veškerých poskytovaných služeb.

V práci předpokládám základní znalost souřadnicových vyvrtávaček jako obráběcích systémů, společně s jednotlivými částmi a technickým určením.

1.2. Členění práce

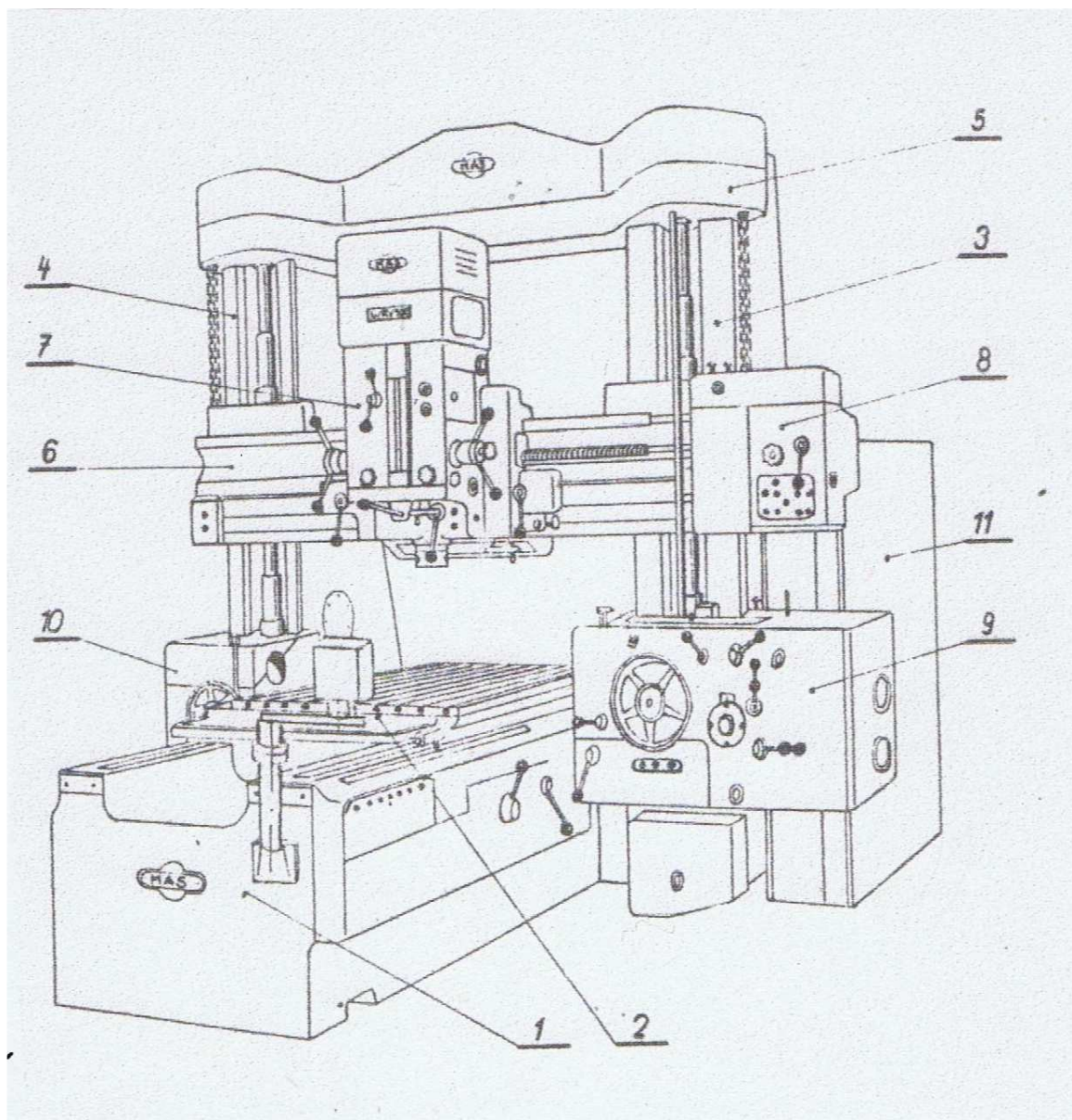
První část se zabývá popisem stroje a úkoly, pro které byl zkonstruován. Zároveň přibližuje jeho složení a funkčnost. Ukazuje, jaké řídicí a odměřovací zařízení byly u tohoto stroje dodávány. Zahrnuje základní důvody, proč je vhodné stroj generálně opravit a zmodernizovat.

V druhé části (Návrh postupu generální opravy WKV 100) se zaměřuji na samotný návrh postupu generální opravy stroje. Postup je rozdělen do dvou obsahových částí (mechanické a elektroinstalační), jejichž jednotlivé úkony člením tak, že jako celek vytvoří přehlednou základní osu pracovního a montážního postupu. V jednotlivých podsekcích vždy nastiňuji způsob a důvod prováděného úkonu, popř. doplňuji další potřebné a upozorňující informace, které jsou k celkovému pochopení postupu nutné.

V třetí závěrečné části se věnuji návrhům možného vylepšení pracovního postupu. Dotknu se také údržby stroje, která rovněž přispívá k prodloužení životnosti a správné funkci WKV 100. Lehce nastíním hranici, za kterou nebude možné při vypracování technologického postupu jít, vzhledem k současným evropským bezpečnostním normám.

2. Technický popis souřadnicové vyvrtávačky WKV 100

Souřadnicová vyvrtávačka WKV 100 je velmi rozšířeným dvouosým souřadnicovým vyvrtávacím systémem pracujícím s vysokou přesností, který vyráběla firma Kovosvit n.p. Sezimovo Ústí. Stroj dovoluje nastavení libovolné souřadnice v hodnotě 0,0001 mm s přesností 0,004 mm. Je určen k vyvrtání otvorů s vysokou přesností geometrického tvaru i vzdálenosti os, k velmi přesnému frézování rovinných ploch, zarovnávání, proměřování hotových výrobků či rýsování složitých tvarů dle souřadnic. Umožňuje řezání závitů vnějších i vnitřních. Dále je vhodný pro obrábění složitých obrobků s vysokou přesností bez použití nákladných přípravků. WKV 100 se skládá z lože, na němž se pohybuje v přesném válečkovém vedení stůl s pracovní plochou. Pohyb stolu je plynulý a je zajištěn hydraulickým mechanismem. Upínání je ruční. K loži jsou přišroubovány dva stojany, ve kterých se nacházejí hydraulické válce pomáhající nadlehčovat pohyb příčnicku. V jednom ze stojanů je uloženo závaží sloužící k vyvážení vřeteníku. Horní konce jsou spojeny pevným příčnickem, ve kterém je instalováno ústrojí pro náhon obou zvedacích šroubů pohyblivého příčnicku. Celé toto uspořádání tvoří kostru stroje. Elektroinstalace je umístěna samostatně ve zvláštní skříni - elektrorozvaděči. Stroj je osazen přesnými měřítky s číslicovou indikací v osách X, Y, Z. V koncových polohách jsou umístěny polohové spínače omezující přestavení. Funkce jsou proti sobě blokovány tak, aby nemohlo dojít k poškození nesprávnou manipulací. Určení využití stroje bylo od počátku výroby směřováno k hromadné i sériové výrobě, a to za velmi příznivé situace, kdy odpadá výroba složitých přípravků. Svoji koncepcí se zařazuje do universálních strojů stavebnicového uspořádání.



Souřadnicová vyvrtávačka WKV 100

Pozice:

1. lože
2. pracovní stůl
3. stojan
4. stojan
5. pevný příčnick
6. pohyblivý příčnick
7. svislý vřeteník
8. posuvová skříň
9. vodorovný vřeteník
10. opěra
11. elektrorozvaděč

2.1. Technická data stroje ¹

Základní rozměry

Celková délka	mm	4030
Celková šířka	mm	3130
Celková výška	mm	3313
Hmotnost stroje	kg	16000
Celkové napětí elektromotorů	dle modernizačních úprav	
Celkový příkon stroje	kW	12

Technická data

Stůl

Upínací plocha	mm	1000 x 1600
Přestavení stolu (strojně + ručně)	mm	1400
Přestavení stolu ručně	mm	80
Posuvy plynulé	mm. mm ⁻¹	20 - 300
Rychloposuv (vpřed, vzad)	mm. mm ⁻¹	2000 - 2500

Pohyblivý příčnick

Přestavení	mm	700
------------	----	-----

Svislý vřeteník

Průměr pinoly	mm	120
Zdvih pinoly	mm	300
Otáčky vřetena - počet stupňů		23
- rozsah	ot.mi ⁻¹	13 - 2000
Vrtací posuvy vřetena		8
- počet stupňů		
- rozsah	mm.ot ⁻¹	0,025 - 0,63
Frézovací posuvy - počet stupňů		4
- rozsah	mm. mi ⁻¹	25, 50, 75, 150
Rychloposuv	mm. mm ⁻¹	1500
Nástrojový kužel	special	15 : 100
Druhy řezaných závitů	M, W	
Přestavení po příčnicku	mm	1000
Výkon motoru	dle modernizace (kW)	4 - 5

¹ data uváděná výrobcem

Vodorovný vřeteník

Průměr pinoly	mm	120
Zdvih pinoly	mm	300
Otáčky vřetena - počet stupňů - rozsah		18
	ot. min ⁻¹	20 - 1000
Vrtací posuvy vřetena - počet stupňů - rozsah		8
	mm.ot ⁻¹	0,025 - 0,63
Frézovací posuvy - počet stupňů - rozsah		6
	mm. min ⁻¹	50, 75, 100, 150, 250, 500
Nástrojový kužel	special	15:100
Výkon motoru	dle modernizace (kW)	4 - 5
Přestavení stojanu	mm	700

Ostatní

Max. hmotnost obrobku	kg	2000
-----------------------	----	------

Vlastnosti použitých mazadel

Minerální olej: pro hydraulické systémy pohybu stolu, nadlehčování příčnicku

Viskozita při 50°C	15 - 20 mm ² . s ⁻¹
Bod vzplanutí	min. 180°C
Číslo kyselosti mg KOH/g	max. 0,05

Olej pro mazání – převodů, svislého vřeteníku, posuvové skříně, pohyblivého příčnicku, zvedacího ústrojí v pevném příčnicku, zvedacích šroubů

Viskozita při 50°C	51 - 58 mm ² . s ⁻¹
Bod vzplanutí	min. 210°C
Číslo kyselosti mg KOH/g	max. 0,05

Mazání ložisek vřeten: tuk s vysokou vazkostí

Mazání kluzných vedení a vodících ploch přesných pravítek:

Viskozita při 50°C	31 - 37mm ² . s ⁻¹
--------------------	--

Olej pro převodový mechanismus vodorovného vřeteníku:

Viskozita při 50°C	33 - 35mm ² . s ⁻¹
--------------------	--

2.2. *Důvody generální opravy a modernizace*

Důvodem ke generální opravě a modernizaci již opotřebovaného stroje je možnost výhodně (technicky i ekonomicky) zlepšit jeho stav popř. i vyhovět legislativním normám.

Definice:

„Modernizace je oprava nebo úprava zastaralého tak, aby odpovídalo současným potřebám“ [1]

Většinu dílů plně repasujeme. Zbylé pak vyměníme dle potřeby za nové. Dosáhneme tím velmi hospodárného řešení pro strojírenskou výrobu zadavatele s vysokým ohledem na požadované technické parametry a užitnou hodnotu stroje.

Samotnou modernizaci beru jako zásah do řídicího a technicky zastaralého systému stroje, který je nahrazen systémem novým, moderního typu, což s sebou přináší zvýšení technologického využití stroje a zjednodušení ovládní. To vše se kladně projeví ve zvýšení produktivity. Správně zvolený a navržený proces modernizace bude mít vliv i na hospodárnost využití nejen z hlediska technického a produktivního, ale v souvislosti úsporou energie a času na údržbu, což se pozitivně odrazí především ekonomicky. Všechny pozitivní důsledky, které oprava a modernizace, pak napomohou k větší efektivitě a organizaci práce ve firmě KINC, spol. s r.o.

Rovněž čím dál větší požadavky výrobních procesů na bezporuchovost a přesnost strojů zadávají myšlenku jak předejít případným poruchám. S tímto problémem nám opět může velmi výrazně pomoci právě vhodný stupeň modernizace.

[1] Citováno z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Modernizace>

3. Modernizace stroje

3.1. *Stupeň modernizace*

O stupni a směru modernizace WKV 100 je nutné rozhodnout před samotným zahájením generální opravy. Jedná se o první krok celého procesu. WKV 100 lze zmodernizovat na zařízení typu NC (Numerical Control) pracujícím v čtyřosém systému nebo na zařízení typu CNC (Computer Numerical Control), které v tomto případě pracuje v sedmiosém souřadnicovém systému. Činnosti stroje jsou řízeny automaticky zadáváním povelů v hodnotové podobě z počítačového programu (u typu CNC), popř. kódovými povely (u typu NC). Tím je minimalizován vliv obsluhy, což samozřejmě přinese snížení počtu operačních chyb.

Modernizační úpravou rovněž docílíme přesností a opakovatelností obrábění, neboť odměřování bude probíhat digitálně ve vysoké mikrometrové přesnosti. Řídicí systém umožní v reálném čase zpracovat veškeré informace o pohybu nástrojů, jejich rychlosti, spuštění či vypnutí pomocných funkcí. Obrábění povrchu včetně jiných operací bude automatické, přesné a návazné.

Stroj je možné nadstandardně doplnit i o technická zařízení, která poskytují kromě běžných činností i činnosti specifické (např. vybrušování).

Vzhledem k velkému rozsahu variability ve volbě modernizace je nutné mít před zahájením generální opravy jasnou představu o požadovaných funkcích stroje a jeho účelu. V úvahu bychom měli vzít i možnosti částečné automatizace, kterou bychom opět zvýšili pracovní účinek.

Při rozhodování o stupni modernizace bereme v úvahu:

- pro jaké převažující obráběcí operace bude stroj využíván
- převažující směry obrábění (horizontální, šikmý, vertikální)
- nároky na přesnost tvarů a rozměrů (přesnost odměřování)
- požadovanou míru automatizace ovládání stroje
- nároky na hospodárnost využívání stroje

3.2. Modernizace volbou digitálního odměřovacího a řídicího systému

Volba vhodného digitálního odměřovacího a řídicího systému (automatu) je nejdůležitějším krokem modernizace, bez kterého by celá generální oprava pozbývala smyslu. Je možné vybírat ze široké nabídky firem poskytujících rozsáhlou variabilitu sortimentu v různé kvalitě i přesnosti. Díky nabízené škále zohledníme hledisko ekonomické. Typ řídicího programovatelného automatu je volen tedy dle individuálních nároků. V konečném důsledku rozhodujeme mezi NC/CNC obráběcím systémem.

Pozn.: jedním z osvědčených řídicích programovatelných automatů a odměřovacích systémů splňujících uvedené požadavky je např. typová řada POSITIP od firmy HEIDENHAIN (viz. obr. č. 7.), která byla mezi prvními dodavateli a inovátory pro jmenovaný stroj. Volit však lze i z jiných dodavatelů např. Siemens, MeFi.

Odměřovací systém navrhne s ohledem na požadavky přesnosti. Standardně je doporučeno vybírat ze tří řad lineárních snímačů polohy s vysokoprofilovým pouzdem měřítka a přesností odměřování: ± 2 , ± 5 a $\pm 1 \mu\text{m}$. Montáž se provede velmi jednoduchou formou pomocí montážních lišt, které jsou na stroj umístěny během samotné generální opravy.

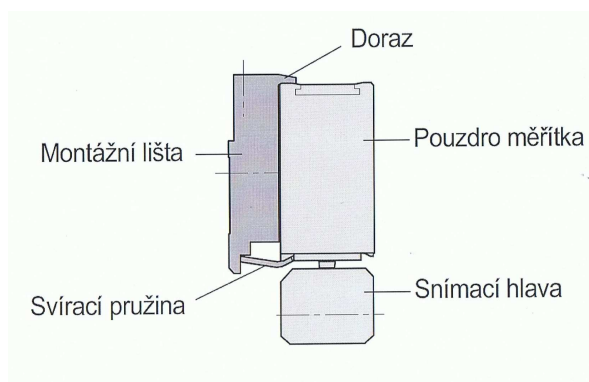


Schéma „uložení“ odměřování

Digitální odměřování vykazuje:

- definované chování při zahřívání
- vysokou odolnost proti vibracím
- snímání jednoho pole

Veškeré odměřovací prvky, modernizační úpravy, jsou propojeny s digitální indikací, která poskytne tyto výhody:

- rychlost
- přesnost
- bezpečnost

Přenosové prvky staršího stroje neumožní vždy 100 % nastavení stupnic a tak je výroba v setinových přesnostech časově nestálá. Lineární digitální odměřování však zjišťuje přímo chyby v osových saních. Vůle v mechanických převodových prvcích (vřetenu, ozubených kolech apod.) pak nebudou mít na přesnost měření žádný vliv. Tímto přímým odečítáním docílíme větší přesnosti jednotlivých pracovních funkcí a snížíme zmetkovitost.

3.3. Rozšíření pracovních možností stroje

Přesný kontrolní odměřovací stroj získáme instalací inkrementálního dotykového měřidla - dotykové snímací hlavy a sondy. Dotyková sonda spojitě odměřuje ve třech osách dráhu polohy hlavy. Využívá k tomu indukční snímače polohy. Hodnoty jsou ukládány do paměti řídicího systému. Ten identifikuje a následně zaznamená tvar povrchu. To významnou měrou rozšiřuje užité vlastnosti stroje, které usnadňují a zjednodušují práci při nalezení nulového bodu obrobku.

Vzhledem k požadavkům na vysokou přesnost jednotlivých operací rostou i nároky na upínací vložku vřetene, do které se snímací hlava umísťuje. Musí být jednotná, aby vždy došlo k správnému a stejnému vycentrování dotykové sondy. Tímto docílíme zaručenou výstupní přesnost odměřování v požadovaných tolerančních mezích.

Proces instalace snímací hlavy jako celku příznivě eliminuje časté přestavování. Není tedy třeba využívat mnoho druhů koncových měrek, což povede opět ekonomické úspoře.

3.4. Zvýšení variability

Zvýšení obráběcích možností stroje docílíme také přidáním otočného či sklopného stolu (ISO 80 či ISOS 50), který osadíme vhodným odměřovacím rotačním snímačem pracujícím s úhlovou přesností vyšší než $\pm 5''$. Tato varianta zvýší variabilitu a užitnou hodnotu stroje větší kombinací pracovních ploch. Bude tedy možné obrábět složitější obrobky. Otočný stůl je pro své dobré užité parametry nejčastěji používaným polohovacím zařízením.

Rovněž je možné nahradit standardně dodávané pohony stroje novými „přímými“ elektromotory a servopohony, které svým chováním při rozběhu a při brzdění příznivě ovlivní průběh výkonu a točivého momentu v závislosti na otáčkách, schopnost řízení otáček, možnosti nastavování polohy, přesnost výrobního procesu a tím i konečnou kvalitu výrobků. Po případné instalaci nových pohonů bude možné demontovat kompletní rychlostní skříně včetně všech jejich prvků.

Tento druh modernizace může poskytnout nejen zlepšení průběhu momentové charakteristiky jednotlivých pohonů, ale zjednoduší i postup generální opravy, neboť odpadne nutnost repase vybavení rychlostní skříně. Eliminujeme tím i možné rušivé vlivy, příčné síly, kmitání nebo vůle v převodech, protože přímý pohon včetně vykazuje vysokou torzní tuhost, klidný chod a nízkou hlučnost. Dalším přínosem bude jednoznačně schopnost stroje pracovat se zvětšeným výkonem i při velmi nízkých otáčkách, čímž se rozšíří rozsah provozního využití. Elektromotor pro náhon posuvů ponecháme odděleně, aby dosáhl jejich přesného rozpětí a zajistil požadovaný krouticí moment udržující konstantní sílu posuvu při zvolených různých rychlostech. Toto zaručíme využitím frekvenčního měniče. Zde se jeví jako vhodné redukovat či změnit rozsah standardních převodů.

Plynulá regulace otáček a posuvů nám umožní se dostat velmi blízce k ideální požadované (hospodárné) řezné rychlosti. Tím velkou měrou odstraníme časové ztráty.

Pro další zvýšení rozpětí pracovních podmínek stroje je možné provést úpravu v systému pohonu vřeten, a to předimenzováním výkonu servopohonů o cca 20% nad standardní výkon. Pokud však k této možnosti modernizace přistoupíme, je nutné mít stále na zřeteli, že bude docházet i k většímu opotřebením stroje a tím i logickému snížení životnosti. Protihodnotou bude získání takových schopností stroje, jež umožní krátkodobě pracovat ve vyšším režimu výkonu a tím využít i jiné pracovní nástroje (většího průměru atd.) či druhy obráběcích operací. Na zařízení by se tak případně mohla udělat i speciální zakázka, kterou bez tohoto vylepšení nebylo možné splnit.

Přednosti obrábění na modernizované WKV100 jsou proto velmi významné. Výkonnost stroje se zvýší tím, že dlouhodobě zachovává vysoké výrobní přesnosti, možnosti optimalizace a snížen výrobní čas včetně nároků na obsluhu.

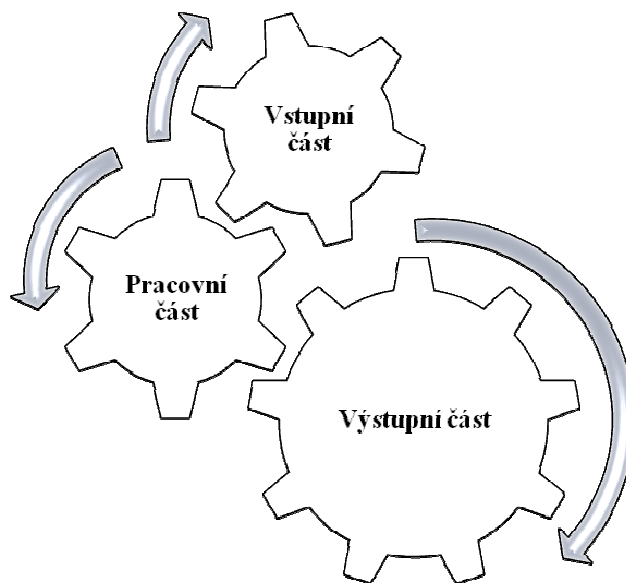
3.5. *Modernizace z důvodu potřeby splnění platné legislativy*

Provozování stroje se řídí pokyny pro provoz a používání strojů a technických zařízení u uživatele a řídí se požadavky nařízení vlády č. 378/2001 Sb. (Směrnice Rady 89/655/EHS). Z tohoto usnesení je zřejmé, že provozovatel zařízení je povinen nahrazovat nebezpečné technologie bezpečnými nebo méně rizikovými v souladu s vývojem nejnovějších poznatků vědy a techniky. Z tohoto jednoznačně vyplývá, že bez potřebné modernizace řídicích elektrotechnických systémů souvisejících s bezpečností by nebylo možné stroj dále udržovat v provozu. V tomto směru je tedy nutná modernizace přímo z legislativy.

4. Návrh postupu generální opravy

Z hlediska správnosti návrhu chronologického postupu generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 člením proces do třech základních částí (vstupní, pracovní, výstupní), což umožní do budoucna lépe standardizovat servisně technické práce. Jelikož jde o stroj pracující s vysokou přesností je kladen důraz i na fázi samotné demontáže a následné montáže stroje.

K zahájení generální opravy však přistupujeme vždy až po stanovení rozsahu modernizace, která je s touto opravou spojena!



Ilustrační schéma č. 1.: Členění postupu generální opravy

1. Vstupní část

Převzetí stroje, vstupní měření, demontáž a přeprava stroje do místa opravy

2. Pracovní část

Postup generální opravy

3. Výstupní část

Transport, usazení a montáž stroje, výstupní měření přesnosti, vrtací a výkonová zkouška

4.1. Vstupní část

4.1.1. Převzetí stroje

Stroj přebíráme v místě, na kterém byl využíván, aby mohlo dojít k plnohodnotnému posouzení pracovního prostředí, které mělo jednoznačně vliv na jeho chod a tím i životnost včetně rozsahu pracovní přesnosti. V místě se zaměřujeme na posouzení temperance a prašnosti prostoru. Rovněž kontrolujeme servisní historii a samotné postupy a četnost předešlé údržby stroje. Posoudit je třeba rovněž i to, zda odpovídá vše požadovaným a předepsaným normám uváděnými výrobcem.

4.1.2. Vstupní měření

Vzhledem k tomu, že stroj projde kompletní generální opravou a modernizací jsou vstupní hodnoty orientačního charakteru a ukazují míru opotřebení stroje. Proměření vstupních hodnot je žádoucí, avšak rozsah omezíme.

Na svislém vřeteníku provedeme:

- měření roviny pracovního stolu
- měření roviny příčnicku vůči pracovnímu stolu
- měření vysouvání vřetene – čelně a bočně
- měření kolmosti vřetene
- měření pojezdu po stojanech – čelně a bočně

Na bočním vřeteníku provedeme tato měření:

- měření výsuvu vřetene k pracovnímu stolu
- měření kolmosti vřetene
- měření souososti vřeten

Veškerá uvedená měření provádíme dle zvláštního Pracovního protokolu

(viz. příloha č.2.), který byl pro tato měření vytvořen a vychází svým obsahem z protokolu o měření přesnosti, který je normován výrobcem.

4.1.3. Posouzení požadavků na modernizaci stroje

Na vypracovaný vstupní měřicí pracovní protokol navazujeme posouzením technického stavu stroje a určíme konečný rozsah stupně modernizace. Z protokolu totiž může ve vyjimečných případech vyplynout, že generální oprava není bezpodmínečně nutná a plně bude postačovat servis středního rozsahu s aplikací modernizačních kroků.

4.1.4. Postup demontáže

Postup demontáže je dán již samotným sestavením stroje. Práce mohou trvat v rozmezí 2 - 4 dní a to v závislosti na dostupnosti jeřábové dráhy a pracovního prostoru, neboť tyto faktory významně ovlivňují rychlost těchto prací. Jednotlivé díly ukládáme do speciálních přípravků a obalů.

Demontáž provedeme v tomto pořadí:

- demontáž svislého a vodorovného vřeteníku
- demontáž pohyblivého příčnicku
- demontáž pevného příčnicku
- demontáž vodicích stojanů a hydrauliky stroje
- demontáž lože

Demontáž optických částí stroje a elektroinstalace provádíme vždy v souladu s jednotlivými body demontáže nosných částí.

Díky logickému uspořádání prvků do přepravních přípravků získáme velkou přepravní úsporu a tím samozřejmě ušetříme i kapacitu časovou.

4.2. Pracovní část

4.2.1. Obecná část

Postup generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 člením v pracovní části do dvou celků, a to vzhledem k zaměření jednotlivých servisně-montážních úkolů. Je to dle mého názoru vhodné, ačkoliv není zcela možné odstranit prolínání některých úkonů. Situaci navrhuji zohlednit až v návrhu normovaného technologického postupu, jež by měl na práci v budoucnosti navázat.

Jednotlivé podsekce obou částí jsou členěny chronologicky tak, aby probíhaly optimálně a efektivně jak z pracovního tak i časového hlediska. Podsekce jsou rovněž doplněny základními informacemi o povaze pracovního úkonu, popř. upozorněním na zásadní problém/y, jež by mohl/y při provádění prací nastat.

Tyto informace pomohou vést i při zpracovávání již zmiňovaného technologického postupu.

Členění:

- a) Postup generální opravy - mechanická část
- b) Elektrotechnická část

4.2.2. Postup generální opravy - mechanická část

1) Ustavení stojanů do přípravků a zaškrabání vodících ploch

Stojany je nutné před vyrovnáním (zaškrabáním) dosedajících činných ploch ustavit do speciálních přípravků a vyvážit. Ustavujeme je na tři předem dané úložné body. Čelní plochy ručně zaškrabeme pomocí „tušírovacího“ přípravku (obr. č. 5.) do požadované přesnosti. K měření využijeme speciální váhu (obr. č. 9.), přestože nemá nejmodernější elektronické funkce. Důvodem je nastavení postupu operace, kdy delší doba měření způsobená „ustalováním“ váhy, způsobí vhodně dlouhý odpočinek, což příznivě ovlivní kvalitu samotného zaškrabávání. Strojové zaškrabávání doposud není možné!

Zaškrabávání bereme jako ruční obrábění velmi přesných a hladkých ploch nástrojem zvaným „tušírovací přípravek“, který odebírá velmi jemné třísky z výstupků nerovností plochy. Dosedací plochy natíráme speciální barvou, která se zaškrabáváním stírá. Tím zjistíme, které plochy je ještě třeba obrobit.

Zařazení tohoto servisního kroku na první místo postupu umožní po dokončení oprav a zásahů odeslat stojany lože ihned do lakovny k aplikaci nového nátěru polyuretanolovou barvou typu RAL.

2) ***Zaškrabání vodících a dosedacích ploch lože***

Zaškrabání vodících a dosedacích ploch lože je velmi pracovně a časově náročná operace. Zaškrabáváme stejným postupem jako u bodu 1.

V budoucím technologickém postupu se tedy bude vhodné podrobně věnovat pracovnímu propočtu a časovému rozpisu jednotlivých úkonů. Pro průběžné měření rovinnosti je vhodné využít např. měřicí optický přístroj zvaný Autokolimátor typu WILD (obr. č. 8.), popř. moderní laserové odměřování.

3) ***Přefrézování pracovní plochy stolu***

Přefrézování pracovní plochy stolu umožní vhodným způsobem odstranit vnitřní napětí (pnutí) v materiálu, které se během používání stroje v ploše stolu nahromadilo. Materiál tzv. „otevřeme“, čímž jednoduchým způsobem umožníme povolení pnutí. Rovněž připravíme přefrézováním dosedací plochu pro montáž nového odměřovacího zařízení.

4) ***Demontáž jednotlivých částí pevného příčnicku***

V pevném příčnicku je umístěn náhon šroubovým soukolím, rozváděcím hřídelem, ozubenými koly a šnekovým převodem na zvedací šrouby pohyblivého příčnicku, který je proveden elektromotorem 1,5 kW 1430 ot./min¹.

Veškeré části v tomto kroku z příčnicku demontujeme!

5) *Demontáž částí svislého vřeteníku*

Svislý vřeteník (obr. č. 2.) je z přepravy, narozdíl od tematické fotografie, již demontován od saní, ke kterým byl pevně přichycen. Dochází k demontáži a následné výměně či úpravě jednotlivých částí vřeteníku (skříně): pouzdra s vřetenem, převodového a posuvného mechanismu, zařízení pro řezání závitů a zařízení pro měření hloubky vrtání.

Vzhledem k umístění převodového a posuvného mechanismu, je třeba mít na zřeteli navržení vhodného zařazení poměru otáček a posuvů, které umožní tuto demontáž provést a jednotlivé díly vyjmout!

Míru opotřebení, a tím následné výměny jednotlivých částí, zjistíme pohledem, popř. pomocným proměřováním.

Doporučení: Vzhledem k postupnému vývoji (nové materiály pro řezací nástroje pracující při jiných otáčkách a pracovních podmínkách) lze individuálně dle určení stroje navrhnout v této části změny převodových mechanismů, jež povedou k vhodnější variabilitě převodů, posuvů a plynulých regulací.

6) *Demontáž částí vodorovného vřeteníku*

Demontujeme veškeré části, které jsou umístěny ve vodorovném vřeteníku, tj. pouzdro s vřetenem, rychlostní skřín, posuvovou skřín, zařízení svislého přestavení, pevný doraz, zařízení pro měření hloubky vrtání a indikační měřicí zařízení. Skladba vodorovného převodníku vychází a odpovídá koncepci vřeteníku svislému, proto i zde můžeme variabilně upravit složení rychlostní skříně a tím změnit stupně otáček vřetene.

Ve vodorovném vřeteníku (obr. č. 3.) je umístěn poháněcí elektromotor 4 kW – 1400 ot./min., který se kompletně demontuje. Proměříme jednotlivé el. obvody statoru a vinutí. Opotřebenou hřídel motoru obrousíme a následně pochromujeme. Pokud hřídel vykazuje velké opotřebení, celou hřídel vyměníme. V případě požadavku na modernizaci měníme elektromotor jako celek za nový!

7) *Zaškrabání pohyblivého příčnicku*

Zde je velmi důležité pamatovat na nutnost zaškrabání pod zátěží. Po příčnicku, jehož hmotnost je 1500 kg, jezdí svislý vřeteník o hmotnosti 1000 kg a v provozu ho tak prohýbá. Je tedy nutné rovinnost při generální opravě odměřovat s ohledem na tato příčná provozní zatížení.

Při technickém prozkoušení bylo spočítáno, že je nutné příčnick zatížit váhou 680 kg s přesností ± 10 kg, což postačí k tomu, aby se dostatečně prohnul a mohlo dojít k přesnému zaškrabání nosné pancéřové plochy.

Důvodem zaškrabání je, aby se pak dala přesně ohoblovat rovina pracovního stolu. Rovněž je nutné přefrézovat plochy a vyvrtat veškeré ustavovací otvory pro pozdější montáž nového odměřovacího zařízení.

8) *Úprava příčnicku, demontáž trapézového šroubu a montáž šroubu kuličkového*

Posuv svislého vřeteníku je prováděn trapézovým šroubem o délce 1,5 m, který po delší době užívání vykazuje nadměrné opotřebení výhradně v omezené části pracovního místa. To způsobí nežádoucí jev, kdy při ručním najetí vzniká velká vůle mezi maticí a šroubem. Proto tento šroub umístěný v příčnicku při generální opravě nahradíme šroubem kuličkovým. Kuličkový šroub dáváme nový odpovídající potřebným normám. Šroub je v přesnosti IT 3, resp. IT 1. Z tohoto důvodu provedeme potřebné úpravy pro uchycení šroubu na pohyblivý příčnick. Dále navrhne jiné uložení šroubu a sestavu axiálních ložisek podpěrného domečku. S ohledem na celou sestavu vymezíme nové vůle.

9) *Demontáž pinolí*

Pinole demontujeme z těles vřeteníků, což je z hlediska malých vůlí dosti náročné, neboť i nepatrná nečistota způsobí zadření. Při demontáži mohou vzniknout drobná poškození v jejich uložení (rýhy, otěry, aj.). Tuto skutečnost je nutné zohlednit a vytvořit podmínky pro ověření. Případné vady ihned opravíme začištěním či leštěním. Samotná pinole je nitridovaná (vykazuje vysokou tuhost), takže zde poškození nehrozí.

Poz.: předejít tomuto problému se ukázalo v praxi jako nemožné, neboť nečistoty se do těchto prostorů dostávají převážně znečištěnou olejovou náplní od otěrů z ozubených kol a rychlostní skříně.

10) Vybroušení nástrojových kuželů vřeten

Kužel pro upnutí nástrojů je řady 15 : 100 speciál a používá se výhradně u souřadnicových vyvrtávaček a strojů typu SIP. Kužel přebrousíme bruskou nakulato, čímž zajistíme srovnání jeho geometrické nepřesnosti „vymáčknutí“, které se vytvořilo při zasouvání vložek pro upnutí nástrojů, popř. mohlo být vytvořeno použitím kužele nevyhovující přesnosti.

11) Výměna ložisek vřeten a jejich náplní

Speciální ložiska vřeten NNK mají vnitřní průměr kuželového tvaru a jsou seřizovatelná. Vykazují velkou odolnost proti opotřebení, tepelnou vodivost a schopnost nést zatížení. Vymezují vůli vřeten v pinolích, čímž zaručují tuhost vřetene při vrtání děr a kruhovitost vyvrtávané díry, proto při jejich výměně dbáme zvýšené pozornosti jejich usazování, a to navzdory tomu, že se jedná o standardní proces. Dobré usazení ložisek je základním předpokladem jejich správné funkce. Toho docílíme pouze správným postupem montáže a použitím odpovídajícího nářadí.

Doporučení: Z hlediska trvanlivosti stroje je vhodné využít ložiska firmy SKF, alternativně ložiska od firem ZVL či ZKL řídící se ČSN 024630.

Ve vodorovném a svislém vřeteníku vyměňujeme vždy kompletní sady a sestavy ložisek včetně speciálních typu NN 3010K, NN3012K a radiálně - axiálních ložisek 74012P4.

12) Oprava a zpětná montáž vřeten

Vřetena jsou stěžejními prvky stroje. Přesnost jejich chodu určuje velikost radiálního a axiálního házení. Velmi výrazně má jejich stav a kvalita vliv na přesnost obrábění, životnost nástrojů. Je tedy třeba věnovat velkou pozornost opravě, zpětné montáži a seřízení. Provedeme kontrolu geometrické přesnosti a zjištěné odchylky opravíme obroušením či výměnou za nové. Následně je vmontujeme zpět do pinolí. Doplníme mazací náplně a tím je připravíme pro pozdější seřízení nastavením speciálních ložisek NNK.

13) Výměna těsnících gufer

Gufera jsou určena pro stírání oleje v prostoru vřeteníku. Rovněž jsou jimi utěsněny veškeré průchody z vřeteníku na ovládací prvky, aby nemohlo dojít k vytékání olejové náplně. Z hlediska pracovního postupu jde o standardní servisní úkony, se kterými nejsou spojeny téměř žádné potíže.

Při opravě všechna gufera vyměníme!

14) Výměna řemenic vřeteníku

Řemenice jsou ve stroji litinové a hliníkové. Po době, která závisí na četnosti využívání stroje, se opotřebují a nemají tak přesný tvar pro vedení řemene. Řemenice tedy demontuje a nahradíme novými.

15) Ruční zaškrabání supportu (úprava dosedací plochy pro svislý vřeteník)

Support je nejvíce zatěžovanou součástí stroje a to zejména jeho dosedací plochy, na kterých díky provozní době dojde k úbytku materiálu a následnému vyosení.

Je tedy třeba nejen důsledného zaškrabání dosedacích ploch, ale i vzájemného seřízení. Docílení vzájemné sousostí svislého a vodorovného vřeteníku provedeme nestandardní, avšak velmi zjednodušující úpravou saní. V šesti dosedacích bodech vyvrtáme zahloubení o průměru 32 mm a hloubce 5 mm.

Do těchto zafrézovaných bodů následně vložíme speciální zabroušené podložky s přesahem.

16) Úprava pracovního stolu pro nové odměřování

Na pracovním stole přefrézujeme dosedací plochy nového odměřování. Dle technického výkresu, dodaného výrobcem odměřovacího zařízení, vyvrtáme příslušné otvory stavěcích kolíků pro ustavení pravítek.

17) Montáž stojanů na lože

Stojany montujeme na dosedací plochy lože. K dolícování a ustavení využijeme kuželové kolíky. Následně překontrolujeme rovinnosti čelních ploch obou stojanů speciálním přípravkem, který je vytvořen výhradně pro odměřování v tomto pracovním úkonu. Nyní je rovněž nutné provléknout první svazky elektroinstalace jednotlivých motorů, koncových spínačů a el. výzbroje.

Pozn.: přípravek se skládá z 1,3 m dlouhého ramene, na jehož konci je opatřen číselníkovým úchylkoměrem.

18) Montáž pevného příčnicku

Pevný příčnick je poslední částí, která ve spojení s ložem a stojany vytvoří pevnou kostru stroje. Problém při montáži by neměl nastat žádný, jelikož se ustavuje na vymežovací kuželové kolíky. Zde pokračujeme v instalaci vedení el. výzbroje.

19) Vyvážení kostry stroje

Kostru vyvážíme v podélném směru, tedy dle osy X a ve směru příčném, podle osy Y.

20) Zalícování příčnicku na stojany včetně nalícování příložek

Po zaškrabání kluzných ploch zalícujeme dosedací plochy obou stojanů a uchytíme šesti příložkami, které je nutné nalícovat tak, aby při posuvu příčnicku vykazovaly minimální vůli a přitom bylo možné s příčnickem volně pohybovat po stojanech.

21) Zalícování vodorovného vřeteníku na vodící stojan

Postup je stejný jako při zalícování pohyblivého příčnicku. Je nutné lícovat na hlavní vodící stojan včetně obou příložek.

22) Montáž svislého vřeteníku se závažím

Na pohyblivý příčnick provedeme montáž svislého vřeteníku včetně vyvážení a montáže protizávaží svislé pinole o hmotnosti 120 kg. Důvodem umístění protizávaží je samotná hmotnost pinole 60 kg, která by v případě jeho absence padala dolů a při obsluze by nebyla zajištěna požadovaná přesnost a jednoduchost ovládání.

23) Kompletní úprava a montáž hydrauliky, seřízení

V tomto kroku provedeme kompletní úpravu a následnou montáž nového hydraulického systému. Vyměníme či repasujeme zubové čerpadlo a šoupátka v jednotlivých hydraulických kostkách. Vyčistíme olejovou nádrž a opatříme ji ochranným nátěrem. Provedeme tlakovou zkoušku celého systému a vypracujeme revizní zprávu. Seřídíme části hydraulických agregátů a překontrolujeme správnost funkce.

24) Montáž pracovního stolu (výměna krycích pásů lože)

Stůl si předškrabáváme mimo lože stroje, proto je třeba ho při zpětné montáži řádně usadit do válečkového vedení včetně umístění nových krycích pásů (ocelové planžety zabraňují padání nečistot) tohoto vedení.

25) Proměření stroje dle Pracovního protokolu

V této fázi je již stroj v hrubém stádiu montáže, proto provedeme první kontrolní měření podle Pracovního protokolu firmy KINC s.r.o. (příloha č. 2.).

26) Kompletní montáž odměřování

Zde se věnujeme montáži přesných měřitek typu LS včetně indikačního panelu odměřování POSITIP (obr. č. 7.). Jednotlivá pravítka ustavíme a seřídíme všechny snímací hlavy (vůle mezi snímací hlavou a pravítkem je 1,5 mm). Následně namontujeme indikaci, do které propojíme jednotlivá pravítka. Překontrolujeme správnost najíždění, a to za použití odečítacího mikroskopu a přesného kontrolního etalonu.

27) Osazení otočného stolu odměřovacím systémem

Jedná se o nadstandardní část modernizace. V případě požadavku na montáž otočného stolu ISO 80 je nutné namontovat rotační odměřovací zařízení, které propojíme s indikací odměřovacího systému.

28) Proměření stroje dle Pracovního protokolu

Po montáži odměřovacího systému a pauze od předešlého proměření v délce min 24. hodin provedeme nové proměření dle Pracovního protokolu. Podle zjištěných úchylek, způsobených usazením celkové váhy stroje, přestavíme pohyblivý příčník vůči pracovní ploše stolu. Rovněž seřídíme rovinu pohyblivého příčníku oproti ploše stolu.

29) Přehoblování pracovní plochy stolu

Na pinoli svislého vřeteníku umístíme speciální hoblovací hlavu, kterou provedeme ohoblování pracovní plochy stolu, přestože přesnost roviny této plochy je daná již samotným zaškrabáním. Důvodem k hoblování stolu je vytvoření tzv. „kanafasu“ (konkávních brázd) v rámci tolerančního pole stolu, které se na ploše vytvoří díky rádiu hoblovacího nože. Kanafas zabezpečí správné upnutí větších obrobků o velké hmotnosti při dodržení geometrie stolu. Výrazně tím docílíme prodloužení geometrické životnosti pracovní plochy.

30) Proměření stroje dle Pracovního protokolu

Provedeme třetí a zároveň poslední měření dle Pracovního protokolu v montážní části.

Cílem je:

- zjistit kolmost pracovní plochy po hoblování a to vůči vedení hlavního stojanu
- zjistit rovinnost pracovní plochy vůči čelním plochám stojanů
- proměřit výsuv pinolí oproti pracovní ploše svislého vřeteníku
- proměřit geometrii bočního vřeteníku tak, aby mohl být seřízen případným doškrabáním do kolmému směru vůči pracovní ploše

31) *Proměření souososti, přebroušení dosedacích podložek svislého vřeteníku*

Proměříme souosost svislého a vodorovného vřetene, čímž zjistíme, zda je docíleno přesnosti spadající do tolerančního pole. Pokud naměříme chybu, je nutné přebrousit distanční podložky o rozdíl hodnot tak, aby souosost při dalším měření odpovídala. Proces měření následně opakujeme!

32) *Seřízení uložení vřeten*

Seřizování uložení vřetene děláme nasucho z důvodu potřeby zabezpečení přesnosti seřízení. V případě provádění seřízení po namazání těchto částí bychom se vystavili možnosti nepřesností v měření uložení. Vřeteno tedy mažeme až následně.

Pozn.: přesné seřízení a usazení vřeten v pinolích bude mít kladný vliv i na ekonomickou stránku provozu stroje. Snížením vibrací a tření na minimum způsobíme šetření nástrojů, kterým se tak výrazně prodlouží životnost.

33) *Zabíhání vřeten a pinolí*

Stroj necháme běžet 2 hodiny na 300 ot./min., následně 2 hodiny na 600 ot./min. a pak 1 hodinu na 800 ot./min.. Mazivo se tak řádně natáhne, rozstříkne a zahřeje. Docílíme vytvoření rovnoměrného mazacího filmu. Pinole se v počátku zabíhání zahřeje až na 70°C.

Stroj po prvním zabíhání necháme plně vychladnout. Následně ho opět spustíme v režimu 300 ot. / min. po dobu 8. hodin. Pinole by se již neměla zahřát na tak vysokou teplotu jako v počátku. Pokud se tak stane je indikováno špatné nastavení vůlí a je třeba celý proces seřizování opakovat (tj. rozebrat, vyčistit od maziva, přestavit, proměřit a znovu zabíhat)!

Pozn.: špatné seřízení vřeten, zvyšuje teplotu zařízení, která by se šířila do jednotlivých dílů – ložisek, vřeten, mazací náplně. Tyto teplotní dilatace by měly za následek změnu uložení vřetena a tím zhoršení přesnosti chodu. Rovněž by mohlo dojít k přehřátí mazacího prostředku, který by také neprokazoval správnou funkci. To by mohlo vést k poškození ložisek.

34) *Kontrola vyvážení stroje*

Kompletně seřízený stroj znovu proměříme z hlediska ustavení a vyvážení, abychom zaručili jeho správné umístění. I malá odchylka od požadovaných hodnot způsobí naklonění stroje a tím nerovnoměrné stékání mazacích náplní v olejových skříních. V konečném důsledku dojde ke špatnému mazání stroje.

35) *Dokrytování stroje*

Namontujeme kryty jednotlivých částí stroje.

36) *Odzkoušení stroje*

Odzkoušíme funkčnost jednotlivých součástí stroje, tzn. řazení rychlostí, posuvů, správnosti směrů otáčení vřetene, vypínání koncových spínačů, odměřování a řídicího systému včetně jeho softwaru.

37) *Vyhotovení Protokolu přesnosti*

Výrobce je standardně předepsán postup pro vykonání výstupních měřicích zkoušek. Postup rovněž zahrnuje pokyny pro přípravu a podmínky nutné pro toto měření. Jednotlivé výsledky zaznamenáme do měřicího protokolu. Řídíme se pokyny výrobce.

38) *Provedení zkoušky přesnosti dle výstupního předávacího protokolu*

Při provedení vlastní předávací zkoušky se řídíme normou výrobce. Výsledky zapíšeme do zkušebního protokolu.

39) *Provedení vrtací a výkonové zkoušky*

Výrobce stroje je doporučeno provádět zkoušku na zkušebním předepsaném vzorku (viz. příloha č.1.), který je odlitkem z materiálu 42 2425 vyžíhaného na tvrdost 180 - 200 H_B s třídou obrobitelnosti 10a. Funkční plochy jsou obrobeny na drsnost 0,8 Ra. Zkoušku uskutečníme dle pokynů výrobce a to v místě opravy stroje!

Stroj přezkoušíme v těchto úkonech na obou vřetenících:

- frézování (hrubé, jemné)
- vrtání a vyvrtávání (do plna, převrtat, vyvrtat)
- zkouška výkonu (vrtání do plna)
- řezání závitu (převrtat, řezat závit)

Pozn.: kontrolu dovolených úchylek mezi jednotlivými operacemi doporučuji provádět dle potřeby a to přímo na stroji či universálním mikroskopu. Úchylku stoupání závitů změříme kalibrem. Rovinnost frézované plochy změříme na kontrolní desce přímo na stroji.

4.2.3. Elektrotechnická část

Elektrotechnickou část jsem vyčlenil z mechanického postupu generální opravy záměrně. Bude tak možné přehledně sledovat jakým způsobem a v jakém rozsahu se elektroinstalační práce rozvodů a zařízení provádí. Rovněž by měla být zohledněna i skutečnost, že samotná montáž elektroinstalace může být prováděna i externími pracovníky firem dodávajícími jednotlivá zařízení.

Část zahrnuje postupné kroky kompletní demontáže elektroinstalace a el. výzbroje, která následně projde celkovou opravou, výměnou či modernizací. Modernizace elektrické části se bude velkou měrou rovněž řídit legislativními požadavky na bezpečnost stroje. Vše s sebou nese úkoly ve směru navržení nových rozvodů a schématu elektrorozvaděče.

1) Návrh nového rozvodu elektroinstalace po stroji

Nové kabelové rozvody navrhne v kontextu s přidaným elektrotechnickým zařízením (řídící automat, digitální odměřovací systém, popř. jiná speciální výbava) tak, aby jejich vedení bylo účelné a v co možná nejkratším rozsahu. V návrhu využijeme prostory vedení předešlé kabeláže. Úpravou elektroinstalace a montáží nových prvků podstatně zredukujeme jejich množství díky vysoké míře využití konektorů.

2) Demontáž a následná montáž elektroinstalace

Ze stroje během demontáže, řídicí se mechanickou částí postupu, postupně demontujeme všechny elektrické svazky a výzbroj. Kompletně vyměníme kabeláž a elektrické rozvody. Vše následně, s ohledem na mechanickou část, namontujeme dle navrženého schématu elektrorozvodů po stroji a přivedeme k rozvaděči. Jednotlivé kroky montáže elektrorozvodů provádíme v souladu s mechanickými pracemi.

3) Návrh a montáž elektroinstalace nového rozvaděče

K docílení správného rozložení spínacích, jisticích a pomocných přístrojů je nutné navrhnout nové uspořádání a členění elektrorozvaděče v souvislosti s tím, jak se stroj modernizoval (změny elektromotorů pro pohon vřetene, nové odměřovací zařízení, rozšíření stroje o vybrušovací zařízení atd.). Při návrhu zohledníme bezpečnostní předpisy dané platnou legislativou.

Pozn.: pokud stroj přestavujeme do typu, kdy ho bude možné využít nejen jako souřadnicovou vyvrtávačku, ale i jako vybrušovací stroj, musí dojít mimo rozšíření technické části stroje o speciální vybrušovací hlavu i k rozšíření elektronické řídicí části této hlavy, na kterou je nutné v elektrorozvaděči vytvořit vhodný prostor!

4) Montáž nového řídicího automatu

Řídicí automat umístíme do prostoru elektrorozvaděče, který vzhledem k úsporným opatřením ponecháme v původním stavu.

5) Montáž elektroinstalace pohonu osy Y a pohonu vřetene

Postup je navázán na požadovaný výkon stroje. Podle toho montujeme typ měniče posunu vřetene. Stroj má příkon 12 kW a vřeteno je poháněno novým motorem o výkonu do 5 kW. Navržen a montován je tedy měnič, který stroj v těchto podmínkách obslouží.

6) Instalace indikátoru polohy

Indikátor polohy, který slouží k zobrazení naměřených hodnot od měřidel délky všech snímačů umístěných na stroji, se montuje čelně na posuvovou skříň.

Instalace probíhá dle návodu výrobce.

7) Vypracování SW pro řídicí automat

Ve většině případů není již nutné programovat software řídicího automatu, jelikož je již přeprogramován výrobcem. Dojde pouze k jeho odzkoušení a kontrole správné funkčnosti řídicích prvků.

8) Oživení řídicího automatu, softwaru a rozvaděče

(dle návodu výrobce zařízení)

9) Vypracování elektroinstalační dokumentace a revizní zprávy

Elektroinstalační dokumentaci vzhledem k úpravám zpracujeme zcela nově včetně elektroschématu výzbroje. Zpráva musí v konečném stavu respektovat stav zmodernizovaného stroje a řídit se základní normou ČSN EN 60204 - 1 a ČSN EN 62061/2005. Zaručíme tím správnost zapojení jednotlivých částí stroje, uchycení konců kabelů, jejich označení a osazení bezpečnostními prvky.

4.3. Výstupní část

4.3.1. Transport do místa užívání, ukotvení

Transport stroje po generální opravě a modernizaci zpět k zákazníkovi je možno provádět jak v demontovaném stavu, tak i ve stavu smontovaném. Smontovaný stroj je třeba před dopravou řádně naimpregnovat a zabalit.

Při přemísťování je si třeba uvědomit, že stroj pracuje s vysokou přesností a tudíž veškeré případné otřesy a rázy jsou vysoce nežádoucím jevem. Před poškozením cíleně chráníme vodící plochy stolu a lože, což dosáhneme tím, že demontujeme válečkové uložení těchto částí. Následně stroj v uložení podložíme dřevěnými trámky. Dále demontujeme veškerá vyvažující závaží vodorovného a svislého vřeteníku.

Samotné ukotvení stroje je pak opačným sledem prvotních demontážních procesů z ukotvení. Novou elektroinstalační skříň však již napevno neukotvujeme. Zjednodušíme tím případný servisní zásah v době provozu. Vzhledem k výraznému snížení hmotnosti elektrorozvaděče to není ani prakticky výhodné.

4.3.2. Výstupní měření přesnosti - zkouška přesnosti

V tomto výstupním měření vyjdeme z protokolu o Přesnosti měření, jenž je určitou standardizovanou normou výrobce. Zápis z měření se uvádí do dokumentu: ZÁPIS O ZKOUŠCE PŘESNOSTI SOUŘADNICOVÉ VYVRTÁVAČKY WKV 100, která souhlasí s ČSN 200327 a respektuje zásady a podmínky pro měření geometrické přesnosti těchto strojů. Stroj by měl být v průběhu zkoušky umístěn a vytemperován v pracovním prostředí, kde bude následně využíván.

Měříme:

- ustavení stroje
- přímost pracovní plochy stolu v určených směrech
- rovnoběžnost upínací plochy stolu se směrem jeho pohybu ve svislé rovině
- rovnoběžnost pohybu svislého vřeteníku s upínací plochou stolu v rovině příčné
- kolmost pohybu svislého vřeteníku ke směru pohybu stolu
- obvodové házení kuželové dutiny vřeten
- osový pohyb vřeten
- kolmost osy vřeten k upínací ploše stolu
- kolmost pohybu objímky vřeten k pracovní ploše stolu
- kolmost pohybu příčnicku k pracovní ploše stolu
- rovnoběžnost osy vřeten vodorovného vřeteníku s pracovní plochou stolu
- kolmost osy vřeten vodorovného vřeteníku ke směru pohybu stolu
- kolmost pohybu objímky vodorovného vřeteníku ke směru pohybu stolu
- rovnoběžnost os otvoru opěry a vodorovného vřeten se směrem pohybu svislého vřeteníku v rovině svislé a vodorovné
- různoběžnost os vřeten a osy otvoru opěry

- rovnoběžnost směru pohybu objímky vodorovného vřetena s pracovní plochou stolu
- rovnoběžnost upínacích drážek se směrem pohybu stolu

5. Údržba stroje

Nedílnou součástí celého procesu dodávky generální opravy a modernizace WKV 100 by měla být i úprava schématu běžné údržby stroje s ohledem na nové řídicí systémy a prvky, aby byl stanoven optimální průběh údržby. To by umožnilo prodloužení maximální životnosti jednotlivých dílů a zařízení.

Údržba je totiž soubor činností, zabezpečujících stálost, opakovatelnost a zlepšování funkčního stavu stroje a veškerých jeho zařízení.

Vzhledem k tomu, že je stroj po generální opravě a modernizaci, je obecně vhodné využívat systému údržby dle jeho reálného technického stavu, což bude mít převážně preventivní charakter. Schéma údržby založíme na kontrolních měřeních rozměrů opotřebovávaných dílů.

Výměny náhradních dílů či případné servisní zásahy se následně uskuteční na základě zmenšení rozměru opotřebovaného dílu pod přípustnou mez. To však samozřejmě vyžaduje kontrolu stavu v předepsaných intervalech.

Údržbou dle stavu zařízení jsou získány následné výhody:

- maximálně využijeme životnost dílů a částí
- zvýšíme dobu disponibility stroje
- zaručíme pracovní bezpečnost

Nevýhodou takového systému údržby je potřeba více nákladů na měřicí techniku včetně aplikace projektového řízení, které s sebou nese zvýšení ekonomických nákladů.

Optimalizaci údržby můžeme přizpůsobit i velikosti výrobního podniku, který bude stroj využívat. Je možné, že jejich strategie v tomto směru bude určitou kombinací různých preventivních opatření. Většinou však závisí převážně na ekonomickém hledisku a tak se díly vyměňují až při maximálním hraničním opotřebení či snížení přesnosti stroje.

Abychom pomohli eliminovat vícenáklady na údržbu a servis jak ekonomické, tak i časové je třeba uživateli stroje navrhnout i preventivní každodenní ošetřování stroje.

- **Čištění stroje**

Čištění zahrnuje odstraňování třísek a nečistot pomocnými přípravky (např. háčky) či štětce. Je nutné se vyhnout čištění tlakovým vzduchem z důvodu možnosti poškození těsnění pohybem třísek

- **Mazání a doplňování náplní**

Je nutné dodržet mazání v intervalech, které uvádí výrobce stroje. Používat výhradně maziva předepsaná výrobcí!

- **Seřizování**

Pravidelně přeměřujeme a kalibrujeme nástroje.

- **Konzervace nástrojů**

Nástroje používané při práci na stroji je nutné konzervovat a udržovat v předepsaném kvalitativním stavu.

5.1. Požadavky na pracovní prostředí stroje

- umístění ve zvláštním prostoru odděleném od ostatních, aby nedocházelo k nežádoucímu kolísání teplot
- stroj by neměl stát v blízkosti zdrojů otřesů a vibrací
- nízká prašnost prostředí
- v prostoru by neměly působit sluneční paprsky či topná tělesa
- zamezit vnikání mlhy a kouře
- teplota $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$

6. Doporučení ke zlepšení postupu generální opravy

6.1. V části vstupního měření

V části vstupního měření lze v případě požadavku na kompletní generální opravu vypustit provádění vstupního měření dle Protokolu přesnosti, jelikož dojde k celkovému rozebrání a repasi jednotlivých dílů. V konečném důsledku bude po generální opravě dosaženo hodnot přesnosti po vzoru technické dokumentace jako při prvním uvedení stroje do provozu.

6.2. Měřicí kontrolní zařízení

Pro zajištění nelehké racionalizace všech měřících postupů doporučuji, s ohledem na efektivnost, začít testovat (přestože současná používaná metodika je brána za plně dostačující) moderní laserové zařízení společně s počítačovým softwarem, který umožní rychlé proměření a vyhodnocení stroje (cca do 20 min.). Výhodou může být nejen samotná rychlost proměření, ale i to, že odpadne nutnost složitěho nastavování.

Systém laserového měření pracuje na principu odchylky kruhové interpolace, tudíž je možné odměřovat ve vertikálním tak i horizontálním směru. Archivace naměřených dat v počítačové podobě a jejich zpětné vyhodnocení umožní okamžité zjištění hodnot a nalezení případných chyb včetně jejich zdrojů. To může velmi výrazně pomoci následné údržbě stroje, neboť se stanoví přesný zdroj nepřesností.

Všechny naměřené údaje a jejich rozbor pomocí počítačového systému umožní preventivní sledování přesnosti stroje ve vyžadovaném stupni jakosti. Hodnoty budeme moci vyhodnotit podle norem ISO, ANSI či JIS.

Pozn.: jako vhodný systém pro preventivní laserová odměřování a optimalizaci se jeví QC10 Ballbar s diagnostickým systémem Ballbar 5 HPS (High Power System).

K testování (proměřování) stroje a zkušebních vzorků je vhodné využít laserový interferometr, který při správné volbě bude lehký, přenosný a kompaktní. Umožní provést kalibraci přesnosti polohování a geometrických charakteristik (odchylek geometrie).

Měření geometrie interferometrem:

- úhlová odchylka
- přímočarost
- rovinnost
- kolmost
- rovnoběžnost

6.3. Praktická výstupní zkouška

Výstupní zkoušku doporučuji dělat jak na zkušebním vzorku uvedeným výrobcem v technickém materiálu, tak i na vzorku větších rozměrů, než požaduje technická dokumentace stroje. Standardizovaný vzorek, určený pro tyto zkoušky, totiž svými rozměry neumožňuje odzkoušení stroje v rozsahu pokrývajícím celou jeho pracovní plochu a je pro tyto účely, dle mého názoru, nepostačující.

6.4. Zabíhání stroje

Jelikož je stroj po generální opravě, volíme zabíhání ve stejném režimu jako u stroje nového. Tzn., že po měsíčním provozu stroje vyměníme olejové náplně, které je třeba vzhledem k rozdílným vlastnostem používat tak, aby byl zaručen správný a přednastavený posuv. Volíme druhy splňující požadované specifické vlastnosti, jež jsou uvedeny v technických datech stroje.

Upozornění: Špatným zvolením mazací náplně může dojít k nežádoucí změně posuvů či nadměrnému opotřebením jednotlivých částí!

6.5. *Normativní dokumenty*

Z hlediska oprav se jeví jako dobré v budoucnosti standardizovat postupy nejen pro generální opravy, ale rovněž pro menší základní a střední opravy a to následovně.

- základní (bez přepravy stroje či jeho částí do podniku)
- střední (přeprava pouze určitých částí stroje k opravě)
- generální (přeprava celého stroje ke generální opravě)

V oblasti přepravy stroje doporučuji normalizovat i podmínky pro přepravu a ustavení nového stroje, které se díky modernizaci mohou odchylovat od norem předepsanými výrobcem. Důvodem je umožnění uživateli samostatné přemístování stroje v rámci svých podniků (pokud by tato situace byla žádoucí).

Přepravní dokumentace by měla zahrnovat:

- rozměry a hmotnost stroje (včetně nových částí)
- bezpečnostní pokyny pro dopravu a montáž
- veškeré výkresy nového vybavení a příslušenství
- pokyny pro ustavení a uvedení do provozu
- seznam základních prvků stroje
- revizní zprávy a výkresy elektroinstalace

7. Bezpečnost

Z pohledu současných standardů bezpečnostních a evropských předpisů o strojích zařízení došlo ke spojení norem bezpečnosti frézek se strojními vyvrtávačkami. Tyto evropské normy byly zapracovány do ČSN EN 13 128 /20 0711/. Spojení je však dle mého názoru nevhodné, protože každý stroj určitého zaměření má svá specifika.

Důvod, proč se tak stalo, vidím ve statistikách, ze kterých vyplynulo, že nejčastějším zdrojem úrazů jsou rotující upínací a odletující třísky. To mělo za následek rozšíření bezpečnostních požadavků na jednotlivé stroje.

Dle norem pro stroje s ručním ovládním strojními posuvy nad 2 m/min. a rychloposuvy přesahujícími 5m/min, do kterých patří i stroj WKV 100, se vyžaduje zcela uzavřený pracovní prostor, což je prakticky nesplnitelné.

Toto je nyní limitujícím faktorem pro dodávky zmodernizovaných strojů do zemí Evropské unie, neboť není možné získat prohlášení o shodě a získat pro stroj označení CE (Conformity Europe). Bez tohoto označení není možné stroj v zemích Evropské Unie nabízet.

8. Závěr

Mým cílem, který jsem si pro tuto práci vytyčil, bylo uvést všechny stránky procesu postupu generální opravy a modernizace souřadnicové vyvrtávačky WKV 100 do kontextu s technickým oborem obrábění tak, aby na náplň bylo možné navázat v souvislosti s vytvořením celkového technologického postupu. Je zřejmé, že již samotná práce ve vztahu k časové souslednosti může být určitou základní vnitropodnikovou normou, nemůže však v žádném případě nahradit absenci technologického postupu.

Postup vypracování byl zvolen v takovém rozpětí, že vzhledem ke specifikaci a stáří stroje (včetně doby ukončení výroby), nebylo možné sehnat k vypracování některé manuály a technické dokumentace stroje. Podařilo se mi však z praktického i časového hlediska být přítomen u kompletní opravy a modernizace WKV 100, jejíž doba trvala téměř čtyři týdny.

Zde jsem mohl jednotlivé úkony sledovat, dělat si poznámky a případně upravovat časový sled. Zároveň mi bylo umožněno otestovat některá pracovní měření a úkony či mi byl poskytnut prostor k odzkoušení a ověření některých nových možností, které jsem rovněž zakomponoval. Celý proces byl pro mě velkou pomocí při pochopení souvislostí tématu jako celku.

Po praktické přípravě jsem začal pracovat na samotné teoretické části, ve které jsem charakterizoval stroj jak z hlediska jeho konstrukce a určení tak samotného návrhu postupu generální opravy a modernizace. Praktické zkušenosti, ze kterých jsem v základu vycházel, jsem si při této fázi vypracovávání dával i do kontextu s odbornou literaturou a znalostmi získanými studiem, což mi výrazně pomohlo.

Modernizaci jsem vzhledem k její povaze a nutnosti určení rozsahu zařadil téměř na její začátek, aby v následném postupu již bylo zřejmé, jaký je pravý důvod a cíl generální opravy, což se mi dle mého názoru povedlo.

Samotný postup generální opravy pak v bakalářské práci řadím do dvou sekcí do Mechanické a Elektrotechnické. Může se na první pohled jevit, že by bylo vhodnější je zapracovat „do sebe“, ale z hlediska přehlednosti pro další případný rozvoj práce ve směru technologického postupu by to, myslím si, nebylo výhodné.

Jak jsem se již zmínil v samotném textu, byl rok ukončení výroby popisovaného stroje již opravdu dávno (r. 1993), což kladlo vypracování další drobné překážky. Je zajímavostí, že stroj je natolik specifický, že většina pomůcek pro jeho opravu je zakázková a nejsou tak stanoveny žádnou normou. Rovněž se v jednotlivých pracovních operacích vyskytují měřicí přístroje, jež by někteří z nás pravděpodobně již nebyli schopni ani identifikovat. Je tedy zvláštní, že i přes možnosti pořízení nových moderních speciálních a měřicích přístrojů, jsou tyto samotnými pracovníky KINC, spol. s r.o., (a tím i mnou v navrženém postupu), brány jako výhodné, neboť s novými přípravky by přišla i vyšší ekonomická nákladnost či prodloužení doby jednotlivých prací. Důvody, jako je nutnost speciálních přípravků, jejich přesná zakázková výroba, potřeba vlastnit požadované měřicí přístroje a v neposlední řadě znalost postupu generální opravy, je možno chápat jako určité KNOW HOW, což dokazuje malá míra poskytovatelů tohoto rozsahu generálních oprav a modernizací stroje WKV 100 (dle dostupných zpráv jsou pouze dva).

Přínos práce, bych ze svého pohledu strukturovaně shrnul takto:

- zvyšuje přehlednost celého procesu generální opravy a modernizace stroje
- dává základ pro budoucí vypracování technologického postupu opravy
- ukazuje možnosti rozsahu modernizací
- upozorňuje na možné problémy a úskalí spojené s jednotlivými úkony procesu

Téma bakalářské práce se mi zdálo velmi zajímavé a přimělo mě v praxi veškeré postupy aplikovat a odzkoušet. Rovněž na mě kladlo značné požadavky i v přípravě teoretické, neboť bylo nutné si vytvářet i vzájemný kontext jednotlivých přístupů z této stránky. Myslím si, že se mi podařilo v dané problematice velmi dobře zorientovat a zpracovat problematiku, jak jsem si předsevzal.

Pokud se podaří vypracovat v budoucnu, tolikrát již zmiňovaný, technologický postup generální opravy WKV 100 bude smysl práce naplněn zcela a beze zbytku.

9. Seznam použité literatury:

KOVOSVIT n.p., Sezimovo Ústí: *Souřadnicová vyvrtávačka WKV 100 - technický návod*. [B.r.]. 83 s.

KOVOSVIT n.p., Sezimovo Ústí: *Protokol přesnosti*. [B.r.]. 16 s.

DILLINGER, J. a kol. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. 1.vyd. Brno: Europa-Sobotáles cz., 2007. 608 s. ISBN 978-80-86706-19-1

KAREIS, B., KAREIS, P., KAREIS, B. *Technologie oprav*. 1.vyd. Prah: Informatorium,1995. 257 s. ISBN 80-85427-76-1

FOREJT, M., PÍŠKA, M. *Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. Vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9*

ŘASA, J., POKORNÝ, P., GABRIEL, V., *Strojírenská technologie 3*. 1. Vyd. Praha: Scientia, 2001. 220 s. ISBN 80-7183-227-8

HEIDENHAIN s.r.o., Praha: Výrobní program [B.r.]. 55 s.

Wikipedie. Wi-Fi - Wikipedie, otevřená encyklopedie. *Wikipedie otevřená encyklopedie*.

[Online] 21. 5 2010. [Citace: 30. 3 2010.]. Dostupné na

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Modernizace>

FERMAT cz. s.r.o. – *Měření přesnosti obráběcích strojů* [Online] 2010.

[Citace: 21. 5 2010] Dostupné na <http://www.modernizace.cz/index.php>

10.Seznam příloh

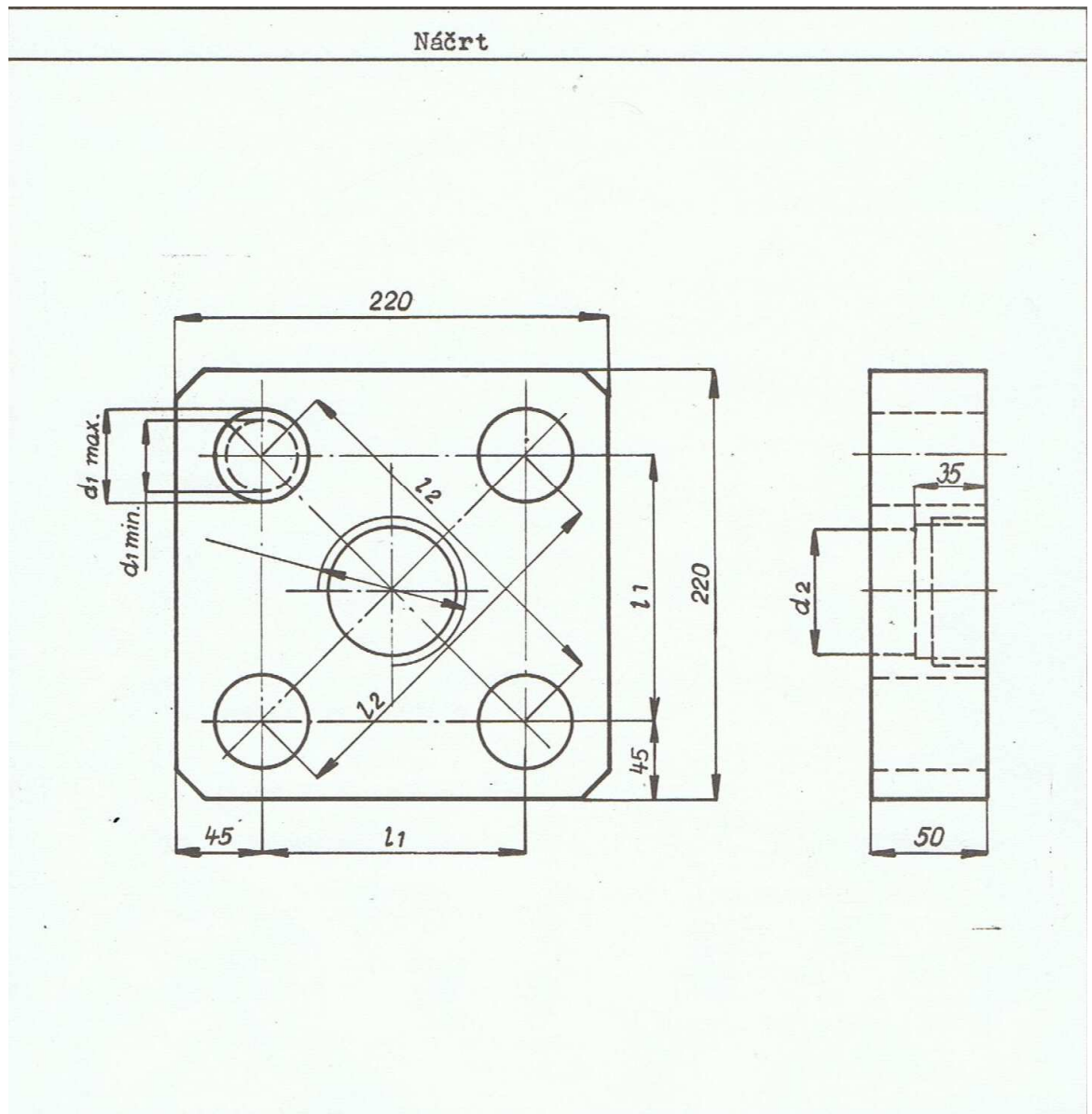
Příloha č. 1. - Protokol k výstupní a výkonové pracovní zkoušce (dle výrobce)

Příloha č. 2. - Pracovní protokol firmy KINC, spol. s r.o.

Příloha č. 3. - Schéma generální opravy a modernizace – mechanická část

Příloha č. 4. - Seznam fotodokumentace

10.1. Protokol k výstupní pracovní a výkonové zkoušce



Rozměry		Mezní úchylka						Naměřené úchylky					
		TOL	o	k	ll	□	Ra	TOL	o	k	ll	□	Ra
$d_{1min}-d_{1max}$ ^{d)}	25-40	H6	0,005	0,006	—	—	1,6						
VÝKON. ZKOUŠ. d_2	50	—	—	—	—	—	—						
ZÁVIT	M56 x 2SH6	0,01/S	—	—	—	—	6,3						
l_1	130,000	0,007	—	—	0,004	—	—						
l_2	183,8±8	0,011	—	—	—	—	—						
FRÉZ. PLOCHA	—	—	—	—	—	0,01/300 ^{e)}	1,6						

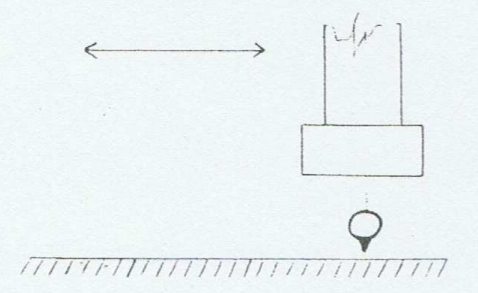
10.2. Pracovní protokol firmy KINC, spol. s r.o.

PRACOVNÍ PROTOKOL

stroj _____ v.č. _____ datum _____


SVISLÝ VŘETENÍK

Rovina pracovního stolu Rovina příčnicku ke stolu

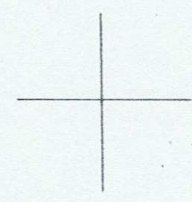


VÝSUV VŘETENE

čelně bočně




KOLMOST VŘETENE



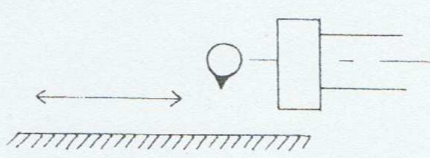
POJEZD PO STOJANECH

čelně bočně

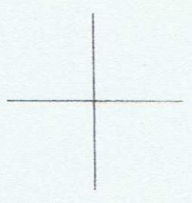


BOČNÍ VŘETENÍK

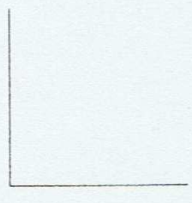
VÝSUV VŘETENE KE STOLU



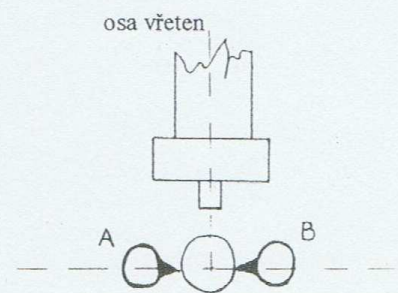
KOLMOST VŘETENE



ÚHEL NA 500



osa vřeten



10.3. Schéma generální opravy – mechanická část

1	• ustavení stojanů do přípravků a zaškrabání vodicích ploch
2	• zaškrabání vodicích a dosedacích ploch lože
3	• přefrézování pracovní plochy stolu
4	• demontáž jednotlivých částí pevného příčnicku
5	• demontáž jednotlivých částí svislého vřeteníku
6	• demontáž částí vodorovného vřeteníku
7	• zaškrabání pohyblivého příčnicku
8	• úprava příčnicku, demontáž trapézového šroubu a montáž šroubu kuličkového
9	• demontáž pinolí
10	• vybroušení nástrojových kuželů vřeten
11	• výměna ložisek vřeten a jejich náplní
12	• oprava a zpětná montáž
13	• výměna těsnících gufer
14	• výměna řemenic vřeteníku
15	• ruční zaškrabání supportu
16	• úprava pracovního stolu pro nové odměřování
17	• montáž stojanů na lože
18	• montáž pevného příčnicku
19	• vyvážení kostry stroje
20	• zalícování příčnicku na stojany včetně nalícování příložek

21	• zalicování vodorovného vřeteníku na vodící stojan
22	• montáž svislého vřeteníku se závažím
23	• kompletní úprava a montáž hydrauliky, seřízení
24	• montáž pracovního stolu (výměna krycích pásů lože)
25	• proměření stroje dle Pracovního protokolu
26	• kompletní montáž odměřování
27	• osazení otočného stolu odměřovacím systémem
28	• proměření stroje dle Pracovního protokolu
29	• přehoblování pracovní plochy stolu
30	• proměření stroje dle Pracovního protokolu
31	• proměření souososti, přebroušení dosedacích podložek svislého vřeteníku
32	• seřízení uložení vřeten
33	• zabíhání vřeten a pinolí
34	• kontrola vyvážení stroje
35	• dokrytování stroje
36	• odzkoušení stroje
37	• vyhotovení Protokolu přesnosti
38	• provedení zkoušky přesnosti dle výstupního předávacího protokolu
39	• provedení vřtačí a výkonové zkoušky

10.4. Seznam fotodokumentace

- Obr. č. 1.: Souřadnicová vyvrtávačka WKV 100
- Obr. č. 2.: Svislý vřeteník
- Obr. č. 3.: Vodorovný vřeteník
- Obr. č. 4.: Převodní skříň v částečné demontáži
- Obr. č. 5.: Zaškrabávací „tušírovací“ přípravky
- Obr. č. 6.: Vzor povrchové úpravy vodicích ploch po zaškrabání
- Obr. č. 7.: Ovládací monitor indikace digitálního odměřování HEIDENHAIN
- Obr. č. 8.: Sestava měřícího zařízení – Autokolimátor
- Obr. č. 9.: Měřicí váha CARL SIZE JENA k měření rovinných pancéřových ploch
- Obr. č. 10.: Měřicí váha CARL SIZE JENA (speciální úprava)
- Obr. č. 11.: Speciální přípravek na měření rovinnosti ploch
- Obr. č. 12.: Přípravek pro měření čelních dosedacích stojanů a souběžnosti vodicích ploch pracovního stolu
- Obr. č. 13.: Lineární snímač polohy Heidenhain

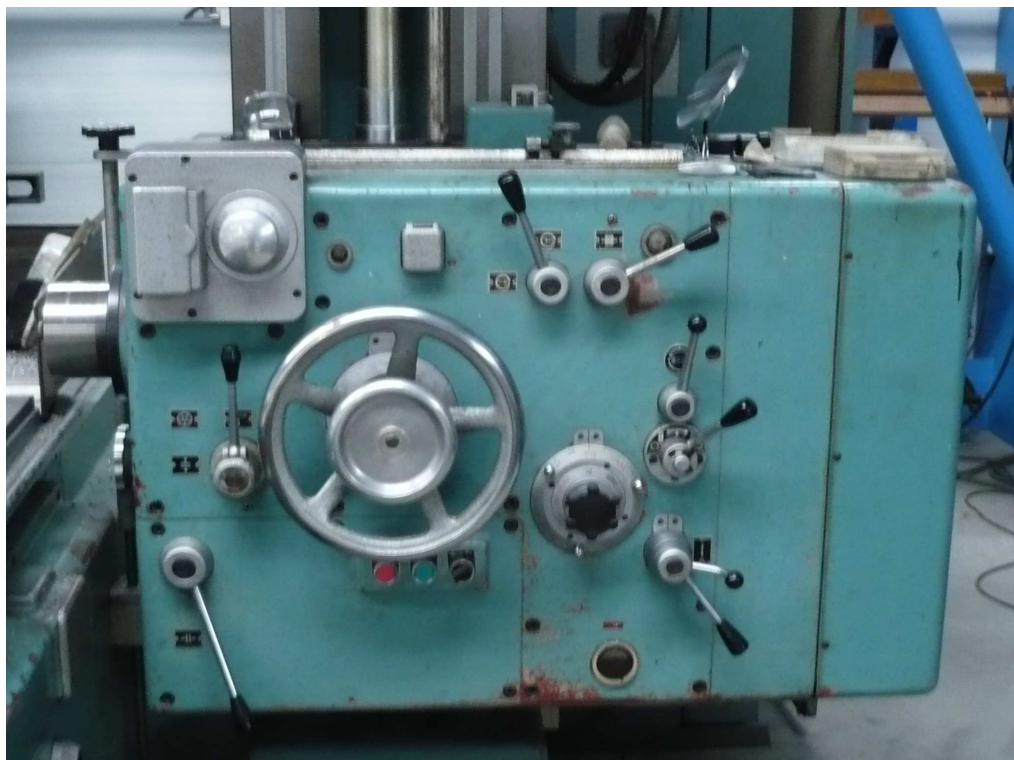
10.4.1. Fotodokumentace



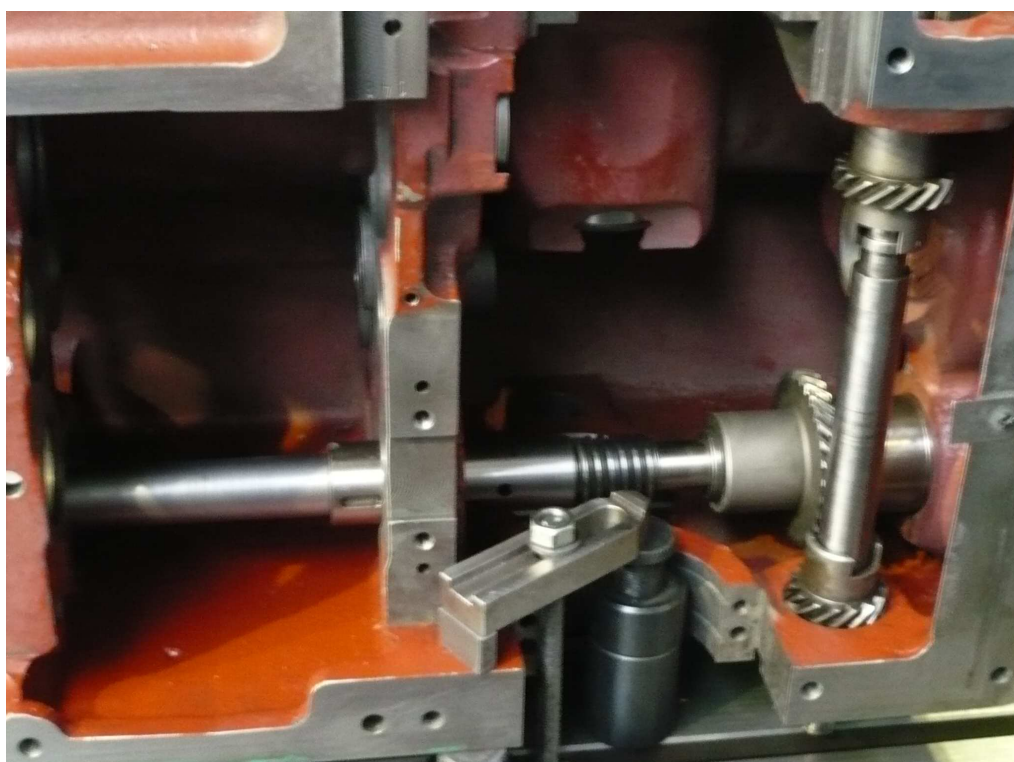
Obr. č. 1.: Souřadnicová vuvrtávačka WKV 100



Obr. č. 2.: Svislý vřeteník



Obr. č.3.: Vodorovný vřeteník



Obr. č. 4.: Převodová skříň v částečné demontáži



Obr. č. 5.: Zaškrabávací „tušírovací“ přípravky



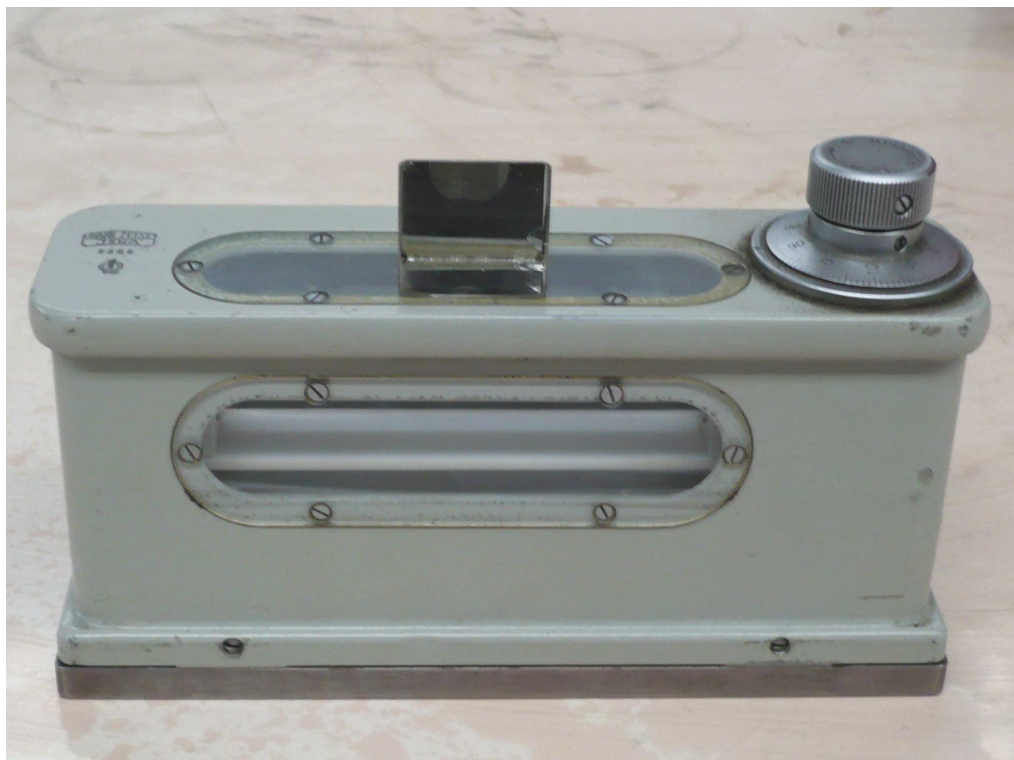
Obr. č. 6.: Vzor povrchové úpravy vodicích ploch po zaškrabání



Obr. č. 7.: Ovládací monitor indikace digitálního odměřování HEIDENHAIN



Obr. č. 8.: Sestava měřicího zařízení: Autokolimátor



Obr. č. 9.: Měřicí váha firmy CARL SIZE JENA k měření rovinnosti pancéřových ploch



Obr. č. 10.: Měřicí váha firmy CARL SIZE JENA (speciální úprava)



Obr. č. 11.: Speciální přípravek pro rovinnosti ploch



Obr. č. 12.: Přípravek pro měření souběžnosti čelních dosedacích ploch stojanů a souběžnosti vodicích ploch pracovního stolu



Obr. č. 13: Lineární snímač polohy Heidenhain