Vysoká škola: strojní a textilní v Liberci

Katedra: obrábění a montáže

Fakulta: strojní

Školní rok: 1979/80

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Miroslava J O Z Í F K A

obor 23 - 07 - 8 strojírenská technologie

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

Název tématu: Návrh racionalizace dokončovacích operací výroby vačkových hřídelů naftových motorů LIAZ M-634

Pokyny pro vypracování:

1/ Politickohospodářské zhodnocení návrhu specializované soustředěné výroby vačkových hřídelů

2/ Shrnutí a rozbor poznatků o operacích dokončujících výrobu vačkových hřídelů

3/ Porovnání některých moderních výrobních postupů se stávající výrobou v n.p. LIAZ

4/ Návrh projektu modernizace výroby vačkových hřídelů následujících po operaci kalení

5/ Technicko ekonomické posouzení návrhu

6/ Závěry a směr dalšího vývoje řešené úlohy

Autorské právo se řídí směrnicí MŠK pro státní záv. zkoušky č.j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31.8.1962§19 aut. z. č. 115/53 Sb.

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

Rozsah grafických laboratorních prací: výkresy, tabulky, grafy

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran textu

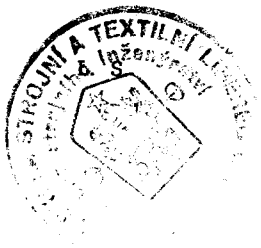
Seznam odborné literatury:
Maslov E.N.: Teoria šlifovania materialov
Mašinostrojenie, Moskva 1974,318 s.
Degner,W. a kol.: Spannende Formung Technik
Berlin 1978, 300 s.
Časopisy: Automobilnaja promyšlenosť
Machinary and Produktions Ingeneering
Automobil

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaromír Gazda, CSc

Konsultanti: Ing. Jaromír Gazda, CSc
s. Josef Tyrychtr

Datum zahájení diplomové práce: 15.10.1979

Datum odevzdání diplomové práce: 23.5.1980



Doc. Ing. Vojtěch Dráb, CSc
Vedoucí katedry

Doc. RNDr.Bohuslav Stříž, CSc
Děkan

V Liberci dne 5. října 19 79

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 07 - 8

Strojírenská technologie

zaměření
Obrábění a ekonomika strojírenské výroby

Katedra obrábění a montáže

NÁVRH RACIONALIZACE DOKONČOVACÍCH OPERACÍ VÝROBY VAČKOVÝCH HŘÍDELŮ NAFTOVÝCH MOTORŮ LIAZ M - 634

DP 1530 / 80 ST

Jméno autora: JOZÍFEK Miroslav

Vedoucí DP: Ing. Jaromír Gazda, CSc., VSST Liberec
Konzultanti: Ing. Jaromír Gazda, CSc., VŠST Liberec
s. František Tyrychtr, LIAZ 03, Liberec

Rozsah práce a příloh:

Počet stran : 74
Počet příloh a tabulek : 24
Počet obrázků : 17
Počet výkresů : 3
Počet modelů nebo jiných příloh : 0

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

Liberec 22. května 1980

Josef Mirovský

OBSAH

0	Seznam použitých symbolů a zkratek	... 7
1	Úvod	... 8
1.1	Úkoly racionalizace strojírenství	... 8
1.2	Úkoly pro rozvoj výroby v n.p. LIAZ	... 10
2	Rozbor stávajícího výrobního postupu a jeho hodnocení	... 11
2.1	Zdroje informací pro rozbor	... 11
2.2	Stávající výrobní postup	... 12
2.2.1	Polotovar	... 12
2.2.2	Mezioperační a operační manipulace	... 13
2.2.3	Rozbor jednotlivých operací a výhledy racionalizace	... 14
2.2.3.1	Operace 190 - kalení	... 14
2.2.3.2	Operace 195 - popouštění	... 15
2.2.3.3	Operace 200 - rovnání	... 15
2.2.3.4	Operace 210 - začišťování středicích důlků	... 16
2.2.3.5	Operace 260 - broušení ložiskových čepů	... 17
2.2.3.6	Operace 261 - broušení zapichovacím způsobem	... 17
2.2.3.7	Operace 290 - broušení tvaru palců	... 18
2.2.3.8	Operace 291 - frézování drážky	... 18
2.2.3.9	Operace 292 - vyhrubování a vystružování	... 19
2.2.3.10	Operace 293 - válcování závitu	... 19
2.2.3.11	Operace 294 - rovnání	... 20
2.2.3.12	Operace 295 - odjehlení palců	... 20
2.2.3.13	Operace 296 - mikrofinišování	... 20
2.2.3.14	Operace 300 - zjišťování míst indikovaných trhlin a operace 321 - demagnetizace	... 21

2.2.3.15	Operace 320 - konečné praní	... 21
2.2.4	Zhodnocení stávajícího výrobního postupu	... 22
3	Všeobecná problematika dokončovacího obrábění	... 24
3.1	Základní pojmy a vznik třísky	... 24
3.1.1	Řezání brusným zrnem	... 24
3.1.2	Řezné síly, práce a výkon	... 27
3.1.3	Tepelné jevy a vliv chladicích kapalin	... 30
3.1.4	Mikrofinišování	... 32
3.2	Hospodárné broušení nerotačních tvarů	... 34
3.2.1	Technologie broušení	... 34
3.2.2	Broušení více vaček kopírovacím způsobem	... 35
3.2.2.1	Způsob zpětného kopírování	... 36
3.2.2.2	Postupy pro úběr materiálu	... 36
3.2.2.3	Hrubovací a dokončovací broušení při jednom upnutí	... 38
3.2.2.4	Čas broušení	... 39
3.3	Vícestrojová obsluha	... 40
3.3.1	Zvláštnosti normování	... 40
3.3.2	Základní principy organizace	... 41
3.4	Rozdělení nákladů	... 42
3.5	Používané normy spotřeby času	... 43
3.6	Manipulace s materiálem	... 45
3.6.1	Zásady racionální manipulace	... 45
3.6.2	Zařízení pro manipulaci s kusovým materiálem	... 46
4	Rozbor hlavních technologií ve výrobním postupu	... 47
4.1	Brusky na nerotační tvary stavební řady C	... 47

4.2	Hrotová bruska produkční BH 25A x 1 000	... 49
4.3	Rovnání vačkových hřídelů	... 53
4.3.1	Systém firmy JUNKER	... 53
4.3.2	Systém firmy EITEL	... 54
5	Návrh racionalizace stávající výroby	... 57
5.1	Operace 200 a 294 - rovnání	... 57
5.2	Operace 210 - začišťování středicích důlků	... 58
5.3	Operace 260 a 261 - broušení ložiskových čepů	... 58
5.4	Operace 290 - broušení tvaru palců	... 59
5.5	Operace 292 - vyhrubování a vystružování	... 61
5.6	Operace 295 - odjehlování palců	... 62
5.7	Operace 295 a 294	... 64
5.8	Meziopeřační doprava	... 64
5.9	Technologický projekt mechaniky	... 67
6	Ekonomické posouzení návrhu	... 68
7	Zhodnocení a závěr	... 71
8	Seznam použité literatury	... 73
9	Seznam výkresů a příloh	... 74

0 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

v	$[m.min^{-1}, m.s^{-1}]$	... řezná rychlost
n	$[min^{-1}]$	... otáčky
s	$[mm.ot^{-1}]$	... posuv na otáčku
t_{AC}	[min]	...celkový čas zařízení na výrobu jednoho kusu
t_s	[min]	...čas strojní
$t_{A\ 101}$	[min]	...čas jednotkové práce pravidelný
$t_{A\ 102}$	[min]	...čas jednotkové práce nepravidelný
$t_{A\ 111}$	[min]	...čas jednotkové práce za klidu stroje pravidelný
$t_{A\ 121}$	[min]	...čas jednotkové práce za chodu stroje pravidelný
t_{131}	[min]	...čas jednotkové práce strojně ruční pravidelný
$t_{A\ 3}$	[min]	...čas podmíněně nutných přestávek
k_c	[-]	...procentuální přirážka k jednotkové a dávkové normě
JIN	[Kčs]	...jednorázové investiční náklady
U_R	[Kčs]	...průměrná roční úspora
M	[Kčs na 1 ks]	...úspora přímých mzdových nákladů
n_{v_r}	[ks]	...počet výrobků za rok
R	[%]	...režie

1. ÚVOD

1.1. ÚKOLY RACIONALIZACE STROJÍRENSTVÍ

O klíčovém významu strojírenství pro hospodářský rozvoj našeho socialistického státu není pochyb. 11. plenární zasedání ÚV KSČ v březnu 1978 znovu důrazně připomenulo, že na efektivním rozvoji strojírenství závisí kvalitativní úroveň výstavby i plnění nezbytných a zvyšujících se vývozních úkolů. Základní úkoly komplexního rozvoje strojírenské výroby jsou obsahem prací na dlouhodobém programu rekonstrukce a modernizace strojírenské výrobní základny. Tento program vychází bezprostředně z dlouhodobého programu rozvoje vědy a techniky v oblasti strojírenských výrobních procesů. Cílem programu je všestranný kvantitativní a kvalitativní rozvoj rozhodujících oborů strojírenství. Reálnou cestou jeho splnění je komplexní mechanizace, automatizace a integrované řízení výrobních procesů.

Z pozorování růstu produkce a počtu pracovníků vyplývá nutnost zabezpečit rozvoj strojírenské produkce růstem produktivity práce, t.j. uplatněním progresivních technologických metod, modernizací a produktivní výrobní techniky při vysoké úrovni organizace, řízení práce a procesu ve strojírenství.

Jako každý program komplexní racionalizace má i program rekonstrukce a modernizace výrobně - technické základny strojírenství část analytickou a vlastní návrh programu. Byly stanoveny základní cíle nejen k roku 1985, ale i prognostické

cíle k roku 1990.

Ve stručnosti lze uvést několik souborů základních úkolů racionalizace rozvoje strojírenství a jeho výrobní základny v kratším období do roku 1985 (ve srovnání s výchozím rokem 1976).

ÚKOLY SMĚŘUJÍCÍ KE ZLEPŠENÍ STRUKTURY PRACOVNÍCH PROSTŘEDKŮ

- snížit podíl obrábění a obráběcích strojů ve prospěch efektivnějších technologií nejméně o 7%
- zvýšit podíl poloautomatických a automatických strojů o 9% při výrazném zvýšení počtu jednoúčelových stavebnicových strojů a linek
- zkrátit průměrnou dobu používání strojů nejméně o 4 roky

ÚKOLY VEDOUCÍ K ZLEPŠENÍ STRUKTURY MATERIÁLOVÉ SPOTŘEBY

- snížit hmotnosti výrobku, zvýšit stupeň využití materiálů, vzláště legovaných ocelí a barevných kovů
- zvýšit technologické využití materiálu ze 72% (1976) na 82% až 84% v roce 1985

ÚKOLY VEDOUCÍ K LEPŠÍ STRUKTUŘE PRACNOSTI VÝROBY

- cílem je snížit pracnost v roce 1990 o 55% oproti r. 1976
- uplatnit skupinové technologie v obrábění a tváření
- uplatnit nové fyzikální principy ve strojírenské technologii

ÚKOLY K PODSTATNÉMU ZLEPŠENÍ ORGANIZACE ŘÍZENÍ KOMPLEXNÍCH VÝROBNÍCH PROCESŮ

- zvýšit podíl specializované výroby strojírenských součástí a uzlů z 9,1% na 14,5% v roce 1985 a 20% v roce 1990 z celkového objemu výroby
- pro úkoly technické přípravy výroby a pro projekčně-konstru-

kční práce využívat ve strojírenství řídící počítače

SOUBOR ÚKOLŮ PRO ZLEPŠENÍ ÚLOHY ČLOVĚKA VE VÝROBNÍM PROCESU v souvislosti s radikálními změnami techniky, technologie a organizace práce. Jde o změny ve výchovném procesu pracovníků, zlepšování sociálních vlivů a pracovních podmínek.

Znamená to tedy, že plánovaný růst objemu strojírenské produkce, v podstatě bez zvýšení počtu pracovníků, vyžaduje intenzivní modernizaci při automatizaci výrobního procesu.

1.2 ÚKOLY PRO ROZVOJ VÝROBY V N.P. LIAZ

Rovněž v n.p. LIAZ probíhá rekonstrukce a modernizace výrobní základny s cílem zajistit potřeby národního hospodářství. Na automobilech, podvozcích a agregátech n.p. LIAZ spočívá v rozhodující míře silniční přeprava nákladů a osob v ČSSR a mezinárodní přeprava nákladů. Vozový park tonáže 8 - 12 tun tvoří z 57,1% vozy ŠKODA - LIAZ a u souprav pro mezinárodní přepravu TIR dokonce 93%. Z celkového výkonu silniční přepravy v tunokilometrech bylo těmito vozy zabezpečováno v ČSSR zhruba 50%. Podle úvah Správy pro dopravu ministerstva vnitra se má dále podíl vozů ŠKODA-LIAZ zvyšovat. Ze strany zemědělských podniků se zvyšuje zájem o zemědělský vůz LIAZ-MTSP 27. Nemalý podíl mají vozy Š-L i v dopravním parku zemí RVHP. Vedle výroby nákladních automobilů zavedl n.p. LIAZ, na základě výzvy strany o pomoci průmyslu čsl. zemědělství, výrobu těžkých kolových tahačů ŠT 180 zkonstruovaných na bázi automobilních agregátů.

Vládním usnesením č.10/78 z ledna 1978 byla schválena

koncepce rozvoje výroby silničních nákladních automobilů v n.p. LIAZ Jablonec n. Nisou do roku 1990, zajišťující pokrytí požadavků národního hospodářství svými výrobky. V souladu s touto koncepcí dochází v závodech LIAZ 01,03,04 v aglomerační oblasti Jablonec n. Nisou k specifikaci výroby motoru nad 147,7 kW do 308 kW. Závod 03 LIAZ Liberec - Hanychov převzal od závodu 01 LIAZ Jablonec n. Nisou výrobu vačkových hřídelů s denní kapacitou 100 kusů. Nárůst objemu produkce a nedostatek pracovních sil vyžaduje provest rekonstrukci stávající výrobní linky /viz příloha č.v.03-300.M4/, modernizaci technologie a meziopeřační dopravy s cílem zvýšit v roce 1985 produkci o 50% při zachování stávajícího počtu (jednicových a režijních) výrobních dělníků, bez nároku na další výrobní plochy s maximálním využitím stávajícího výrobního zařízení. Znamená to tedy zvýšit výrobu na 37 000 kusů vačkových hřídelů ročně. Tomu odpovídá i podstatné zkrácení taktu linky.

Potřebný takt linky $t_{Ac} = \frac{60.F_1}{P_1} = \frac{60.3856}{37000} = 6,25$ min

kde F_1 - roční časový fond obráběcích strojů při dvousměnném provozu dle údajů GŘ ČAZ [hod.]

P_1 - výhledová roční produkce v roce 1985 [ks]

2. ROZBOR STÁVAJÍCÍHO POSTUPU A JEHO ZHODNOCENÍ

2.1 ZDROJE INFORMACÍ PRO ROZBOR

A/ Technickoorganizační podklady:

technologický postup, návodky, technickoorganizační

projekt, výkonnové normy, plán provozu, nákres linky, výrobně-technické pasporty zařízení

B/ Údaje operativně-technické evidence:
účetnictví, statistiky - údaje o využití dělníků a strojů, pracnosti, nákladech, rovnoměrnosti a rytmičnosti výroby

C/ Plánovací podklady útvarů řízení výroby:
údaje o průběžné době výrobků, o velikosti dávek, periodicitě dávek

2.2 STÁVAJÍCÍ VÝROBNÍ POSTUP

2.2.1 POLOTOVAR

Vačkový hřídel /viz příloha č.v. 1 1152 002 5 / je obroben z taženého, na měkko žíhaného materiálu 12 051.3 ČSN 42 6512.12.

Charakteristika materiálu:

chemické složení ... 0,42% - 0,5% C; 0,5% - 0,8% Mn;
0,17% - 0,37% Si; 0,04% P; 0,04%S

mez pevnosti v tahu ... σ_{pt} = 700 - 800 MPa

třída obrobitelnosti ... 12 b

Z hlediska dokončovacích operací:

materiál vhodný pro středofrekvenční kalení

materiál konečný ... 12 051.9

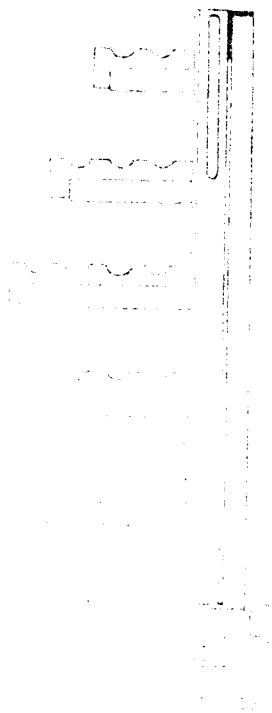
Tento tyčový materiál je z hlediska využití materiálu velmi nevýhodný, neboť hmotnost polotovaru činí 18,913 kg a konečná hmotnost vačkového hřídele je 8,050 kg.

Stupeň využití materiálu k_{VM} :

$$k_{VM} = \frac{\text{hmotnost vačkového hřídele}}{\text{hmotnost polotovaru}} = \frac{8,050}{18,913} = 0,4256 \quad [-]$$

2.2.2 MEZIOPERAČNÍ A OPERAČNÍ MANIPULACE

Ve stávajícím výrobním procesu je mezi dokončovacími operacemi používán speciální manipulační vozík /viz obr. 1/ ručně tažený.



obr. 1 Speciální manipulační vozík

Vlastní operační manipulace se provádí ručně. Práce je poměrně fyzicky namáhavá, neboť pracovník je nucen přenášet a operovat s obrobkem o hmotnosti 9,00 - 8,05 kg, což má za následek nepříznivé ovlivňování pracovní výkonnosti a podstatné prodlužování vlastní manipulace s materiálem.

2.2.3 ROZBOR JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ A VÝHLEDY RACIONALIZACE

Značením operací bude v celé diplomové práci dodržováno podle stávajícího výrobního postupu trojmístným číslem.

2.2.3.1 OPERACE 190 - kalení

Účelem této operace je indukčně kalit vačkový hřídel do hloubky (1 + 3) mm na tvrdost 60^{+2}_{-3} HRC. Kalení se provádí na zařízení PV 2. Technologická hloubka vrstvy na vačce je minimálně 1,4 mm až 0,2 mm.

Charakteristika:

chladící prostředí ... voda

tlak vody ve sprše - spodní díl sprchy ... 0,15 MPa

- horní díl sprchy ... 0,06 MPa

rotační generátor - frekvence ... (100 - 10 000) Hz

- napětí ... 420 V

- proud ... 160 A pro vačku;

... 200 A pro ložiskový čep

- buzení ... maximálně 5,0 A

teplota $(810^{+}_{-}\ 10)\ ^{\circ}C$

prodleva nahoře 3 s

prodleva dole (18 - 20) s

posuv stroje (8 - 8,5) mm . s^{-1}

Kontrola na tvrdost se provádí u každého třetího kusu. Celkový čas operace na výrobu jednoho kusu t_{AC} = 4 min.

2.2.3.2 OPERACE 195 - popouštění

Po zakalení 32 ks je třeba zavést přípravek, na němž jsou kusy uloženy, do vyhřáté pece.

Charakteristika:

teplota	(180 + 10)°C
prodleva	20 minut
materiál konečný	12 051.9

Po ukončení potřebného času na prodlevu se přípravek vyveze z pece a nechá volně zchladnout na vzduchu. Kontrola na tvrdost 60^{+2}_{-3} HRC se provádí u 3% kusů z denní dávky. Čas popouštění t_{AC} = 1,04 min.

Operace 190 - kalení a operace 195 - popouštění jsou operacemi, jejichž časy jsou vyhovující pro další zvýšení kapacity výroby. Z hlediska kvalitativního jsou tyto operace řešeny v diplomových pracech DP 1585/80 ST a DP 1573/80 ST, které se konkrétně týkají odstranění měkkých míst vačkových hřídelů a jejich kroucením po tepelném zpracování.

2.2.3.3 OPERACE 200 - rovnání

Tato operace se provádí na stroji CDC 30. Vačkový hřídel se vyrovná na maximální házivost $\pm$ 0,1 mm. Operaci je nutno provést po indukčním kalení, jímž mohlo dojít k určité deformaci, před broušením ložiskových čepů a broušením palců. Provádí se ve speciálním přípravku s odpruženými hroty, v nichž

je vačkový hřídel upnut. Pod ložiskovými čepy jsou umístěny indikátorové hodinky. Obsluha stroje si ručně pootáčí vačkovým hřídelem a kontroluje házivost. Zjistí místo maximální házivosti, jež posune pod hlavici umístěnou na silovém orgánu rovnacího stroje a ruční pákou ovládá zdvih. Tento úkon opakuje několikrát,až dojde k vyrovnání vačkového hřídele na dovolenou házivost. Otáčení vačkového hřídele i posunování stolem je poměrně snadné, ale vlastní vyrovnání potřebuje určitou zručnost a zkušenost. Je to operace, která je časově velmi obtížně normovatelná. Rovnací čas t_{AC} = 6,02 min byl stanoven z aritmetického průměru rovnacích časů, změřených pracovníky z oddělení normování práce.

Proto by bylo třeba tento nepříznivý čas snížit zakoupením stroje, který by pracoval v automatickém cyklu a dosahoval jednotnosti kvality bez ohledu na kvalifikaci operátora.

2.2.3.4 OPERACE 210 - začišťování středicích důlků po kalení

Záhlubníkem se čistí středicí důlek Ø 10 H7/60° na vrtacím stroji VS 20. Díl se upíná do svěráku, pak se přepne (otočí) a začišťuje se ručně středicí důlek Ø 14,4/60° záhlubníkovou hvězdicí. Současně s kontrolou čistoty středicích důlků trvá operace t_{AC} = 1,73 min.

Tuto operaci by bylo možno odstranit provedením chráněného středicího důlku v hrubovacích operacích.

2.2.3.5 OPERACE 260 - broušení ložiskových čepů

Broušení druhého až sedmého ložiskového čepu z průměru $50,4_{-0,1}$ mm na průměr $50^{-0,05}_{-0,07}$ mm se provádí na hrotové brusce pro postupné broušení válcových ploch BA 25 x 1000.

Parametry broušení:

přídavek na broušení ... a = 0,4 mm

otáčky obrobku ... n = 99 otáček . min^{-1}

přísuv ... h_p = 0,011 mm . ot^{-1}

počet vyjiskřovacích otáček ... n_v = 7

Provádí se brousicím kotoučem A 98 25 K 9 V (růžový umělý korund, střední zrnitosti, měkký, velmi porovité struktury s keramickým pojivem), o rozměrech 750 x 63 x 305 mm. Dosahovaná drsnost R_a se pohybuje v rozmězí 0,8 μm až 0,9 μm. U operace je používán aktivní snímač Marposs. Operace trvá t_{AC} = 5,57 min.

2.2.3.6 OPERACE 261 - broušení zapichovacím způsobem

Broušení zapichovacím způsobem se šikmým přísuvem brusného kotouče se provádí na hrotové brusce pro broušení válcových ploch BAC 25 x 1000 a používá se aktivní snímač Marposs. V této operaci se brousí přední konec vačkového hřídele z Ø $29,3_{-0,1}$ mm na Ø 28,92 h8 pro válcování závitu; dále z Ø $30,5_{-0,2}$ mm na Ø 30 r6; z Ø $36^{+0,2}$ mm na Ø $36_{-0,1}$ mm a čelo Ø 50 e8 na odstup $11,1^{+0,1}$ mm. Prvý ložiskový čep musí dosáhnout hodnoty Ø $50^{-0,05}_{-0,07}$ mm. K broušení se používá brusného kotouče A 99B 25 M 8 V (bílý umělý korund, střední zrnitosti, střední tvrdosti, velmi porovitý s keramickým

pojivem) rozměru 400 x 80 x 225 mm. Ke kontrole se používají třmenové kalibry. Celkový čas zařízení na výrobu 1 ks t_{AC} = 5,09 min.

Pro operace 260 a 261 by bylo možno použít dvoustrojové obsluhy v případě, že stroj pro operaci 260 by pracoval v automatickém cyklu.

2.2.3.7 OPERACE 290 - broušení tvaru palců

Operace se provádí na hrotové brusce pro broušení nerotačních tvarů CHŠZ - N 14 sovětské výroby. Broušení palců na průměru válcové části z Ø $34{,}6_{-0{,}1}$ mm a Ø $37{,}6_{-0{,}1}$ mm na Ø $34^{+0{,}05}_{-0{,}15}$ mm a Ø $37^{+0{,}05}_{-0{,}15}$ mm se provádí brusným kotoučem A 99B 25 J 9 V (bílý umělý korund, střední zrnitosti, měkký, velmi porovitý s keramickým pojivem), jehož rozměry jsou 600 x 35 x 305 mm. Řezné podmínky jsou podle zvoleného programu, otáčky obrobku jsou v určitém rozsahu proměnlivé (od 15 do 30 ot . min^{-1}). Čas zařízení t_{AC} = 18,71 min je velmi nevýhodný, proto se v současné době řeší dvoustrojovou obsluhou na dvou strojích CHŠZ - N 14. Pro zvýšení kapacity výroby je nutné zkrátit čas operace, nebo je třeba řešit zakoupením dalšího stroje.

2.2.3.8 OPERACE 291 - frézování drážky

Vačkový hřídel se zapolohuje do přípravku a frézuje se drážka pro Woodrofovo pero šíře 6 P9 do hloubky 22,7 hll pod úhlem 107° $45' \pm 15'$ vzhledem k ose prvního palce. Operace se provádí na frézce FA 4V s parametry:

řezná rychlost $v = 25\ m \cdot min^{-1}$

posuv $s = 0,3\ mm \cdot ot^{-1}$

otáčky $n = 320\ min^{-1}$

Provádí se kontrola vyosení drážky $\pm$ 0,02 úhlového nastavení. Čas operace $t_{AC} = 1,95$ min je krátký vzhledem k potřebnému taktu linky a nebude zřejmě třeba operaci upravovat.

2.2.3.9 OPERACE 292 - vyhrubování a vystružování

Operace se provádí na svislé vrtačce VS 20. Obráběný kus se ve svislé poloze upne do svěráku a vyhrubuje se výhrubníkem z Ø 9,6 mm na Ø 9,95 mm. Pak obsluha vymění nástroj a výstružníkem se vystružuje otvor z Ø 9,95 mm na Ø 10 H7 do hloubky 28 mm a vyfouká otvor.

Parametry:

vyhrubování $v = 17,6 m.min^{-1}$
$n = 560 min^{-1}$
$s = 0,23 mm.ot^{-1}$
$R_a = 6,3\ \mu m$

vystružování $v = 5,02 m.min^{-1}$
$n = 160 min^{-1}$
$s = 0,32 mm.ot^{-1}$
$R_a = 0,8\ \mu m$

Čas operace $t_{AC} = 1,79$ min je vyhovující, ale z hlediska obsluhy je nevýhodná výměna nástrojů mezi jednotlivými úseky operace. Vhodným přípravkem za současného vyhrubování a vystružování by se však mohl dosáhnout čas ještě podstatně kratší s odstraněním výměny nástrojů.

2.2.3.10 OPERACE 293 - válcování závitu

Vačkový hřídel se upne ve svislé poloze do přípravku a rolny válcovací hlavice vytváří závit M 30 x 1,5 Sh8.

Válcování závitu se provádí rovněž na svislé vrtačce VS 20. Provádí se kontrola každého desátého kusu. Čas operace t_{AC} = 0,85 min je velmi krátký a nebude na této operaci změna stávajícího stavu.

2.2.3.11 OPERACE 294 - rovnání

Rovnání se provádí,stejným způsobem jako v operaci 200, před mikrofinišováním na maximální házivost 0,05 mm, aby bylo možné dodržet požadovanou přesnost operace mikrofinišování. Čas t_{AC} = 6,02 min.

2.2.3.12 OPERACE 295 - odjehlení palců

V této operaci obsluha vkládá do prizmat přípravku, umístěného na pracovním stole, vačkový hřídel, jímž pak ručně otáčí, a ruční vzduchovou bruskou odjehluje hrany palců. Dále pak sráží hrany v otvoru Ø 14,4 mm; protahuje vrtákem otvory Ø 6,4 mm a vzduchovou pistolí vyfukuje nečistoty v těchto otvorech. Čas operace t_{AC} = 5,64 min by bylo možno zkrátit jednoduchým zařízením, které by vykonávalo rotační pohyb obrobku.

2.2.3.13 OPERACE 296 - mikrofinišování

Mikrofinišování povrchu palců a průměrů ložiskových čepů se provádí na mikrofinišovacím stroji Thielenhaus NW 1250 A 1 speciálními nástroji, kterými jsou kameny Atlantic (NSR) a Tyrolit (Rakousko).Kontrola Ø $50^{+0,055}_{-0,085}$ mmse provádí

třmenovým kalibrem a předepsaná drsnost povrchu R_a = 0,4 μm. Mikrofinišování je z hlediska kvality velmi výhodné, neboť hodnota drsnosti je ještě nižší než předepsaná. Laboratorní zkouškou na přístroji Hommel Tester T 3 byla zjištěna hodnota R_a = 0,2 μm. Také celkový čas t_{AC} = 1,68 min je krátký, a proto nebude operace měněna.

2.2.3.14 OPERACE 300 - zjišťování míst indikovaných trhlin a OPERACE 321 - demagnetizace se provádí společně

Operace 300 se provádí na speciálním stroji HD 1500. Do upínacích prizmat se vkládá jeden kus vačkového hřídele a přivádí se elektrický proud do magnetického jha. Pomocí vyvedené gumové hadice se vačkový hřídel polévá promíchanou detekční kapalinou INKAR (=0,02 až 0,03 kg černého magnetického prášku v 1 litru emulze, ve složení 2/3 petroleje a 1/3 transformátorového oleje) tak, aby rovnoměrně stékala po celém povrchu. Pohledem se pak provádí kontrola míst indikovaných trhlin. Intenzita osvětlení nesmí přesáhnout hodnotu 500 luxů.

V operaci 321 se 10 kusů vloží na dřevěné podložky, zasune do tunelu MDA 600. Přepínač na ovládacím panelu se přepne na 7 - 10 s do polohy "magnetizace", poté do polohy "demagnetizace". Intenzita magnetického pole by se měla pohybovat v rozmezí 3 až 10 $A \cdot mm^{-1}$. Po vysunutí z tunelu se vačkové hřídele vyfoukají vzduchem. Celkový čas operací 300 a 321 je t_{AC}= 2,00min.

2.2.3.15 OPERACE 320 - konečné praní

Do vany s naftou se vkládá 10 kusů vačkových hřídelů

a kartáčem se čistí otvor Ø 14,4 mm. Vzduchem se vyfoukají otvory Ø 6,4 mm a Ø 14,4 mm a povrch vačkového hřídele se otře do sucha. Čas operace t_{AC} = 2,41 min.

Operace 300, 321 a 320 jsou pro výrobu vačkových hřídelů nezbytné a čas t_{AC} krátký, a proto nebude třeba jejich změn.

2.2.4 ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO VÝROBNÍHO POSTUPU

Z hlediska obrábění jsou četné rezervy u jednotlivých operací. Z diagramu celkových časů strojů t_{AC} /viz obr. 2/ vyplývají možnosti zlepšení současného výrobního postupu. Další rezervy pak jsou v oblasti manipulace využitím mechanizace.

K racionalizaci dokončovacích operací bude přistoupeno zhruba v těchto směrech:

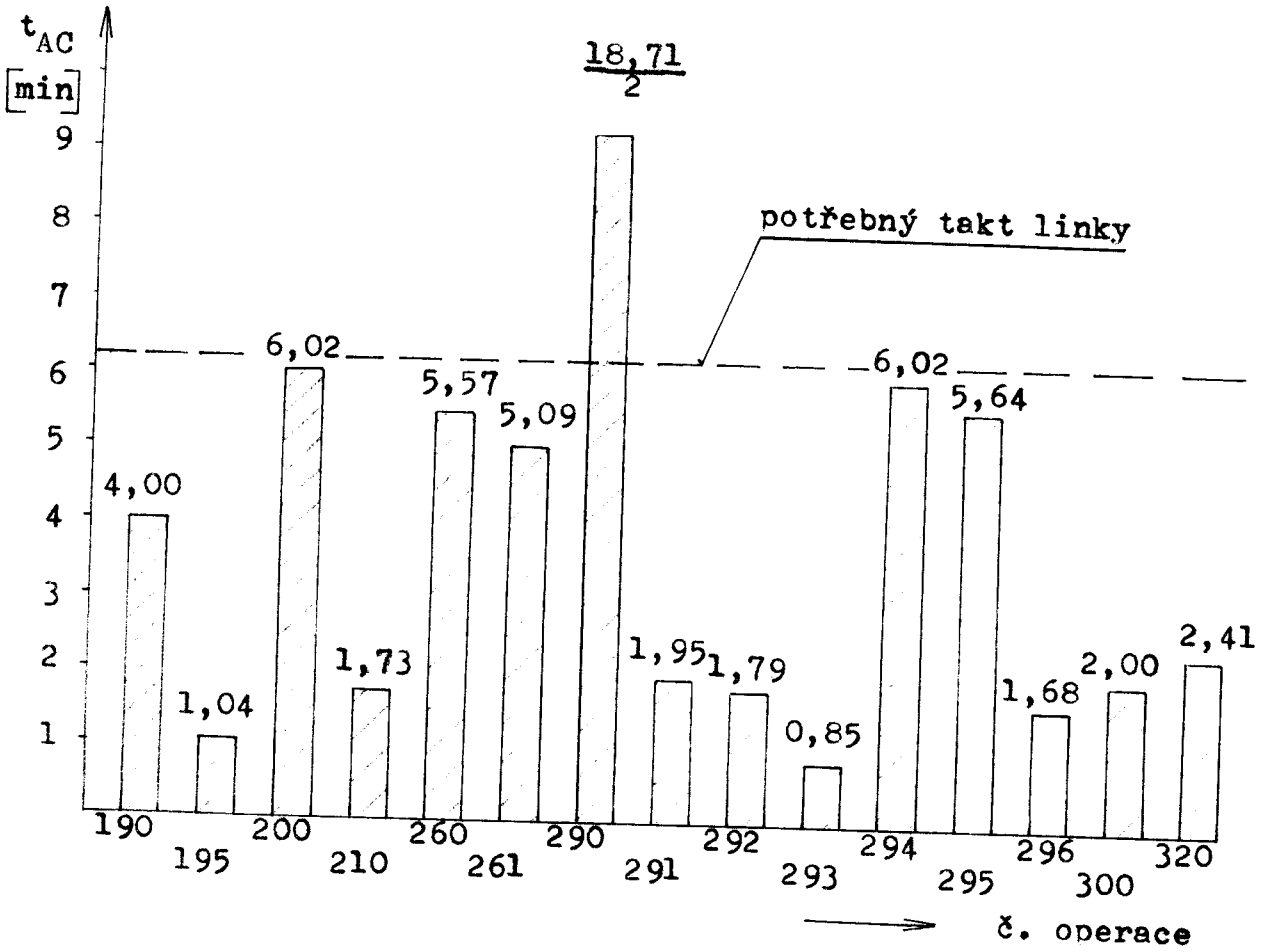
a/ zavedením nových výkonnějších strojů, které zaručí podstatný vzrůst produktivity práce

b/ na stávajících strojích změnou řezných podmínek při dodržení technologických požadavků

c/ zavedením vícestrojové obsluhy tam, kde není možné použít řešení ad b/, případně důsledným řešením vícestrojové obsluhy u rozdílných operací pro úsporu pracovních sil

d/ použitím přípravků pro upnutí více kusů za současného provádění jednotlivých úseků operací

e/ odstranění operací, pokud lze, vhodným opatřením v operacích předcházejících.



obr. 2 Celkové časy strojů t_{AC} na výrobu 1 kusu

3. VŠEOBECNÁ PROBLEMATIKA DOKONČOVACÍHO OBRÁBĚNÍ

3.1 ZÁKLADNÍ POJMY A VZNIK TŘÍSKY

Obrábění je technologický proces, kterým se vytváří požadovaný geometrický tvar součásti v předepsaných rozměrech a požadované jakosti obrobených ploch postupným odebíráním materiálu, plastickou deformací jeho povrchových vrstev nebo jiným způsobem.

Jak se materiál odebírá mechanicky ve formě třísek, tak mluvíme o řezání. Při tomto procesu se používá nástroje s pevně stanovenou geometrií řezné hrany nebo nástroje s neurčitou proměnlivou geometrií řezné hrany. Nástroje s pevně stanovenou geometrií řezné hrany mohou mít jednu nebo více řezných hran.

Samostatnou oblast dokončovacího obrábění tvoří způsoby, při kterých řezné nástroje mají určitou, přesně definovatelnou, proměnlivou geometrii řezné hrany. Tyto způsoby dávají obyčejně nejkvalitnější povrch. Zrna s řeznými hranami, které odebírají materiál ve formě jemných třísek, bývají, buď pevně vázané v nástroji, nebo jsou používány ve formě volných, nevázaných zrn rozptýlených v suspenzích nebo rozličných roztocích. Dokončovací způsoby nástroji s pevně uloženými zrny jsou broušení, honování, mikrofinišování. Mezi dokončovací způsoby s volnými zrny patří lapování, leštění, pískování.

3.1.1 ŘEZÁNÍ BRUSNÝM ZRNEM

V souladu s teorií obrábění se mluví i při řezání brusným

zrnem o hřbetní i čelní ploše. Čelní plochy jsou ty plochy brusného zrna, po kterých odchází tříska. Hřbetní plochou jsou nazývány ty části zrna, které se neúčastní na řezání a nacházejí se tedy proti čelní ploše. Řezné úhly jsou označovány, tak jako u ostatních řezných nástrojů a platí pro ně též základní vztah:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^{\circ}$$

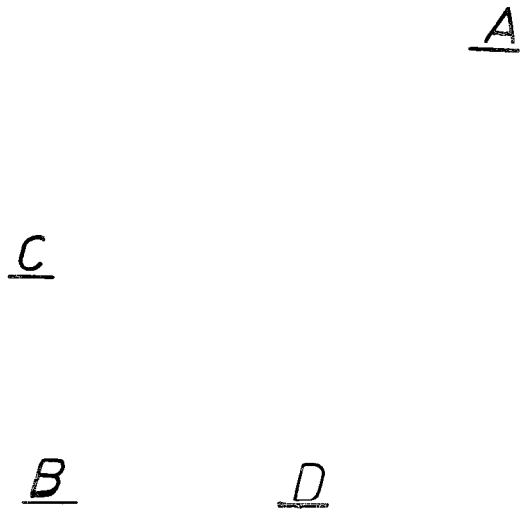
Úhel α je úhel mezi hřbetní plochou nástroje a rovinou kolmou na základní rovinu. Úhel γ je úhel mezi čelní plochou a rovinou rovnoběžnou se základní rovinou. Úhel řezného klínu β je úhel mezi čelní a hřbetní plochou.

Úhel řezu $\delta = \alpha + \beta$

Mezi odlišnosti při řezání brusnými zrny v praxi patří uplatňování převážně záporných úhlů čela. Měření a zkoušky, které prováděl Gašpárek /1/, dokazují, že úhly čela při řezání mají hodnotu -30° a více. Průměrná velikost úhlu čela mívá hodnotu asi -54°. Ve statistickém vyhodnocení se objeví i kladné úhly čela a malé záporné úhly, ale jejich četnost je nízká. Úhly hřbetu se u brusných zrn pohybují od 20° do 30°.

Podle obr. 3 je možno odvodit i zjednodušený vztah pro záporný úhel čela

$$\gamma = \arcsin \frac{\rho - h}{\rho} = \arcsin \left(1 - \frac{h}{\rho} \right)$$



obr. 3 Schema oddělování třísky brusným zrnem, kde

α - úhel hřbetu
ϱ - úhel řezného klínu
γ - úhel čela
δ - úhel řezu
ϱ - poloměr zaoblení řezné hrany
h - hloubka třísky
v - řezná rychlost
β_1 - mezní úhel deformace (bývá asi 10°)
A - brusné zrno
B - tříska
C - čelní plocha zrna
D - hřbetní plocha zrna

Je-li poloměr zaoblení řezné hrany $\varrho > h$, začne zrno klouzat po obráběné ploše a nedokonale odebírat materiál. Podmínkou dobrého řezání je tedy nerovnost $\varrho < h$. Pak klesá specifický řezný odpor a proces řezání probíhá normálně. Případ úběru materiálu kdy $\varrho > h$ je značně složitý. Zrno začne klouzat po obráběném materiálu, pokud se nezvětší hloubka třísky na $\varrho < h$, nebo pokud zrno nevnikne hlouběji do materiálu.

3.1.2 ŘEZNÉ SÍLY, PRÁCE A VÝKON

Výsledná řezná síla F, kterou musí působit nástroj, aby oddělil odřezávanou vrstvu materiálu z obrobku a odvedl ji ve formě třísky z místa řezu, je součtem dílčích sil, působících na elementární plošky dS. Podle zákona akce a reakce je tato síla v rovnováze s vektorem výsledného řezného odporu F_R, který klade materiál proti oddělení materiálu a odchodu třísky. Řezná síla je dynamický jev, v časovém sledu se neustále mění. V praxi se však chápe řezná síla F jako jev statický a bere se její střední hodnota. Výslednou řeznou sílu obyčejně rozkládáme na tři složky: axiální (osovou) sílu F_x, radiální sílu F_y a tangenciální sílu F_z. Axiální síla F_x působí ve směru osy obrobku nebo nástroje a je kolmá na směr tangenciální a radiální síly. Radiální síla F_y působí radiálně ve směru normály k obráběné ploše. Obyčejně bývá funkcí přísuvu nebo specifického tlaku, kterým je nástroj přitlačován na obrobek. Tangenciální síla F_z působí ve směru hlavního řezného pohybu, proto se též nazývá hlavní řeznou silou. Při rotačních pohybech určuje velikost kroutícího momentu, působícího na obrobek nebo nástroj. Sílu F_z při úběru brusnými zrny je možno vypočítat podle vzorce:

$$F_z = S_{ts} \cdot n_{zč} \cdot S_n \cdot k_s \qquad [N]$$

kde S_{ts} - střední průřez třísky odebíraný 1 zrnem $[mm^2]$

$n_{zč}$ - počet činných brusných zrn na 1 mm^2 nástroje

S_n - činná plocha nástroje $[mm^2]$

k_s - specifický řezný odpor $[MPa]$

V současnosti se v obrábění začínají používat na určování

řezných sil rovnice, které mají tento strukturní tvar:

$$F = c_F \cdot b^{x_F} \cdot h^{y_F} \cdot k_F \qquad [N]$$

kde c_F - materiálová konstanta

b - šířka řezu [mm]

h - hloubka řezu [mm]

k_F - opravný koeficient

x_F, y_F - součinitelé, platné pro příslušný způsob obráběni

Někdy výslednou řeznou sílu F rozkládáme se zřetelem na čelní plochu nástroje na normálovou sílu F_n a tangenciální složku F_t. Normálová síla F_n působí ve směru normály na čelo nástroje, tangenciální síla F_t je identická s průmětem čelní plochy nástroje. Schema rozkladu síly při řezání brusným zrnem je na obr. 4.

obr. 4 Schema rozkladu síly při řezání brusným zrnem

kde μ_t - úhel tření třísky po čele nástroje

μ_n - úhel tření nástroje po obrobku

Na schematu je kvůli zjednodušení zanedbaná složka řezné

síly F_x. Z obr. 4 je možno stanovit koeficient tření nástroje po obrobku μ_n i koeficient tření třísky po čele nástroje μ_t. Pro velikost koeficientu platí vztahy:

$$\mu_n = tg\,\alpha_n = \frac{F_z}{F_y} \; ; \; \mu_t = tg\,\alpha_t = \frac{F_z}{F_n}$$

Práce, která se musí vynaložit na odřezávání vrstvy materiálu z obrobku a na odstranění třísky, určuje součin řezné síly F [N] délky dráhy nástroje s_N [m] .

$$A = F \cdot s_N \qquad [J]$$

Práce potřebná na řezání se skládá ze čtyř složek:

$$A = A_{pr} + A_{pl} + A_{řez} + A_t$$

kde A_{pr} - práce na pružnou deformaci
A_{pl} - práce na plastickou deformaci
$A_{řez}$ - řezná, disperzní práce při tvorbě nových povrchů
A_t - práce na tření

Z hlediska obrábění je nejdůležitější řezná práce $A_{řez}$. Ostatní složky se projevují jako průvodní složky řezného procesu a obyčejně se přeměňují na teplo, které může za určitých okolností ovlivňovat výsledek procesu a kvalitu obrobené plochy. Poměr jednotlivých složek práce při dokončování brusnými nástroji:

$$A_{řez} : A_t : A_{pl} : A_{pr} = 60 : 23 : 12 : 5$$

Výkon obrábění ve fyzikálním smyslu vyjadřuje vztah:

$$P = F \cdot v \qquad [W]$$

kde F - řezná síla [N]
v - řezná rychlost $[m \cdot s^{-1}]$

Jestli-že v tomto vztahu se použije jako řezná rychlost obvodová rychlost kotouče v_K, získá se výkon brusného vřeteníku.

Dosadí-li se do vzorce obvodová rychlost součástky v_S nebo hodnoty jiných průvodních pohybů, dostane se výkon pracovního vřeteníku nebo příslušných pohybových mechanizmů.

3.1.3 TEPELNÉ JEVY A VLIV CHLADICÍCH KAPALIN

Tepelné jevy při dokončovacím obrábění úzce souvisí s problematikou řezných sil, práce a výkonem. Podle nejnovějších poznatků 80 - 99% spotřebované práce se přeměňuje na teplo, ovlivňující bezprostředně okolí místa řezu. Pro celkové množství tepla, které vznikne přeměnou práce řezání, je tedy možno napsat vztah:

$$Q = A \cdot p_p = F \cdot s_N \cdot p_p \qquad [J]$$

a pro množství tepla, které vznikne za jednotku času, označované též jako tepelný výkon řezání:

$$Q_p = P \cdot p_p = F \cdot v \cdot p_p \qquad [J \cdot s^{-1}]$$

ve vzorcích
- A - práce vynaložená na řezání [J]
- p_p - koeficient přeměny práce na teplo (bývá 0,8 až 0,99)
- F - výsledná řezná síla [N]
- s_N - délka dráhy nástroje [m]
- P - řezný výkon [W]
- v - řezná rychlost [$m \cdot s^{-1}$]

Značné množství tepla vzniká hlavně při broušení, při kterém řezné hrany s negativními úhly čela odebírají velmi malé třísky za vysokých řezných rychlostí. Vznik velkého tepla v místě řezu nezpůsobuje však jen samotná řezná práce při úběru a deformaci třísek, ale i při tření mezi zrnem, pojivem, třískou a povrchem součásti. Nejnovější výzkumy ukazují, že teplota v místě řezu při broušení dosahuje 1 200 - 1 800°C. Protože záběrové časy brusných zrn jsou krátké, hloubka vrstvy,

ohřáté na vysokou teplotu, je velmi malá. Vyhřátí brusné plochy je obyčejně provázeno poklesem tvrdosti, vznikem vnitřního napětí nebo trhlinek. Dochází i k tepelné dilataci obrobku, která snižuje dosažení přesných tvarů a rozměrů součásti. Teplota řezání je přímo úměrná řezným silám, případně úběrovým hodnotám. Jestliže některý parametr způsobuje zvýšení úběru, obyčejně zvyšuje i teplotu řezání. Při řezání nástroji s neurčitou geometrií řezné hrany výšku teploty přímo úměrně ovlivňuje velikost síly F_y, tvrdost nástroje, velikost zrna a řezná rychlost.

Při obrábění platí fyzikální zákony o přechodu tepla z míst s vyšší teplotou na místa s nižší teplotou. V místě řezu existuje tepelný spád od ohnisek vzniku tepla do okolního prostředí. Pro celkové množství tepla, vznikajícího v místě řezu Q_c platí vztah:

$$Q_c = Q_o + Q_{ch} + Q_t + Q_n \qquad [J]$$

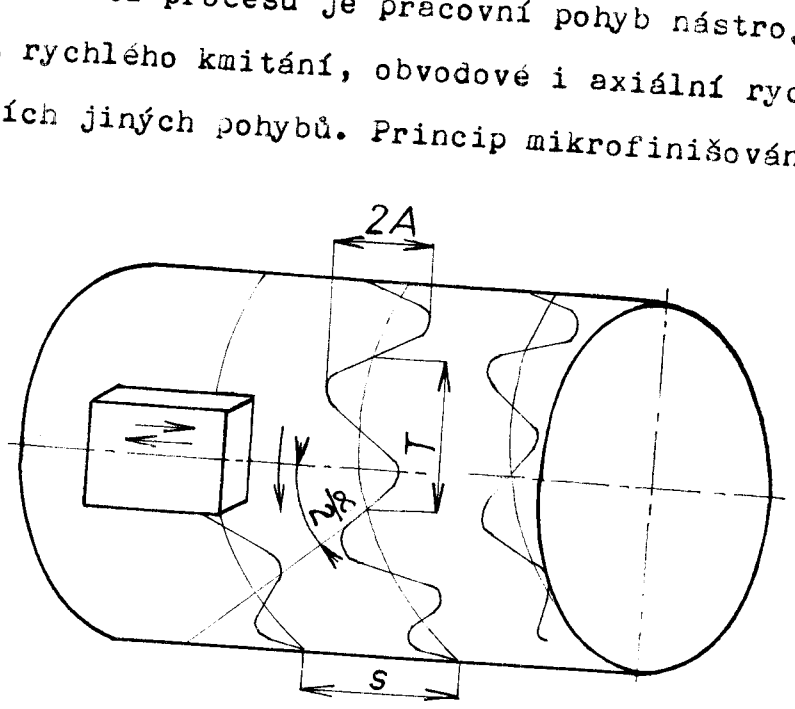
kde Q_o - je teplo odvedené do hmoty obrobku
Q_{ch} - teplo odvedené do chladící kapaliny a vzduchu
Q_t - teplo odvedené do tvořící se třísky
Q_n - teplo odvedené do nástroje

Je zřejmé, že nejvýhodnější podmínky obrábění budou takové, při kterých teplo Q_o bude minimální. Splnění této podmínky lze nejvýhodněji realizovat použitím vhodných chladicích kapalin. Příznivé působení řezné kapaliny na průběh řezného procesu se projevuje mazacím, chladicím a čisticím účinkem. Mazací účinek je schopnost snižovat v procesu řezání řezné síly, tření mezi nástrojem a obrobkem i nástrojem a třískou. Chladicí účinek se užívá na odvod tepla, vznikajícího v řezné oblasti.

Čisticí účinek kapalin se projevuje schopností odvádět nečistoty a třísky z místa řezu. Tento účinek má hlavní význam zvláště při dokončovacích operacích, kde každá větší tříska nebo jiné tvrdší cizí tělísko v aktivní zóně zhoršuje kvalitu povrchu. Nejlepší čisticí účinek mají kapaliny s malou viskozitou.

3.1.4 MIKROFINIŠOVÁNÍ

Mikrofinišování je způsob jemného dokončování povrchu strojních součástí jemnozrnými kameny při nízké řezné rychlosti (přibližně 15 m . min^{-1}) a malých specifických tlacích nástrojů na obráběnou plochu (asi 0,05 - 0,30 MPa). Patří k nejdokonalejším způsobům dokončovacího řezání brusnými nástroji, který umožňuje dosáhnout drsnost povrchu R_a=0,025 μm. Zvláštností procesu je pracovní pohyb nástrojů, který se skládá z rychlého kmitání, obvodové i axiální rychlosti, případně dalších jiných pohybů. Princip mikrofinišování znázorňuje obr.5.



obr. 5 Schema kinematiky mikrofinišování

kde $2A$ - velikost amplitudy kmitů [mm]
T - perioda kmitů [min]
s - posuv hlavice na jednu otáčku součásti [mm.ot^{-1}]
$\alpha/2$ - úhel sklonu směru řezné rychlosti k ose součásti [°]

Kinematiku procesu určuje obvodová rychlost v_o, axiální rychlost v_a označovaná též jako posuv hlavice s, velikost amplitudy kmitů 2A a frekvence kmitů f_k. Kinematika se v podstatě shoduje s kinematikou vibračního honování. Obvodovou rychlost je možno určit ze vzorce:

$$v_o = \frac{\pi D(n_1 + n_2)}{1\,000} \quad [m \cdot min^{-1}]$$

kde D - průměr součásti [mm]
n_1 - otáčky mikrofinišovací hlavice [min^{-1}]
n_2 - otáčky součásti [min^{-1}]

axiální rychlost dle vztahu:

$$v_a = \frac{s.n}{1\,000} = \frac{2z.L_z}{1\,000} \quad [m \cdot min^{-1}]$$

kde s - posuv hlavice na otáčku [mm.ot^{-1}]
n - otáčky [min^{-1}]
z - počet dvojzdvihu hlavice [min^{-1}]
L_z - délka zdvihu mikrofinišovací hlavice [mm]

střední rychlost kmitání dle vzorce:

$$v_k = \frac{2A\ f_k}{1\,000} = \frac{2A}{1\,000T} \quad [m \cdot min^{-1}]$$

kde $2A$ - velikost amplitury kmitů [mm]
f_k - frekvence kmitů [min^{-1}]
T - perioda kmitání [min]

Mikrofinišování je vlastně jemné honování s dalšími přídavnými kmity řezného nástroje. V porovnání s klasickým honováním se však pracuje s menšími specifickými tlaky a řeznými

rychlostmi, v důsledku čehož je nižší úběr materiálu. Mikrofinišování proto obyčejně neodstraní nekruhovitost a odchylky od válcovitosti, dosáhneme však dokonalý povrch zrcadlového lesku. Při klasickém mikrofinišování dle obr. 5 nástroj často mění směr relativního pohybu. Tím mění i řezné hrany, na procesu se účastní velké množství brusných zrn, což je přednostní mikrofinišování.

Pracovní proces bývá velmi krátký, trvá jen 20 - 60 s. Přídavek nechaný na úběr mikrofinišování bývá 3 - 10 μm na průměr.

Mikrofinišovacími nástroji jsou držáky s přilepenými brusnými kameny, diamantovými lištami nebo tyčinkami, z jiných brusných nových materiálů (na př. nitridů bóru), přitlačované pružinami k mikrofinišované ploše. Držák vykonává kmitavý pohyb způsobený mechanickým, pneumatickým, hydraulickým, elektromagnetickým zdrojem kmitů.

Při volbě tvrdosti mikrofinišovacích kamenů se vychází ze všeobecně platných zákonitostí dokončovacích brusných procesů, podle kterých tvrdší kameny se volí na obrábění měkčích materiálů a naopak. Též pro mikrofinišování platí, že větší zrno zvyšuje úběr, ale zhoršuje drsnost povrchu.

Životnost mikrofinišovacích kamenů bývá vysoká.

3.2 HOSPODÁRNÉ BROUŠENÍ NEROTAČNÍCH TVARŮ

3.2.1 TECHNOLOGIE BROUŠENÍ

Existují různé způsoby výroby nerotačních tvarů. Jednoduché tvary se dají vyrábět tak, že nástroj je ovládán

šablonou. Nevýhoda tohoto způsobu je, že požadované přesnosti nemohly být dosaženy při běžných časech broušení, protože ovládání tak velké hmotnosti jakou představuje vřeteník s brusným kotoučem je obtížné (velké setrvačné síly). Zde se totiž pracuje zpravidla s delšími časy a většími tolerancemi. Geometricky určité tvary lze vyrábět bez šablon prostřednictvím mechanického pohonu, kopírovací způsob při tom koná nástroj. Třetí variantu představují numericky řízené stroje. Také zde je ovládán nástroj. Tyto stroje pracují v porovnání velmi pomalu a hodí se proto pro výrobu prototypů, vzorových tvarů nebo pokusných výrobků. V dnes používaných kopírovacích způsobech v hromadné výrobě vykonává kopírovací pohyb obrobek.

3.2.2 BROUŠENÍ VÍCE VAČEK KOPÍROVACÍM ZPŮSOBEM

Polotovar se o proti bruskám pro broušení válcových ploch neupíná na saně pevně, nýbrž na podélně a výkyvně pohyblivém stole. V jedné ose s polotovarem a polohou odpovídající poloze jednotlivých vaček jsou upnuty řídící kotouče(vzorové šablony,vačky). Jsou uspořádány v pevném svazku. Kopírovací řídící kotouč se při broušení dotýká válcové vodicí kladky a udílí tak polotovaru požadovaný výkyvný pohyb, podle kterého se vybrousí správný tvar vačky. Pro odebírání třísky se nastavuje brusný kotouč jako u broušení válcových ploch. Přechod z jednoho broušeného místa k druhému a přepínání na příslušný řídící kotouč se děje automaticky.

3.2.2.1 ZPŮSOB ZPĚTNÉHO KOPÍROVÁNÍ

Výroba tvaru na řídícím kotouči se děje tak zvaným zpětným kopírováním. Tvar může být vyroben na stejném stroji pomocí zvláštního příslušenství anebo může být kopírován. Většinou je však nehospodárné provádět zpětné kopírování sad řídicích kotoučů na produkčním stroji, a proto se tato práce vykonává velmi často u výrobců strojů na zvláštních strojích. Co možná nejpřesněji **vyrobený řídicí kotouč se upne mezi hroty,** kde jinak je upnut obráběný kus. Na místo brusného kotouče se upne vodicí kladka stejného průměru. Řídicí kotouč s výkyvným stolem se k této kladce přistaví. Výkyvný pohyb stolu je vyvozen odtlačováním řídicího kotouče od vodicí kladky a řídicí kotouč je poháněn. U zpětného kopírování je místo malé kladky brusný kotouč stejného průměru, který vytváří tvar řídicího kotouče. Nachází-li se na jednom vačkovém hřídeli více vaček stejného tvaru, pouze vůči sobě pootočených, vyrábějí se další řídicí kotouče tak, že se řídicí kotouč v dělicí hlavě pomocí nonia pootočí o příslušnou úhlovou hodnotu. Liší-li se tvary vaček musí být upnut jiný řídicí kotouč. Úzkými výrobními tolerancemi a pečlivostí výroby je umožněna vyměnitelnost řídicích kotoučů u různých strojů stejného druhu. Aby bylo zabráněno zanešení nebo poškození ložisek hřídele řídicích kotoučů, vyměňuje se sada řídicích kotoučů spolu s hřídelem a uložením kompletně.

3.2.2.2 POSTUPY PRO ÚBĚR MATERIÁLU

Podle obráběného materiálu, odebíraného objemu, požadovaného povrchu, tepelného zpracování a dalších podmínek se musí

volit postup výroby.

U některých výrobků se musejí před dokončovacím broušením vykonat ještě operace, jako jsou kalení, rovnání a broušení průměru pro ložiska. V těchto případech se tvar vačky vyhrubuje. Přitom mohou být vlivem příslušného tvaru brusného kotouče zbroušeny hrany vačky. Hrubování se většinou děje při obvodových rychlostech brusného kotouče od 45 do 60 $m.s^{-1}$. S těmito obvodovými rychlostmi konkuruje broušení soustružení nebo frézování. mnohdy má bruska převahu, protože náklady na výrobu jsou nižší a tvar vyhrubované vačky se vyrobí přesněji. Vycházíme-li z tohoto, lze tedy také vyrobit přesnější tvar hotové vačky. Podle materiálu výrobku mohou být rychlosti radiálního posuvu od 10 - 30 mm . min^{-1}. Při dohotovování nepřekročí obvykle obvodová rychlost 45m . s^{-1}. Vyšší obvodové rychlosti se již nevyplácejí, protože vyšší náklady s tím související již nejsou vykompenzovány kratší dobou broušení nebo lepší kvalitou výrobku. místní ohřátí obrobku při obvodových rychlostech nad 45 m . s^{-1} lehce způsobuje trhliny nebo změknutí povrchu. Toto je částečně zapříčiněno také nutnými nízkými otáčkami obrobku. Zvlnění povrchu je při vyšších obvodových rychlostech větší i při lepším vyvážení. Aby byla dodržena co nejlepší kvalita povrchu, neměl by přídavek na dokončovací broušení přesáhnout 0,2 - 0,5 mm na průměr. Jinak i při nejlepším chlazení může dojít k výskytu spálených míst a u kalených výrobků změknutí povrchu.

Tyto problémy broušení kalené oceli jsou pak zvýrazňovány specifickými kinematickými podmínkami vzájemného styku brusného kotouče s neokrouhlým tvarem vačky. Nejčastěji se

trhlinky vyskytují na tangentě (přechodu) k obloukům vačky. V těchto místech má obrobek při zapichovacím způsobu broušení složité kinematické poměry. Horák /2/ tyto trhliny nazývá tak zvanými trhlinami třetího typu, zasahující do hloubky několika setin milimetrů. Trhliny vznikají nesprávným tepelným zpracováním a následujícím nevhodným broušením, při čemž dochází v povrchové vrstvě obrobku k tahovým napětím, která způsobují vznik těchto trhlin.

Kinematické poměry při broušení vaček jsou z hlediska vzniku zbytkového napětí a trhlin krajně nepříznivé. Platí to zejména o broušení přechodových částí neokrouhlého tvaru především velkých vaček, které se brousí na univerzálních hrotových bruskách. U přechodových částí tvaru dochází vlivem jeho proměnné křivosti k podstatným rychlostním změnám obrobku. Při styku brousícího kotouče s neokrouhlým tvarem vačky s konstantní úhlovou rychlostí obrobku dochází k výraznější změně jeho obvodové i přísuvové rychlosti. Změnami tečné i normálové složky rychlosti obrobku spolu se zvětšením plochy styku brusného kotouče s obrobkem se zvyšuje množství tepla přecházejícího do obrobku.

3.2.2.3 HRUBOVACÍ A DOKONČOVACÍ BROUŠENÍ PŘI JEDNOM UPNUTÍ

Hlavní a vedlejší časy se dají dále zkrátit již jen změnou postupu. Při vyhrubování a dokončovacím broušení při jednom upnutí se může hlavní a vedlejší čas podstatně zkrátit.

Při hrubování se brusný kotouč hrubě orovná a při zpětném pohybu na začátek druhé operace (dokončování) se kotouč jemně

orovná. Protože mezi jednotlivými operacemi nenásleduje změna upnutí, může se velkými posunovými rychlostmi hřídel vyhrubovat s přídavkem jen 0,1 - 0,2 mm. Tento malý přídavek ušetří čas při dokončovacím broušení. Velmi vysoká přesnost tvaru vačky a dobrá kvalita povrchu jsou další předností tohoto způsobu výroby. Při použití tohoto způsobu se podle potřeby pracuje s obvodovou rychlostí 60 m . s^{-1}. Dovoluje-li to tvar vačky, tak by tato rychlost měla být zachována i při dokončovacím broušení. Snížení obvodové rychlosti na 45 m . s^{-1} nebo případně 30 m . s^{-1} je umožněno a podle tvaru vačky a materiálu vačky, je někdy nutné.

3.2.2.4 ČAS BROUŠENÍ

Doba broušení je závislá na materiálu obrobku, přípustné drsnosti tvaru vačky a přídavku na broušení. Zrnitost brusného kotouče je hlavně určena přípustnou drsností povrchu. Orovnáním se mění drsnost jen v určitých mezích. Vazebný materiál brusného kotouče je závislý na materiálu obrobku a jeho tvrdosti. Je-li zvolena příliš veliká posuvová rychlost, stoupne přítlak brusného kotouče na obrobek příliš vysoko. Potom vznikou příliš veliké rozměrové a tvarove odchylky. Při hrubování musí být brusný kotouč vlivem posuvové rychlosti značně namáhán, aby nastal samoostřící efekt, který je způsoben vylamováním opotřebených brusných zrn. Počet otáček obrobku je určen křivkou zrychlení povrchu vačky. Při příliš vysokých hodnotách zrychlení nestačí čas k dostatečnému úběru materiálu, kromě toho naráží řídicí kotouč na vodicí kladku. Pak se musí obrobek

otáčet pomaleji. Přesné stanovení časů a druhů brusných kotoučů lze provést jedině technologickými zkouškami broušením.

Jak uvádějí Mai a Liebler /8/ mohou pro stroje firmy Schaudt (řady C5 a C7) za směrné hodnoty u ocelových hřídelů sloužit časy 18 - 36 s na jednu vačku. K těmto základním hodnotám přísluší vedlejší čas při broušení v jedné operaci přibližně 50% z udaných hodnot. Při broušení ve dvou operacích 80% uvedeného času. Použije-li se dvou brusných operací, t.j. hrubování a dokončovací broušení, potom přídavky pro ocelové hřídele jsou v rozsahu 1 - 2 mm na průměr.

3.3 VÍCESTROJOVÁ OBSLUHA

3.3.1 ZVLÁŠTNOSTI NORMOVÁNÍ

Při vícestrojové obsluze je několik plně nebo částečně automatizovaných strojů spojeno v jedno pracoviště, přidělené k obsluze jednomu nebo několika pracovníkům, přičemž počet strojů na vícestrojovém pracovišti je vždy větší, než počet pracovníků obsluhujících stroje.

Pod zkráceným označením "obsluha", se rozumí ruční přemísťování zpracovaného materiálu (na př.vkládání,upínání,odepínání), po případě ruční přemísťování orgánům stroje (na př. regulace chodu stroje). Tedy vykonávání úkonů, které nejsou automatizovány a opakují se pravidelně, odstraňování poruch technologického procesu, jako jsou závady při zpracování některých ne zcela homogenních materiálů nebo drobných závad stroje, které se sice vyskytují nepravidelně, ale se zjistitelnou průměrnou četností.

3.3.2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY ORGANIZACE

Uplatňováním mechanizace a automatizace se přenáší ruční práce na stroj, čímž se urychluje výrobní proces, zvyšuje produktivita práce a při mnohých úkonech se dělník zprošťuje nutnosti pracovat společně se strojem. Tím vznikají ve větší míře přestávky v práci dělníka, způsobené čekáním na skončení automatického chodu stroje. Těchto přestávek využívá dělník k vykonávání další práce, na př. k provedení některých pracovních úkonů za automatického chodu strojů, jako je úprava a kontrola předmětu práce. Podstata obsluhy několika současně pracujících strojů, čili souboru strojů, je tedy v tom, že pracovník provádí ruční úkony obsluhy na některém stroji z obsluhovaného souboru, zatím co ostatní stroje souboru pracují automaticky. Čím je delší čas automatického chodu stroje v poměru k délce času dělníka, čili čím je větší míra automatizace, tím více může dělník takových strojů současně obsluhovat a tím také může podstatněji zvýšit produktivitu své práce a urychlit amortizaci strojů. Je zřejmé, že je třeba usilovat o to, aby poměr času ručních úkonů k času automatického chodu stroje a tím i jeho podíl v čase operace se zmenšoval. Je však neúčelné, aby mimo zvláštní případy se tento podíl zmenšoval umělým prodlužováním času automatického chodu stroje.

Proto je potřebné zdokonalovat uspořádání práce a pracoviště, aby čas i námaha, které musí dělník vynakládat na jednotlivé úkony spojené s obsluhou, byly co nejmenší.

3.4 ROZDĚLENÍ NÁKLADŮ

Náklady dělíme na přímé a nepřímé.

Přímé náklady jsou takové náklady, jejichž objem na jeden výrobek můžeme přesně určit a dělí se dále na náklady materiálové (náklady na polotovar) a náklady mzdové (mzdy dělníků pracujících na daných strojích přímo při opracování výrobku). Tyto náklady určujeme na jednici výrobků.

Nepřímé náklady jsou všechny náklady, které nemůžeme na jednici výrobků přesně určit. Patří sem na př. mzdy správního aparátu, seřizovačů, údržbářů a pod. Velice široký rozsah je i v materiálové oblasti na př. náklady na mazací oleje, chladicí kapaliny; odpisy základních prostředků. Tyto náklady musí přejít též do hodnoty výrobku. Vyjadřují se ve formě procentuální režijní přirážky R a označuje se též jako výrobní (provozní) režie. Obsah správní režie je obdobný obsahu výrobní režie s tím rozdílem, že jde o tytéž nákladové druhy, avšak související s řízením a správou podniku nebo závodu jako celku.

Výpočet vlastních nákladů lze vyjádřit dle vzorce:

$$N = A_j + M \left(1 + \frac{R}{100} \right)$$

kde N - vlastní náklady [Kčs na jednici]
A_j - náklady na jednici materiálů [Kčs na jednici]
M - jednicové mzdy výrobních dělníků [Kčs na jednici]
R - režie [%]

$$M = \frac{M_d \cdot t_{AC}}{60}$$

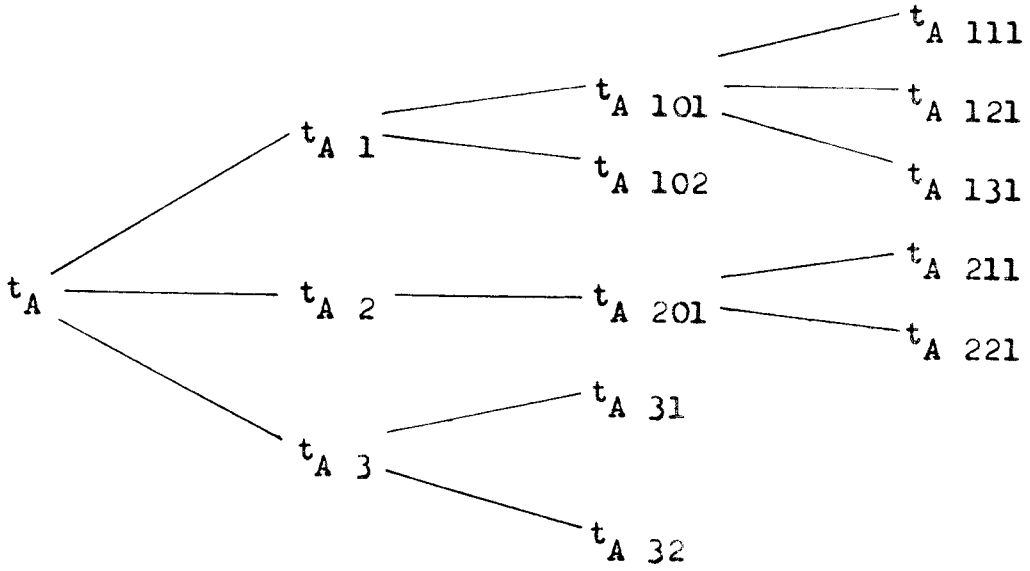
kde t_{AC} - celkový čas práce výrobního dělníka na jednici [min]
M_d - mzdový hodinový tarif dělníka [Kčs za hodinu]

3.5 POUŽÍVANÉ NORMY SPOTŘEBY ČASU

Pro určení přímých nákladů je velice důležité určit mzdové náklady. Ty se určují u dělníků, pracujících v úkolové mzdě, z norem spotřeby času. Aby bylo možné zjistit celkovou spotřebu času, je nutné určit jednotlivé normy spotřeby času. Obecné značení jednotlivých časů: $t_{v\ xyz}$ [min]

kde v ... A - norma jednotkového času
B - norma dávkového času
C - norma směnového času
x ... 1 - čas jednotkové práce
2 - čas obecně nutných přestávek
3 - čas podmíněně nutných přestávek
y ... 1 - čas práce za klidu stroje
2 - čas práce za chodu stroje
3 - čas práce strojně ruční
0 - čas celkové práce
z ... 1 - pravidelný
2 - nepravidelný

Schema rozdělení jednotkového času:



Norma jednotkového času t_A zahrnuje potřebný čas pracovníka, který souvisí s vykonáním celé operace předepsané technologickým postupem. Norma času se sestavuje z časů na dílčí úkony jako upínání, odepínání součástí, najíždění suporty, spouštění a zastavování stroje atd.

Čas jednotkové práce pravidelný $t_{A\ 101}$ zahrnuje čas pracovníka, který potřebuje pro vykonání předepsaného množství práce a vyskytuje se pravidelně u každého kusu nebo jedenkrát pro předem stanovený počet kusů.

Čas jednotkové práce nepravidelný $t_{A\ 102}$ je čas obsluhy, který se vyskytuje nepravidelně, nelze jej předem u určitého kusu výrobku určit, má však přímý vztah k provedené operaci a zajišťuje technologický průběh operace. Jedná se o výměnu otupených nástrojů, malé poruchy na stroji a pomůckách. Započítává se do normy spotřeby času t_A v procentech z časů strojních a strojně ručních ($t_s + t_{A\ 131}$).

Čas jednotkové práce za klidu stroje pravidelný $t_{A\ 111}$ zahrnuje čas na pracovní úkony uvnitř operace, které jsou prováděny za klidu stroje, kdy není nástroj v záběru s obrobkem. Patří sem upínání a odepínání obrobku, manipulace se suporty a s koníkem, spouštění a zastavení stroje, upnutí a odepnutí nástroje, vyskytuje-li se jako úkon u operace, měření rozměrů.

Časem jednotkové práce za chodu stroje pravidelným $t_{A\ 121}$ se rozumí úkony, které se provádějí nebo které lze provádět během automatického chodu stroje (t_s). Je to v prvé řadě dohled nebo aktivní pozorování provádění práce, kontrolní měření rozměru předchozího kusu, lisování na upínací trn a pod.

Čas jednotkové práce strojně ruční pravidelný $t_{A\ 131}$ je

čas, kdy je nástroj při obrábění v řezu. Hlavní řezný pohyb je vykonáván strojem a posuv do řezu vykonává dělník. Vyskytuje se hlavně u vrtání, vyhrubování a vystružování.

Čas podmíněně nucených přestávek $t_{A\,3}$ je čas nečinnosti dělníka, který lze při provedení potřebných organizačních podmínek využít na jinou produktivní práci. Nastává převážně v době automatického chodu stroje ($t_{A\,32}$) nebo i za klidu stroje ($t_{A\,31}$), kdy na př. při upínání těžkých součástí čeká dělník na přijetí jeřábu.

Strojní čas t_s je čas automatického chodu stroje, který vzniká odebíráním třísky obrobku při zapnutém strojním posuvu. Vypočítává se z technologických podmínek.

Čas dávkové práce t_B se při práci na lince téměř nevyskytuje.

Čas směnové práce t_C se zahrnuje ve formě přirážky k času t_A.

Celkový čas zařízení na výrobu jednoho kusu:

$$t_{AC} = t_A \cdot k_c \qquad [min]$$

kde k_c - procentuální přirážka k jednotkové a dávkové normě [-]

3.6 MANIPULACE S MATERIÁLEM /3/

3.6.1 ZÁSADY RACIONÁLNÍ MANIPULACE

1. Zásada přímých a nejkratších cest je základní podmínkou ke zkracování průběžných dob, jejichž délka je především ovlivněna manipulačními operacemi.

2. Zásada vyloučení zbytečných manipulací, t.j. zmenšení počtu manipulací s materiálem v celém výrobním postupu. Rozhodující význam při prosazování této zásady má organizace práce a pracovišť.

3. Zásada zajištění rytmičnosti, nepřetržitosti a plynulosti materiálového toku lze dosáhnout sladěním výkonů manipulačních a technologických zařízení, rovnoměrnou rychlostí a přímočarostí materiálového toku.

4. Zásada postupné mechanizace manipulace. Uplatňováním této zásady se získá podstatné zvýšení produktivity práce, omezuje nebo úplně odstraňuje práce zdraví škodlivé, nebezpečné a velmi namáhavé. Dodržování této zásady však neznamená mechanizaci za každou cenu, na př. s maximálními nároky na novou techniku. Je třeba přesvědčit se, zda dosud používaná zařízení jsou plně využita, zda se uvažuje o použití výhodnějších nových typů manipulačních zařízení. Je třeba zvážit všechny technické a ekomické činitele, které jsou pro využití nových zařízení rozhodující.

5. Zásada vhodných pracovních podmínek a bezpečnosti práce. Dodržováním této zásady se vytvoří podmínky pro bezpečnou práci.

3.6.2 ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S KUSOVÝM MATERIÁLEM

Ze zařízení pro manipulaci s kusovým materiálem by pro případ linky vačkových hřídelů mohl přijít v úvahu podvěsný dopravník. Zaujímá menší podlahovou plochu než ostatní zařízení a lze ho zastavět do stávajícího provozu.

Podvěsné jednokolejnicové dráhy jsou, zejména v poslední době, téměř klasickým velmi zdokonaleným prostředkem. Vyrábějí se s pojízdnými elektrickými kladkostroji nebo staženými vozíky, výhybkami, odstavnými drahami, se spuštěnými úseky. Řízení nosiče břemen (vozíku) je mechanické, pneumatické, hydraulické,

elektrické, optické i kombinované. Systém řídí vlastní mikropočítač nebo je zapojen na centrální řídící počítač. Systém je velmi pružný a lze jej kombinovat s výtahy, válečkovými a pásovými. Nezatěžuje výrobní a dopravní manipulační plochy. Umožňuje automatické propojení v nepříliš velkých vzdálenostech od skladu výchozích surovin přes výrobu až do skladu hotových výrobků. V minulosti u nás VÚMA vyvinula obdobný systém, který se však nevyrábí. Odvěsná dráha se vyrábí pouze na zakázku.

4 ROZBOR HLAVNÍCH TECHNOLOGIÍ VE VÝROBNÍM POSTUPU

4.1 BRUSKY NA NEROTAČNÍ TVARY STAVEBNÍ ŘADY C /9/

Tyto stroje byly poprvé uvedeny v Hannoveru v r. 1973 a jejich koncepce je založena na vývoji strojů NWS a ACN. Technická data strojů, které připadají v úvahu pro broušení vačkového hřídele motoru M 634 :

C5 pro více tvarů vaček na jedno upnutí -

Ø brusného kotouče	-	600 mm
výška hrotů nad ložem	-	75 (95) mm
vzdálenost hrotů	-	500;800;1 300 mm
maximální zdvih vačky	-	12 (30) mm

C7 pro více tvarů vaček na jedno upnutí -

Ø brusného kotouče	-	750 mm
výška hrotu nad ložem	-	75 mm
vzdálenost hrotů	-	500;800;1 300 mm
maximální zdvih vačky	-	12 (30) mm

Z řady strojů by připadal v úvahu pro objednávku stroj C5, určený pro broušení více tvarů vaček na jedno upnutí.

Vybavení: možnost práce zapichovacím způsobem, s automatickým hydraulickým přemisťováním saní obrobku a s kompen-

zací na opotřebení brusného kotouče, vhodný pro sériovou výrobu.

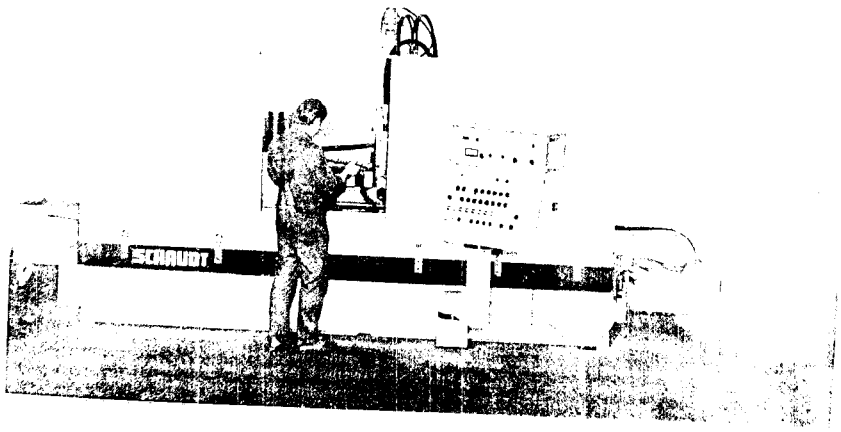
Nebo bruska C7 určená pro broušení více tvarů vaček při jednom upnutí.

Vybavení: samostatný posuv saní obrobku, s kompenzací na opotřebení brusného kotouče, možnost připojení přípravků pro výměnu obrobku; pro hromadnou výrobu v automobilním průmyslu, pro vysokorychlostní broušení.

Kostrukce strojů byla řešena s ohledem na tuhost, chování při kmitání a tlumení chvění. U brusek C5 a C7 pro broušení více tvarů vaček je vřeteník řídicích kotoučů stejný a provádí se ve třech provedeních. Pro 18, 26 nebo 34 řídicích kotoučů. Přísuv brusného vřeteníku se děje elektricky krokovým motorem. Rychloposuv je zpravidla hydraulický. Příslušenství mezi řadou C5 a C7 je vyměnitelné. U obou typů je vždy jeden stroj, který může pracovat systémem vysokorychlostního broušení a stroj na hrubování a na dokončování při jednom upnutí. Tyto stroje jsou určeny pro hromadnou výrobu. Tím je umožněno řetězení těchto strojů do automatických linek. Řídicí systém strojů může být křivkový nebo číslicový.

U řady C7 je při velkém úběru materiálu velké tepelné zatížení vlivem vysokorychlostního broušení, a proto je stroj vybaven rámem, který je chlazen středovým kanálem. U řady C7 je při broušení vaček umožněno nasazení sledovacího aktivního systému, který se skládá z jednobodové měřicí hlavice s iduktivním čidlem, řídicího měřicího přístroje a krokového motoru s ovládacím přístrojem. Měření nemůže být uskutečněno na celém

obvodu, proto se uskutečňuje jen v určitém definovaném místě. Korekce se pak děje v závislosti na přesně stanovené hodnotě v malých krocích. Měřicí hlavice je umístěna na výkyvném stole a měření se uskutečňuje o 3/4 otáčky dříve než broušení. Mezi tím dojde k jistému posuvu, jehož hodnota je korigována automaticky. Po dosažení přesné hodnoty se sledování aktivním systémem vypne. Toto aktivní měření se děje jen u prvního profilu, u ostatních shodných profilů se najíždí do konečné hodnoty zjištěné u profilu prvního. U dalšího obrobku se toto sledování opakuje stejným způsobem.



obr. 6 Bruska stavební řady C7

4.2 HROTOVÁ BRUSKA PRODUKČNÍ BH 25A x 1 000

Je vhodná pro broušení vnějších válcových a kuželových ploch podélným nebo zapichovacím způsobem. Uplatní se především v sériové výrobě a po seřízení na broušení určitého druhu obrobku i ve výrobě hromadné.

Technické údaje:

oběžný průměr	250 mm
vzdálenost hrotů	1 000 mm
brusný kotouč	600 x 80 x 305 mm
otáčky brousicího vřetena	1 430, 1 650 min^{-1}
otáčky unášecího vřetena - rozsah I	18 - 112 min^{-1}
- rozsah II	90 - 560 min^{-1}
celkový příkon motoru	22 kVA
rozměry stroje - délka x šířka	4 890 x 2 370 mm
- hmotnost	5 050 kg

Nestandartní provedení stroje včetně nestandartního a zvláštního příslušenství dle nabídky n.p. TOS Hostivař

Provedení stroje se speciálním hydraulickým orovnávačem na levé straně brusného vřeteníku včetně kompenzace úbytku brusného kotouče při orovnávání, včetně hydraulicko-elektrického příslušenství, tři kusy dvouimpulzových ovládacích měřidel Marposs - Micromar včetně společné elektroniky, dva kusy speciálních sledovacích hydraulických opěr(na obr. 7 značenyL), provedení stroje s automatickým axiálním přestavováním stolu pro broušení ložiskových čepů, příruba pro složené brusné kotouče Ø 600 mm šířky 170 - 220 mm, brusné kotouče průměru 600 x 60 x 305 mm a průměru 600 x 40 x 305 mm.

Popis pracovního cyklu stroje:

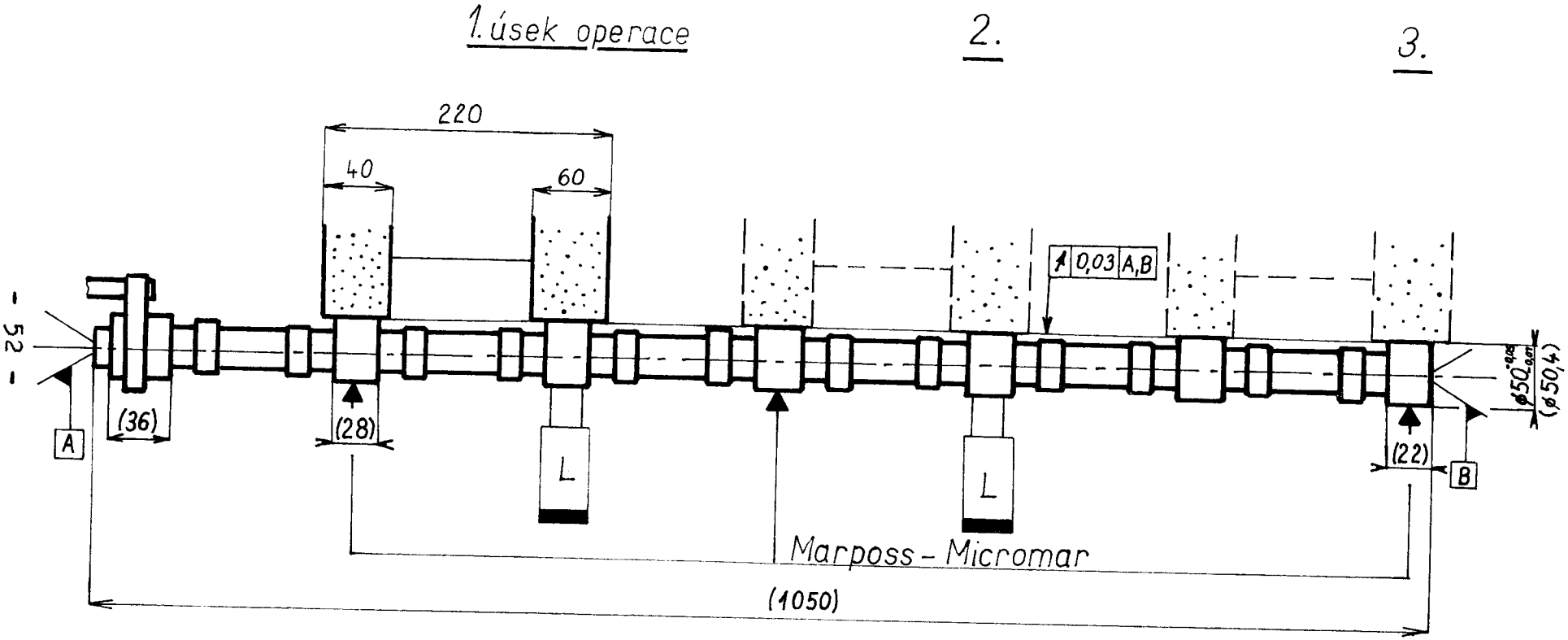
1/ přestavení hrotu koníku - sešlápnutím nožního pedálu
2/ vložení vačkového hřídele mezi hroty - ručně
3/ upnutí vačkového hřídele mezi hroty - hydraulickou šlapkou
4/ spuštění cyklu stroje tlačítkem START
   a/ brousicí vřeteník přijíždí rychloposuvem k obrobku
   b/ přijíždí ovládací měřidlo k obrobku, přisouvá se hydraulická opěra
   c/ spustí se unášecí vřeteník a chladicí kapalina
   d/ první úsek operace broušení dvou průměrů na konečný rozměr
   e/ impuls od měřidla - odjetí brousicího vřeteníku pracovním přísuvem vzad, odjetím měřidla,zastavuje se unášecí vřeteník a chladicí kapalina, hydraulická opěra zůstává na konečném rozměru

5/ podélné přestavení pro druhý úsek operace broušení dvou průměrů, ostatní stejné jako u prvního úseku operace - přijetí pouze pracovním přísunem

6/ podélné přestavení po třetím úseku operace
   a/ brousicí vřeteník přijíždí pracovním přísuvem k obrobku
   b/ přijíždí ovládací měřidlo
   c/ spustí se unášecí vřeteník a chladicí kapalina
   d/ třetí úsek operace broušení dvou průměrů na konečný rozměr
   e/ impuls od měřidla, zastavení unášecího vřeteníku rychloposuvem vzad, odjetím měřidla, zastavení unášecího vřeteníku a chladicí kapaliny, odjetí dvou sledovacích opěrek

7/ podélné přestavení do výchozí polohy

Znázornění pracovního cyklu stroje je provedeno na obr. 7



obr. 7 Schema pracovního cyklu stroje BH 25A x 1 000

4.3 ROVNÁNÍ VAČKOVÝCH HŘÍDELU

4.3.1 SYSTÉM FIRMY JUNKER /10/

Rovnání hřídelů, os a vřeten, tyčí a jiných podobných dílů za studena se provádí na plnoautomatickém stroji VRJ III K40 - viz obr. 8.

Pomocí zvihového mechanizmu (mechanické ruky) se obrobky zakládají a vyjímají se stroje. Upnutí se realizuje hydraulicky ovládanými upínacími pouzdry. Obrobek může být podle délky rovnán na jednom nebo více místech. Maximálně mohou být na jedné rovnací stolici upnuty dvě rovnací kladky a na ložích stroje jedna luneta. Obrobek se zasune do upínacího pouzdra vřeteníku obrobku naražečem. Po upnutí se obrobek narovná a automaticky začíná další pracovní cyklus. Rovnací proces spočívá v tom, že se rotující obrobek prostřednictvím rovnací hlavice prohne při rychlém chodu (otáčkách) až na nastavenou hodnotu průhybu. Vlastního rovnacího efektu se dosáhne tím, že se rovnací kladky při jemném zdvihu přemístí až k nulové hodnotě průhybu obrobku. Tím se rovnaná součástka opět dostává do symetrického tvaru vzhledem ke své ose. Touto metodou lze běžně dosáhnout házivosti 0,05 - 0,10 mm. Stroj má též zásobník polotovaru a zásobník vyrovnaných kusů.

Technická data stroje:

rozsah průměrů	10 - 40 mm
rozsah délek	250 - 1 200 mm
automatické zakládání a vyjímání v celém rozsahu délek	250 - 1 200 mm
celkový příkon stroje	18 kW
takt chodu operace (záleží na materiálu)	15 s
čas seřízení	30 min

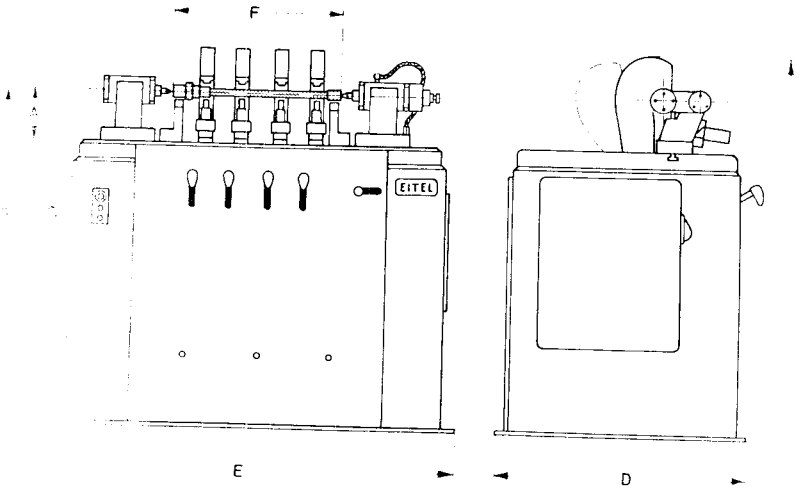
obr. 8 Rovnací stroj VRJ III K40

4.3.2 SYSTÉM FIRMY EITEL /11/

Zdvihově ovládaný rovnací stroj Eitel RM s hydraulickým pohonem je vyvinut speciálně pro sériovou a hromadnou výrobu. Každý rovnací stroj je konstruován a vybaven pro zvláštní součásti.

Zdvihové ovládání pomocí stavitelného nastavení rovnacího průhybu dovoluje přestavení výšky zdvihu a tím pádem prohnutí nebo přetvoření obrobku. Rovnací stroj je řízen pohybem vzhůru a dolů ruční pákou, kdežto výška zdvihu je upravena otáčením kliky ruční páky. Nedošlo-li k přestavení, získá tutéž výšku zdvihu s vysokou přesností tak často, jak žádáme. Tak je možno se vyvarovat jakémukoliv nadměrnému prohnutí od požadovaného tvaru, které je zejména důležité pro kalené součásti. Rovnací místo každého obrobku je omezeno jeho druhem a tvarem.

Každé rovnací místo má vlastní rovnací hák s ruční pákou pro ovládání rovnacího zdvihu a regulaci výšky zdvihu. Kromě toho má každé rovnací místo vysunovací rovnací podporu, právě tak jako trvale zabudovaný číselníkový indikátor, který se dotýká součásti zespodu. Součást se otáčí mezi otočnými hroty nebo středicími kužely, přičemž pravá pinola slouží k upnutí a lze ji hydraulicky zpět zatáhnout. Všechny obrobky jsou pružně podloženy k možnosti obrobku pohybovat se dolu a nahoru během rovnací operace a potom k návratu pro měření. Vzdálenost mezi hroty lze měnit snadno a rychle; tak je možné obstarat k rovnání obrobků tytéž stroje s rozdílnou délkou, které mají stejné vzdálenosti mezi rovnacími místy. Háky, které nejsou žádané, zůstavají odepnuty.



obr. 9 Parametry rovnacího stroje Eitel RM

Technická data rovnacího stroje Eitel RM 60:

maximální síla	600 000 N
hnací výkon	5,5kW
minimální šířka háků	100 mm
minimální osazení	30 mm
minimální vzdálenost mezi háky	130 mm

A - výška hrotů	200 mm
B - pracovní výška	1 300 mm
C - celková výška	1 515 mm
D - celková hloubka	1 030 mm
E - celková šířka (závisí na počtu háků)	1 560 - 2 010 mm
F - vzdálenost mezi hroty	1 250 mm

obr. 10 Rovnací stroj Eitel RM

Proces rovnání:
Ciferník měří celkovou chybu nekruhovitosti. Půl hodnoty značí tedy hodnotu, která by měla být měřena při rovnání obrobku. Tato hodnota musí být změřitelná. Díky trvalému zapojení ciferníku se měří výsledek každého rovnacího zdvihu, může být čten okamžitě bez otáčení součásti.

Pracovní metoda:
1/ stanovení největšího průhybu u otáčení sevřeného obrobku
2/ vyjádření deformace směřující vzhůru a výchylku obrobku s rovnacím hákem pro předvolení malé výšky zdvihu k vyvarování se nadměrných výchylek součástí

3/ kontrola výsledku a odpovídajícího správného zdvihu
4/ kontrola rovnacího účinku s ohledem na přiléhající rovnací místa

Díky tomuto systému zkušený personál dosáhne značně krátkých rovnacích časů a nekvalifikovaný pracovník získá dobré výsledky po velmi krátkém zapracování. Větší přesnosti jsou oprávněné také z ekonomického hlediska. Jednotnosti kvality a výkonu je dosaženo operátorem bez ohledu na kvalifikaci nebo pokynů. Rovnací stroje Eitel jsou proto vysoce vhodné pro připojení do rytmických výrobních linek.

5 NÁVRH RACIONALIZACE STÁVAJÍCÍ VÝROBY

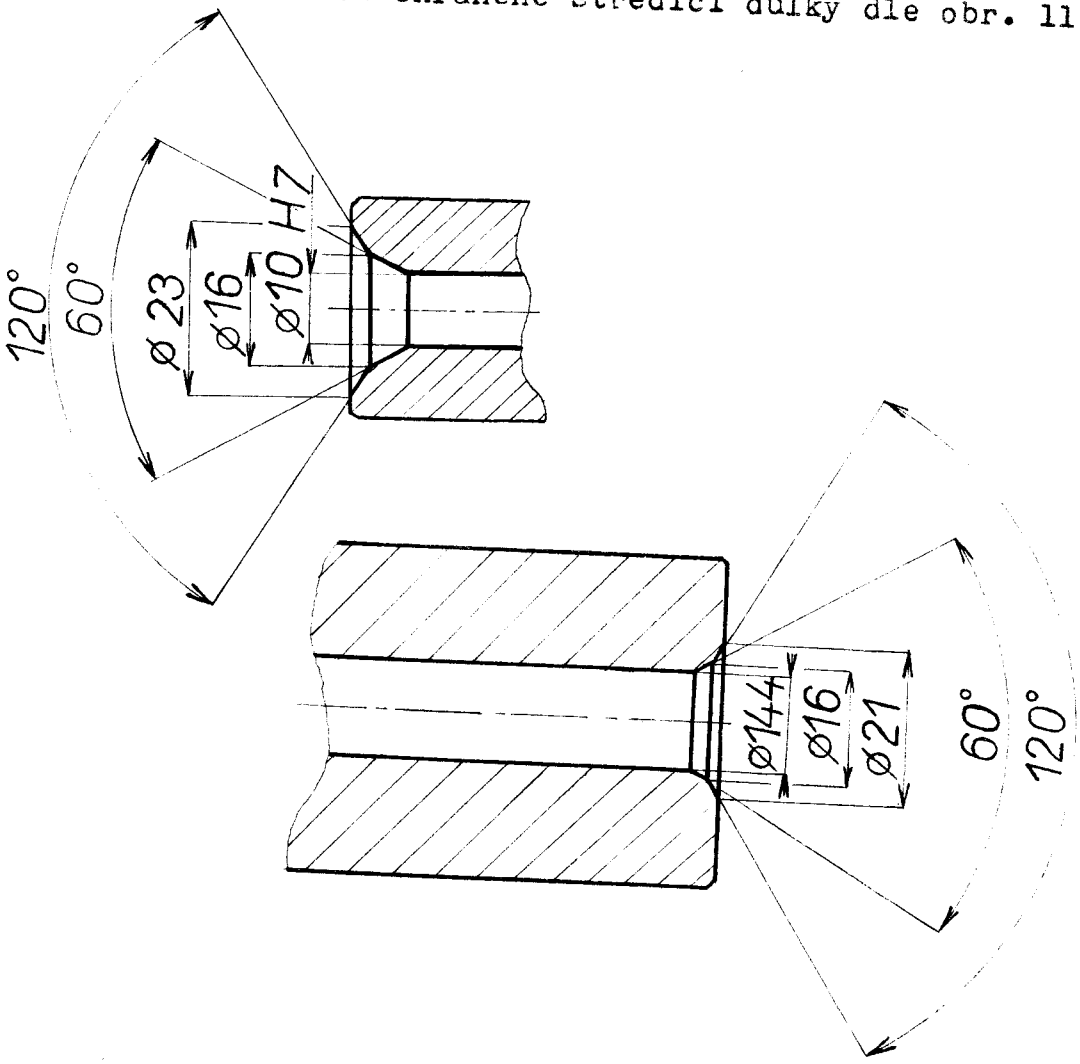
V této kapitole budou probrána všechna opatření a změny, ke kterým dojde u jednotlivých operací.

5.1 OPERACE 200 a 294 - rovnání

Z hlediska již uvedených nevýhod v kapitole 2.2.3.3 u rovnacích operací 200 a 294 se jeví jako vhodné zakoupení rovnacího stroje VRJ III K40. Pro rovnací operace je lépe uvažovat potřebný čas t_{AC} = 0,5 min, protože v dostupné literatuře není uvedeno, při jakém materiálu a délce součásti je uvažován takt 0,25 min a navíc je třeba uvažovat s určitými ztrátovými časy, přestávkami a opravami. Pro všechny rovnací operace(t.j. ještě u operací 090 a 150 - viz. DP 1544/80 ST) bude možné použít jeden rovnací stroj, který bude třeba vhodně umístit při projektu mechaniky. Jelikož stroj pracuje v automatickém cyklu, odstraní se problémy s normováním výkonu operátora. Dojde k podstatné úspoře času pracovníka a tím i mzdových nákladů.

5.2 OPERACE 210 - začišťování středicích důlků

Začišťování středicích důlků Ø 10 H7/60° a Ø 14,4/60° se odstraní vhodnou úpravou již v hrubovací operaci 020, ve které se zhotoví chráněné středicí důlky dle obr. 11.

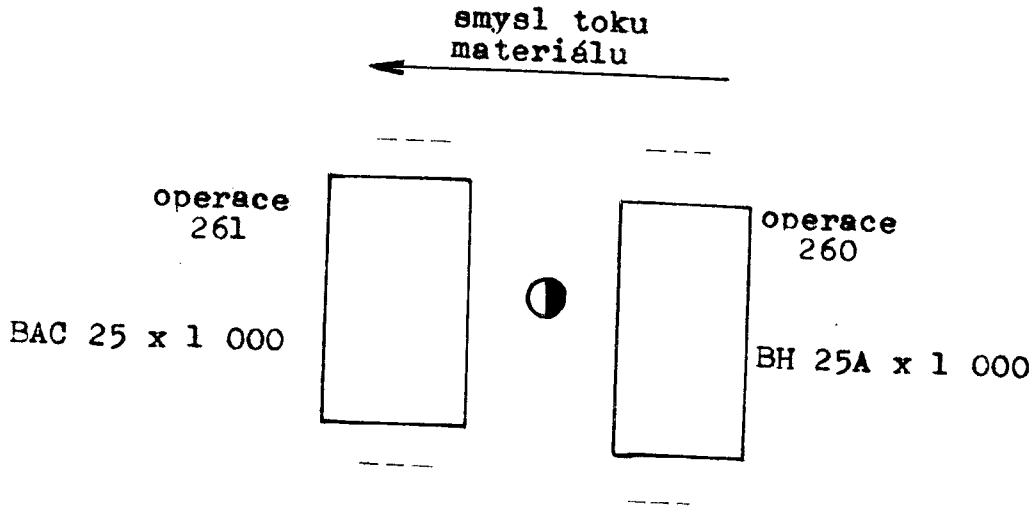


obr. 11 Navrhované chráněné středicí důlky

5.3 OPERACE 260 a 261 - broušení ložiskových čepů

Pro operaci 260 (broušení ložiskových čepů) je výhodné zakoupení brusky BH 25A x 1 000 v nestandartním provedení tak, jak je uvedeno v kapitole 4.2. Dle zkoušek, které prováděl

n.p. TOS Hostivař na objednávku pro n.p. TATRA Kopřivnice, lze předběžně počítat s časem t_{AC} (při 80% využití stroje) stejným, jaký je u stávajícího stroje BA 25 x 1 000. Výhodou je však automatický cyklus stroje, který umožní dvoustrojovou obsluhu u operace 260 a operace 261 (broušení zapichovacím způsobem šikmým přísuvem kotouče předního konce vačkového hřídele). Čas automatického chodu stroje t_s u operace 260 je delší než čas t_{AC} u operace 261, a proto čas t_{AC} pracovníka se pak počítá jako polovina času t_{AC} delší operace, t.j. operace 260.

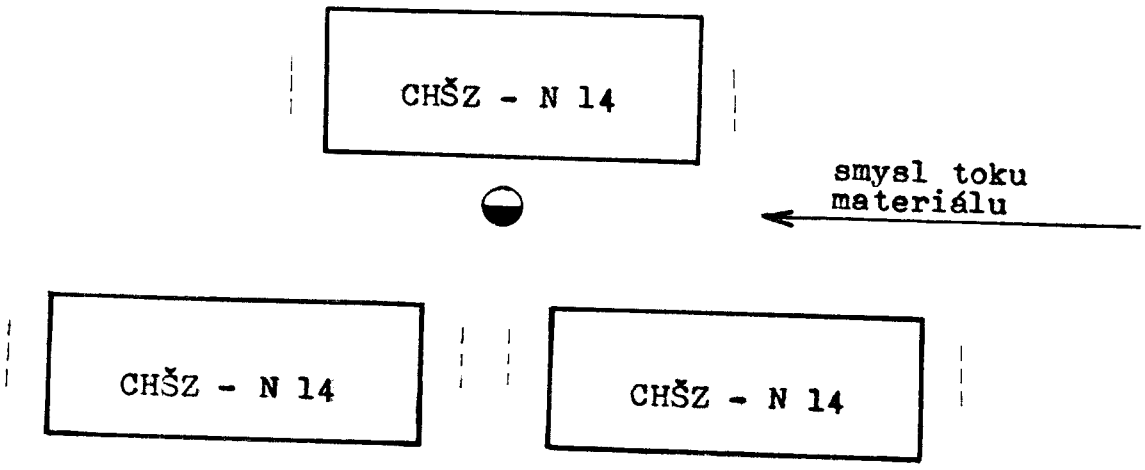


obr. 12 Organizační schema pracoviště operací 260 a 261

5.4 OPERACE 290 - broušení tvaru palců

U operace broušení tvaru palců je výhodné použít trojstrojovou obsluhu, neboť čas $t_{A\,1}$ je velice krátký vůči času automatického chodu stroje t_s. Výpočet normy času pro trojstrojovou obsluhu je proveden viz.příloha č. 21. Tímto opatřením se získá čas t_{AC} ještě nižší, než je potřebný takt linky.

Požadovaný třetí stroj CHŠZ - N 14 by nebylo třeba nakupovat, jelikož racionálním řešením hrubovacích operací /DP 1544/80 ST/ odpadá hrubovací broušení tvaru palců na tomto stroji.



obr. 13 Organizační schema pracoviště trojstrojové obsluhy operace 290

Hledalo se i řešení ve využití výkonnějšího stroje, ale není známo, že by se v současné době v zemích RVHP vyráběla podobná výkonnější bruska. V NSR firma Schaudt vyrábí stroje na broušení nerotačních tvarů kopírovacím způsobem. Z dosažených informací je možno usoudit, že nákup brusek firmy Schaudt by byl vzhledem k dosaženým časům t_{AC} neefektivní, nevyvinula-li zatím výkonnější typy, než jsou stroje řady C5 a C7.

5.5 OPERACE 292 - vyhrubování a vystružování

U **vyhrubování** a vystružování otvoru Ø 9,6 mm na konečný Ø 10 H7 je možné zkrátit celkový čas t_{AC} použitím dvouvřetenové vrtací hlavy a trojpolohového otočného přípravku. Dvouvřetenová vrtací hlava umožní současné vyhrubování a vystružování otvoru. Převodem 1 : 3,5 - mezi vyhrubovacím a vystružovacím vřetenem jsou pak zajištěny různé otáčky nástrojů. Posuv do řezu však bude u výstružníku i výhrubníku stejný.

Navrhované parametry:

hrubování $v = 17,6 \ m \cdot min^{-1}$, $n = 560 \ min^{-1}$, $s = 0,091 \ mm \cdot ot^{-1}$

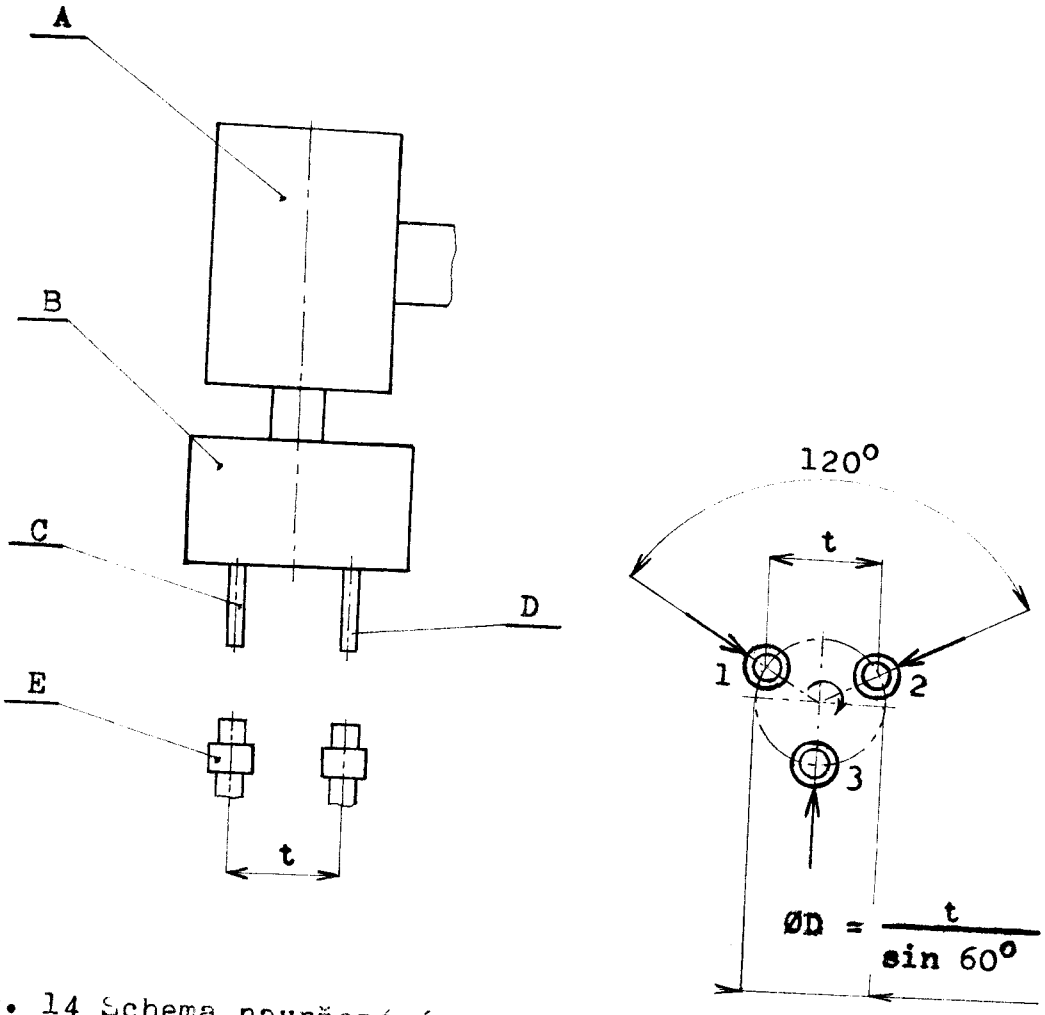
vystružování $v = 5,02 \ m.min^{-1}$, $n = 160 \ min^{-1}$, $s = 0,32 \ mm.ot^{-1}$

strojní čas $$t_s = \frac{L}{s.n} = \frac{28}{0,32.160} = 0,55 \text{ min}$$

V poloze " 1" se provádí vyhrubování, v poloze " 2" vystružování otvoru a poloze " 3" ruční upínání obrobku do prizmatu křídlovou maticí ve strojním čase t_s .

Tímto opatřením dojde k podstatnému snížení času operace.

Výpočet normy času operace 292 - viz příloha 22 a schematický obr. 14.



obr. 14 Schema navržené úpravy pro operaci 292

kde A - vřeteník
B - dvouvřetenová vrtací hlava
C - vyhrubovací vřeteno
D - vystružovací vřeteno
E - vačkový hřídel

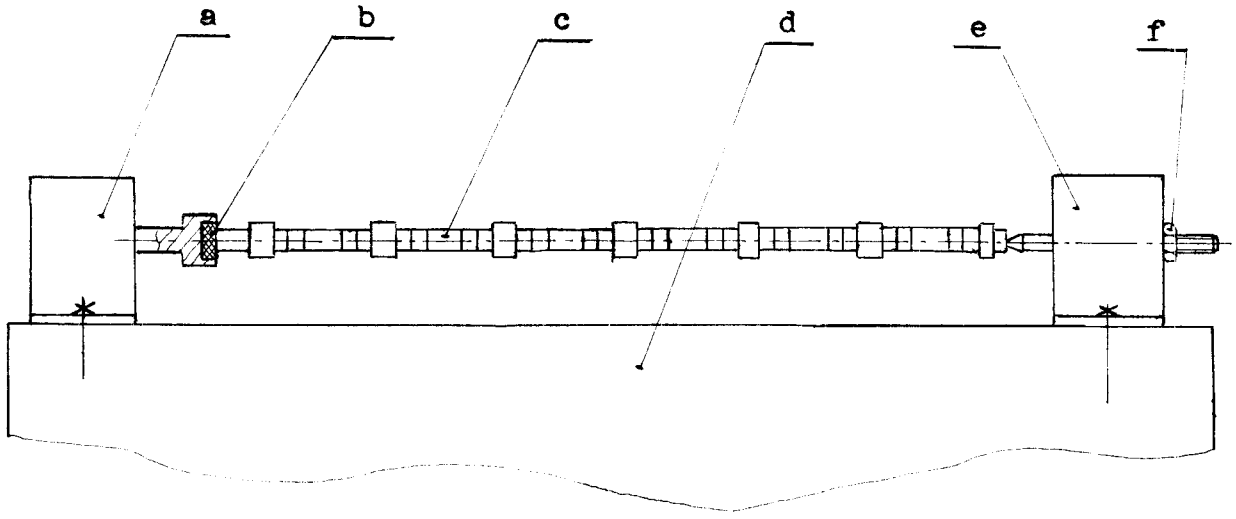
5.6 OPERACE 295 - odjehlování palců

Pro otáčení vačkového hřídele k odjehlení hran palců je možno použít zpřevodovaný motor MS 70 s příkonem 120 W a otáčkami n = 1 380 min^{-1}. Převodem 1 : 40 získá vřeteno s obrobkem otáčky n = 34,5 min^{-1}. Ze schematického nákresu obr. 15 je vidět, že obrobek se upíná mezi hrot, který je

předepjatý pružinou a je možno předpětí libovolně nastavit otáčením matice, a pryžovou vložku, která je uložena v otvoru vřetene a přenáší kroutící moment na obrobek. Výměna pak může probíhat za stálého otáčení vřetene. Výpočet normy času operace 295 je proveden v příloze č.23, kde potřebné odjehlení je počítáno se dvěmi otáčkami, neboť je nutný určitý čas na přejetí. Strojně ruční čas pro sražení všech 12 palců z obou stran po obvodu $t_{A\ 13}$ je podstatně nižší než u stávajícího výrobního postupu.

Výpočet času $t_{A\ 13}$:

$$t_{A\ 13} = \frac{2}{34,5}\ 24 = 1,40 \text{ min}$$



obr. 15 Schema zařízení pro odjehlování hran palců

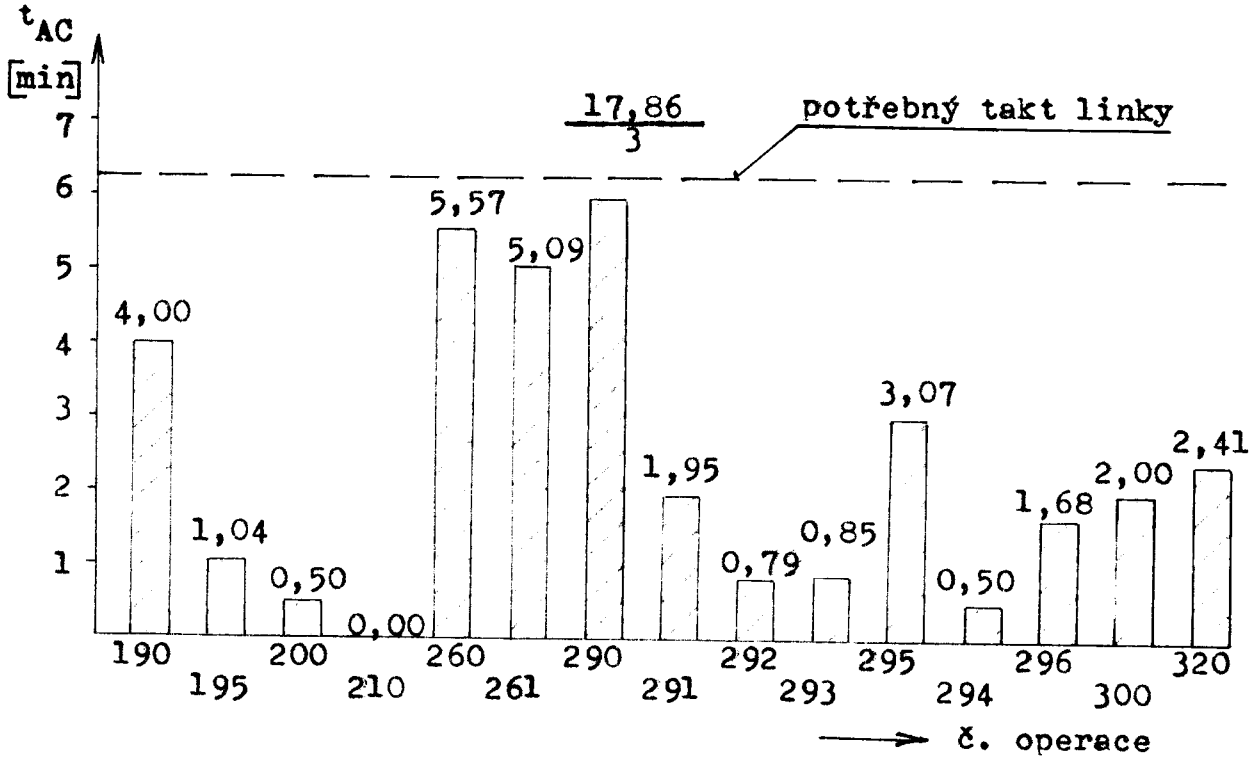
kde a - motor
b - pryžová vložka
c - vačkový hřídel
d - stůl
e - koník
f - matice

5.7 OPERACE 295 a 294

Odjehlování hran palců (operace 295) je vhodnější zařadit před operaci 294 (rovnání vačkových hřídelů). Toto rovnání se provádí pro dosažení potřebné přesnosti geometrického tvaru, která je potřebná pro operaci 296 (mikrofinišování), neboť mikrofinišováním se dosáhne pouze zkvalitnění povrchu, nikoliv přesnosti geometrického tvaru. I Když bude označení operací shodné se stávajícími, bude dále uvažována operace 295 před operací 294.

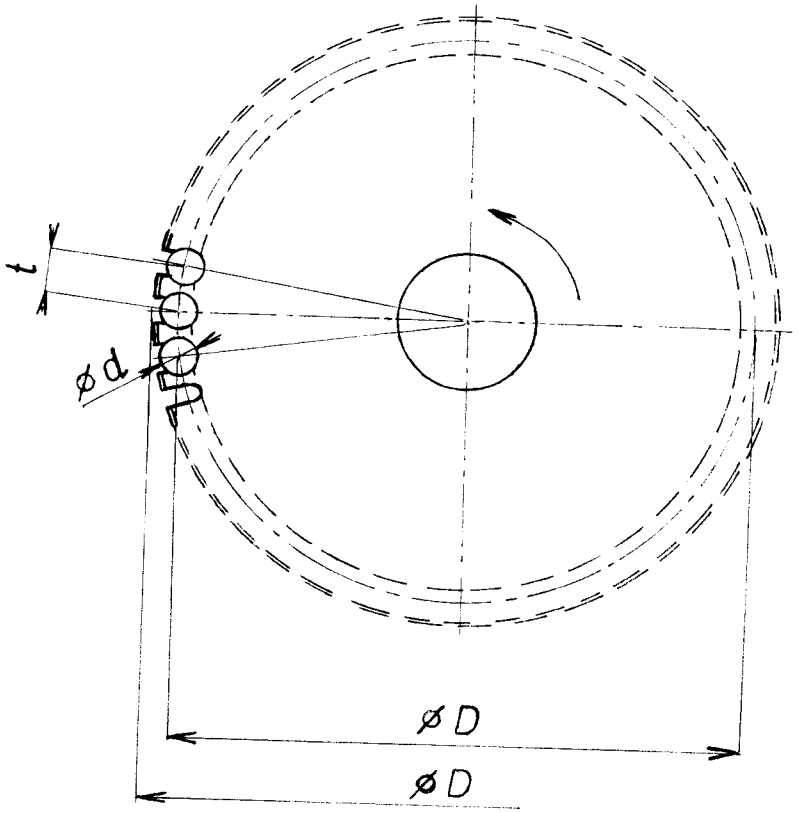
5.8 MEZIOPERAČNÍ MANIPULACE

Pro mezioperační manipulaci byla zvážena možnost použití podvěsného dopravníku. Z hlediska rozdílností časů t_{AC} jednotlivých operací - viz obr. 16, potřeby odkládacích míst a větší vzdálenosti strojů více strojové obsluhy od dopravníku, což je spojeno s větší spotřebou výrobní plochy a nelze počítat s jejím rozšířením, bude nadále uvažováno použití ručně tažených manipulačních vozíků viz obr. 1. Jejich výhodou je že slouží i jako odkládací místa a obsluha je může přistavit ke stroji co nejvýhodněji, čímž se snižuje fyzická námaha. Nevýhodou však je, že nebude možno využít vyššího stupně mechanizace.



obr. 16 Celkové časy strojů t_{AC} na výrobu jednoho kusu-návrh

Mezi operacemi 292 (vyhrubování a vystružování) a 293 (válcování závitu) bude použito pro mezioperační dopravu otočného zásobníku vačkových hřídelů viz obr.17 s kapacitou 40 kusů.



obr. 17 Otočný zásobník vačkových hřídelů

Parametry otočného zásobníku:

počet vačkových hřídelů	n = 40 ks
průměr ložiskového čepu	d = 50 mm
rozteč	t = 60 mm

Výpočet průměru otočného zásobníku:

$$Ø\ D = \frac{t \cdot n}{\pi} = \frac{60 \cdot 40}{\pi} = 764 \text{ mm}$$

$$Ø\ D_1 = D + 2 \cdot 35 = 834 \text{ mm}$$

Jelikož obě operace se provádějí na čele předního konce vačkového hřídele, je tedy výhodná doprava kusů ve svislé poloze. Tím se i odstraní namáhavé odkládání vačkových hřídelů do vodorovné polohy a zpět do svislé polohy. Použití tohoto druhu mezioperační manipulace bylo zváženo také z hlediska časů operací t_{AC}, které jsou přibližně shodné (operace 293 - t_{AC}=0,79 min a 293 - t_{AC} = 0,85 min).

5.9 TECHNOLOGICKÝ PROJEKT MECHANIKY - viz příloha č.v.DP 1530-01

Při návrhu projektu mechaniky M4 pro výrobu vačkových hřídelů bylo použito obecně platných zásad:

a/ použít strojů,které zajistí výrobu odpovídajících požadavků
b/ zabezpečit požadavky bezpečnosti a hygieny práce
c/ zajistit bezpečný odvoz a přívoz materiálu
d/ respektovat hledisko psychologického vlivu na pracovníka.

Navržené rozmístění jednotlivých pracovišť dokončovacích operací z hlediska smyslu toku materiálu je provedeno s ohledem na minimální dopravní výkon. Uspořádání je ovlivněno především použitím rovnacího stroje VRJ III K40, na němž budou prováděny dvě operace (200 a 294) v oblasti dokončování a dvě operace (090 a 150) v oblasti hrubování viz DP 1544/80 ST. Dalším ovlivňujícím prvkem jsou dva nosné sloupy haly. Proto bylo při projektu uvažováno i se zrcadlově obráceným rozmístěním pracovišť, které však nepřineslo žádné řešení, neboť vznikly komplikace s umístěním rovnacího stroje a potíže s pevně umístěnými pracovišti tepelného zpracování. Nevýhodou by byla i doprava ke konečné kontrole vačkových hřídelů, která se provádí ve středisku oddělení řízení jakosti.

6 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ NÁVRHU

Úspory v časech pracovníka t_{AC} v dokončovacích operacích:

stávající čas	58,00 min
navrhovaný čas	30,33 min
úspora	27,67 min

Celková úspora v časech pracovníka t_{AC} včetně hrubovacích operací: 74,55 min

Úspory na mzdách za t_{AC} v dokončovacích operacích:

číslo operace	mzda za t_{AC} Kčs		
	současný stav	navrhovaný stav	úspora
190	0,640	0,640	0,000
195	0,130	0,130	0,000
200	0,963	0,080	0,883
210	0,228	0,000	0,228
260	1,058	0,529	0,529
261	0,968	0,529	0,438
290	2,400	1,172	1,229
291	0,289	0,289	0,000
292	0,265	0,117	0,148
293	0,126	0,126	0,000
295	0,705	0,384	0,321
294	0,963	0,080	0,883
296	0,283	0,283	0,000
300	0,250	0,250	0,000
320	0,301	0,301	0,000
celkem	9,569	4,910	4,659

Celková úspora na mzdách za t_{AC} včetně hrubovacích operací:

12,154 Kčs

číslo operace	potřebný stroj nebo zařízení	cena stroje 10^3 Kčs
200,294 (090,150)	VRJ III K40	1 500 *
260	BH 25A x 1 000	586
292	vrtací hlava a přípravek	15 *
295	MS 70	5 *
manipulace	otočný zásobník vačkových hřídelů	4 *
investice v oblasti dokončovacích operací		2 110

Pozn. * ... odborný odhad

Celkové investice včetně oblasti hrubovacích operací:

14 798 000 Kčs

Zůstatkové ceny vyřazených strojů v oblasti dokončování:

CDC 30	7 000 Kčs
BA 25 x 1 000	69 000 Kčs
celkem	76 000 Kčs

Celková zůstatková cena včetně oblasti hrubovacích operací:

823 000 Kčs

Výpočet doby úhrady:

Doba úhrady $TU = \frac{JIN}{U_R}$

JIN - jednorázové investiční náklady = pořizovací cena investic mínus zůstatková cena uspořených základních prostředků

U_R - průměrná roční úspora

$$U_R = M \cdot n_{v_1} \left(1 + \frac{R}{100} \right) \qquad [Kčs]$$

kde M - úspora přímých mzdových nákladů [Kčs na 1 kus]
n_{v_1} - počet výrobků za rok [ks]
R - režie závodu, pro n.p. LIAZ 03 je R = 950%

$$U_R = 12{,}154 \cdot 37\,000 \left(1 + \frac{950}{100} \right) = 4\,722\,000 \text{ Kčs}$$

$$\underline{TU} = \frac{(14{,}798 - 0{,}823)\ 10^6}{4{,}722 \cdot 10^6} = \underline{2{,}96 \text{ roku}}$$

7 ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Zavedením racionalizačních opatření se podstatně sníží pracnost výrobku a z ní plynoucí mzdové náklady. Opatření lze učinit i bez investičních nákladů, zrušením operace 210 konstrukční změnou nástrojů, použitých v hrubovacích operacích. Pouze menších investičních nákladů bude třeba na použití dvouvřetenové vrtací hlavice a přípravku u operace 292 a na zpřevodovaný motor MS 70 u operace 295. Použití hrotové brusky BH 25A x 1 000, seřízené na objednávku u operace 260, umožní dvoustrojovou obsluhu s operací 261. Nákladné však bude použití nového rovnacího stroje VRJ III K40, ale úspory, které přinese, budou značné a podstatně zkrátí čas rovnání, který je navíc značně nezávislý na práci obsluhy stroje. Nevýhodou je nutnost nákupu rovnacího stroje za devizové koruny; navíc ceny strojních zařízení v kapitalistickém světě prudce stoupají.

Ekonomické zhodnocení ukazuje, že i v případě nákupu strojů z kapitalistických států vychází doba úhrady přibližně tři roky.

Pro další vývoj v oblasti racionalizace výroby vačkových hřídelů, jestliže se z jakýchkoliv důvodů neuskuteční nákup rovnacího stroje VRJ III K40, by přicházela v úvahu, a také již byla zadána, diplomová práce, která by se zabývala konstrukcí rovnacího stroje. Určité rezervy by zřejmě odkryly i praktické zkoušky, provedené změnou řezných podmínek a nástrojů u brusných operací. V této diplomové práci nebyla měření prováděna, jelikož vývojové dílny VŠST nedisponují větším počtem potřebných brusných nástrojů, nejsou vybaveny strojem

pro broušení nerotačních tvarů a v n.p. LIAZ 03 jsou tyto stroje plně vytíženy. Samostatnou partii tvoří též manipulace s materiálem, která by zasloužila větší pozornosti.

Zadání diplomové práce představuje široký rozsah možností racionalizace, a proto nebylo možno obsáhnout všechny partie do důsledků.

Závěrem práce bych chtěl poděkovat za odborné vedení a poskytnuté materiály ing. J. Gazdovi, CSc., vedoucímu diplomové práce a zároveň konzultantu; s. F. Tyrychtrovi, konzultantu z n.p. LIAZ 03, za cenné informace a poznatky z oblasti výroby vačkových hřídelů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

/ 1/ Gašpárek, J : Dokončovacie spôsoby obrábania. 1. vyd. Bratislava. 1979.

/ 2/ Horák, V : Broušení vaček těžkých naftových motorů. In: Broušení. Brno. 1978. s. 170

/ 3/ Líbal, V : Organizace a řízení výroby. 4. vyd. Praha. 1979.

/ 4/ Lalek, S : Projektování a realizace výrobních systémů pro obrábění rotačních a nerotačních součástí. 1. vyd. Plzeň. 1978.

/ 5/ Stránský, L : Racionalizace výrobního toku vačkových hřídelů motoru M - 634. [Závěrečná aplikační práce.] Liberec. 1979.

/ 6/ Horný, J : Metodika normování vícestrojové obsluhy. 1. vyd. Praha. 1971.

/ 7/ Šrajbl, J : Obráběcí stroje. 1. vyd. Praha. 1979.

/ 8/ Mai, O - - Liebler, U,: Maschinenmarkt, 81, 1975, 59, s. 2

/ 9/ Schaudt, Stuttgart: Unrundschleifmaschinen der Baureihe C. 1973.

/10/ Junker, Nordrach: Vollautomatische Richtmaschine. 1972.

/11/ Eitel, Karlsruhe: Hubgesteuerte Richtmaschinen. 1972.

9 SEZNAM VÝKRESŮ A PŘÍLOH

č.v. DP 1530 - 01
č.v. 1 1152 002 5
č.v. 03 - 300 . M4

č. 1 - 13 ...stávající výrobní postup
č. 14 - 16 ...normový list stávající výroby
č. 17 - 20 ...operační návodka tepelného zpracování
č. 21 ...výpočet normy času pro operaci 290
č. 22 ...výpočet normy času pro operaci 292
č. 23 ...výpočet normy času pro operaci 295
č. 24 ...normový list navrhované výroby

LIAZ n. p.

Počet listů List

NORMOVÝ LIST SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Název součásti: Vačkový hřídel

Číslo modelu:

Staré číslo výkresu:

Operace	ND	Třída	Čas přípravy tBC	Čas stroje nebo zaříz. tAC	Čas tA 32	Čas pracovníka tAC	Mzda za tBC	Mzda za tAC	Tarif	Poznámka
190		6		4,000		4,000		0,640	310	344
195		4		1,040		1,040		0,130	310	344
200		6		0,500		0,500		0,080	310	344
260		7		5,570		2,785		0,529	311	344
261		7		5,090		2,785		0,529	311	344
290		7		17,860		5,960		1,172	321	344
291		5		1,950		1,950		0,289	311	344
292		5		0,790		0,790		0,117	311	344
293		5		0,850		0,850		0,126	311	344
295		4		3,070		3,070		0,384	310	344
294		6		0,500		0,500		0,080	310	344
296		6		1,680		1,680		0,283	311	344
300		4		2,000		2,000		0,250	310	344
320		4		2,410		2,410		0,301	310	344
321										provádí se v op. č. 300

Symbol skladby tarifu: 1. místo tarif. stupnice 2, tarif. stupnice 3, tarif. stupnice 5; 2. místo jednosměný 1, dvousměný 2, třísměný 3; 3. místo bez příplatku 0, příplatek 5% 1, příplatek 10% 2

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis

Vypracoval: Jodřek

Dne 12.5. 1980

Schválil

Dne

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

Název skupiny		Čís. vykr. skupiny	Název součásti: Vačkový hřídel	Čís. vykr. součásti: ~~01-008-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Tabulka	Třída / Sazba	Tp	Tk	Tp-Kčs	Tk-Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
181 ~~118~~	344 / 9172	Příprava vsázky /dle návodky PMg/						vozík					Č.V.	11152	002 5	
190 ~~19.~~	344 / 1775 / PV 2	a/ Upnout do hrotů b/ Indukčně kalit dle návodky PMg; Provést kontroly tvrdosti dílů dle návodky PMg Tvrdost 60 $^{+2}_{-3}$ HRc														
	344 / 9172	Kontrola stř. 344 dodá rozříznutý díl s kreditkou ~~dě~~ na změření hloubky vrstvy / viz návodka / do PMg -1x za 14 dní														
191 ~~110.~~		Volná														
192 ~~210.~~		Volná														
193 ~~310.~~		Volná														
194 ~~410.~~	344 / 9171	Příprava vsázky k popouštění														
195 ~~510.~~	344 / 1765	popustit dle návodky PMg.														

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Poznámka:
	Vzdh	cn	82-0058	/79		H	

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Název skupiny

Čís. vykr. skupiny

Název součásti: Vačkový hřídel

Listů 27 List 14

Čísl. vykr. součásti: ~~61-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroje	Zámky	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp-Kčs	Mzda Tk-Kčs	Druh normy
196 ~~619~~	344 / 9171	Používat ochranných pomůcek Vybalení vsázky											Č.V.	1 1152	002 5	
	344 / 5431	Kontrola tvrdosti /viz. návodka PMg./														
197 ~~719~~		Volná.														
200	344 / 3331 CDC 30	a/ Upnout do hrotů rovn. přípravku b/ Vyrovnat na max. házivost 0,1						986-632-0.004 rovnací přípravek 986-400-0.110 nástavec H-Eta 12 trn s hlavicí								
210	344 / 4623 VS 20	a/ Vložit díl do svěráku a upnout b/ Začistit středící důlek Ø 10H7/60°			R		71	str. svěrák ČSN 24 3137-125 s čelistmi 165 č.v. 943-412-4.114 samostředící čelisťový rychloup. hlava ČSN 24 1332 -3								

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
	V	da	en.	93-50	59/79	H.

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 15

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
		Vačkový hřídel	61-002-1152

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Přípravek	Třída / sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp·Kčs	Mzda Tk·Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
		Pokrač. op. č. 210						záhlubník 60x22					Č.v.	11152	002 Γ	
		c/ Přepnout, otočit						ČSN 22 1628								
		d/ Začistit středící důlek						výměnná vložka								
		Ø 14,4/60° (ručně)						ČSN 24 1334 3x1								
		e/ Kontrolovat čistotu důlku						zahlub. hvězdíce								
		a odložit						986-225-9.234								
								ruční								
220		Volná														
230		Volná														
240		Volná														
250		Volná														
260	344	a/ Upnout mezi hroty, podepřít														
	5523	lunetu						passametr 25-50								
	BA 25/							ČSN 25 1465								
	/1000	b/ Brousit 7 ÷ 2 ložisk. čepy						brusný kotouč								
	+ MARPOS	na Ø 50 $^{-0,05}_{-0,07}$						ČSN 22 4510								
		válcovitost 0,012						typ 41161 7528								
		c/ Kontrolovat: Ø 50 $^{-0,05}_{-0,07}$						ČSN 25 1465								
		válcovitost 0,012						tř. kalibr 50 $^{-0,05}_{-0,07}$								
		!Prac. ve dvoustr. obsluze s op. č. 160!						ČSN 22 3172								

Změny	Pis.	Poč.	Doklad	Nařízd	Dne	Podpis
	Bělka	ch. 22-1741	Sp			[signature]

Poznámka:

561142-106060-68

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 17 List 16

Název skupiny	Čís. výr. skupiny	Název součásti	Čís. výr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	~~01-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky (a, i, v, s, h)	Nářadí	Čas (Tp, Tk) / Mzda
		Používat ochranných pomůcek			
261 ~~126~~	344	a) Upnout do hrotů unášečem		986-256-0.002	č.v. 1 1152 002 5
	5523			A99 B 60 M8V	
	BAC 25/	b) Brousit zápichem šikmým pří-		Brusný kotouč	
	/1000	sunem přední konec vačk.		400x90x	
	+MARPOS	hřídele Ø 29,1 - 0,1 na	R 73	986-733-1.082	
		Ø 28,92 h8 pro válcov.		šablona	
		závitu		41521569	
		Ø 30,5 - 0,2 na Ø 30 r6		STOPKA MK 1 72°	
		Ø 36 + 0,2 na Ø 36 - 0,1		orovnávač střechovitý	
		čelo 50 e8 na odstup		broušený-kuž.stopka	
		11,1 + 0,1		986-581-0.0220	
		Ø 50 $^{-0,05}_{-0,07}$		mě-řidlo	
				986-589-0.225	
				nastav.měrka	
		c) Kontrolovat: Ø 30 r6		pos.měřítko	
		Ø 36 - 0,1		ČSN 25 1238-150	
		Ø 50 $^{-0,05}_{-0,07}$		třmen.kalibr	
				ČSN 21 3172 Ø30 r6	
		Ø 28,92 h8		~~Mikrometr 50-75~~	
				~~ČSN 25 1420~~	
				ČSN 25 3180 tř.kalibr	
				Ø 28,92 h8	
				ČSN 25 3172 Ø50 $^{-0,05}_{-0,07}$	
				Tř.kalibr	

Změny	Poř.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
	Vydán	ZM. 02-1221/70			[signature]

Poznámka:

LIAZ, n.p. **Výrobní postup** · pokračování Listů 27 List 17

Název skupiny	Čís. výkr. skupiny	Název součásti	Čís. výkr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	~~61-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dělník	Třída / Sazba	Čas Tp	Tk	Mzda Tp·Kčs	Tk·Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
		VOLNÁ							b'				Č.V.	1 1152	002 5	
270	344	a) Upnout mezi hroty, unášet						brusný kotouč								
	5742	za plošky 25 h11						ČSN 25 4510								
	CHSŽ-N14							A99 B25 J 9V								
								600x35x305								
		b) Brousit tvar palců na						unášecí srdce								
		Ø 34,2 - 0,06; Ø 37,2 - 0,06						986-426-7.072								
		(Ø válc. části vačky))						čelisti do lunety								
								986-423-0.034								
		c) Kontrolovat: Ø 34,2 - 0,06						Tř. kalibr								
		Ø 34,2 - 0,06						ČSN 21 3172								
		! Pracuje ve 2 stroj. obsluze						Ø 34,2 - 0,06								
		s op. č. 290 !						Ø 37,2 - 0,06								
280		Volná														
290	344	a) Upnout mezi hroty, unášet						Brusný kotouč	2	1			b''			
	5742	za plošky 25 h11						ČSN 22 4510								
	CHSŽ-N14							A99 B25 J 9V								
								600x35x305								
		b) Brousit tvar palců hotově						Unášecí srdce								
	d'	na Ø 34 - ~~0,06~~ $^{-0,05}_{-0,15}$						986-426-7.072								
	d'	Ø 37 - ~~0,06~~ $^{-0,05}_{-0,15}$						upínací hrot								
								986-426-1.068								

Změny Fis.	Poč.	Doklad	Nařízení	Dne	Podpis							Poznámka:
[illegible]		[illegible]			[illegible]	a	LX	01-318/[illegible]	[illegible]	2.1.79	[illegible]	
Vide	40	83-1221/78			[illegible]	5	LX	01-5112	1.10.78	17.9.78	[illegible]	

LIAZ, n.p.

Výrobní postup - pokračování

Listů 27 List 18

Název skupiny	Číslo vykr. skupiny	Název součásti	Číslo vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	~~01-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Strojů	Dělníků	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp·Kčs	Mzda Tk·Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek Pokrač. op. č. 290: POZOR! Dodržet úhlové nastavení palců ± 7,5 Kontrolovat: Ø 34 - ~~0,06~~ ± 0,05 / 0,15 Ø 37 - ~~0,06~~ ± 0,05 / 0,15 (Ø válc. části vačky) Prac. ve 2 stroj. obsluze s ~~op. č. 270!~~ s druhým strojem.		„a" „a"			„b"	čelisti do lunety 986-423-0.034 tř. kalibr ČSN 21 3172 Ø 34 - ~~0,06~~ ± 0,05 / 0,15 Ø 37 - ~~0,06~~ ± 0,05 / 0,15		„a" „a"			č.v.	1 1152	002 5	
291. ~~129.~~	344 5226 FA 4V	a/ Začistit plošky 25 hll brouskem, zapolohovat do přípravku b/ Frézovat drážku pro Woodrofovo pero šíře 6 P9 do hloubky 22,7 hll pod úhlem 107° 45' ± 15' c/ Kontrolovat vyosení drážky ± 0,02 úhl. nastavení 107° 45' ± 15'		1	25	0,3	320	přípravek 403 986-445-4.~~195~~ nastav. měrka 986-569-2.213 fréza 25 x 6 981-231-1.006 ČSN 22 2185 vložka 28 x 12 ČSN 24 1495 up. pouzdro 50 x 28 ČSN 24 1490 prismo 2x ČSN 25 5533-130		„a"						

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	a	5x	01-5318/78	[illegible]	2.1.79	[illegible]
	Vydán	dn.	03-5321/77			[illegible]	b	1x	03-5172/79	1.10.79	17.9.79	[illegible]

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 19

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	~~61-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Strojů	Dělníků	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp-Kčs	Mzda Tk-Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek Pokrač. op.č. ~~129~~: 291:						stojánek ČSN 25 1858 hodinky ČSN 25 1816					Č.V.	1 1152	002 5	
								MĚRKA ~~měrka~~ na hl. drážky měrka 6 P9			943 - 562 - 1.057 + 943 - 569 - 1.172			" a'		
292 ~~229~~	344 4623 VS 20	a/ Vložit kus do svěráku a upnout						viz. op. č.21 spec. vrták 976-221-9.105								
		b/ Vyhrubovat Ø 9,6 na Ø 9,95				R 280										
		c/ Vystružit Ø 9,95 na Ø 10H7 dp hloubky 28						výstružník Ø 10H7 ČSN 25 8110 válc. kalibr 10H7								
		d/ Vyfoukat otvor														
		e/ Vyjmout, odložit														

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis												
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	03-5221/78		[illegible]	[illegible]	1x	03-5137/79	8.8.79	[illegible]							

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 20

Název skupiny	Čís. výkr. skupiny	Název součásti	Čísl. výkr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	~~61-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Zařízení	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek											Č.V.	1 1152	002 5	
293 ~~329~~	344 4623 VS 20	a) Upnout do přípravku						Válc.hlava ČSN 24 1568 M14x27x2° rolny doraz.válc.hlavy 986-400-0,505								
		b) Válcovat závit M 30 x 1,5 Sh8						Závit.kroužek ČSN 25 4120 M30x1,5 Sh8 ČSN 25 4125 M30x1,5 Sh8 nádoba s olejem řezným PO štětec PN 22 3420 -kotouče M25-27x1,5								
		c) Kontrolovat u každého 10. kusu vnější Ø závitu 29,9-0,3 závit M 30 x 1,5 Sh8														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 21

Název skupiny		Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel			Vačkový hřídel	61-002-1152

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky	Nářadí	Stroj	Zařízení	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp·Kčs	Mzda Tk·Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek										
294 ~~429~~	344 / 3333	a) Upnout do hrotů							Č.V.	1 1152	002 5	
		b) Vyrovnat na max.házivost 0,05		986-632-0.004 rovnací zařízení 986-400-0.110 nástavec. H-Eta 12 Trn s hlavicí								
295 ~~529~~	344 / 9421	a) Odjehlit palce, hrany zaleštit brusným plátnem, ODJEHLIT HRANY OLEJ. KANÁLŮ A ZALEŠTIT SMIRK. PLÁTNEM	„a"	Otočný přístroj ČSN 22 ~~4611~~ 4616			„b"					
		b) Srazit hrany v otvoru Ø 14,4		Brusné tělísko typ 32 151 2045 ~~32251 4049~~ 20 × 40 - 6 (A 99 B 25M 7V)			„b" „b"					
		c) Protáhnout vrtákem otvory Ø 6,4		BIAX-vzduch bruska								
		d) Vyfouka-t vzduchem nečistoty v otvoru 14,4 6,4		986-400-0.131 nástroj na sražení ostří - upravený ČSN 22 1140 vrták Ø 6,4								
		e) Kontrolovat pohledem sražení otřepů.		nástavec na vzduch. pistoli								

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis						
	Vjdd		02-	221/72		[illegible]	a	IX	111-1211/72	[illegible]	1.1.75	[illegible]
							b	3x	1246/74	1.1.80	17.12.79	[illegible]

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Název skupiny: Úplný vačkový hřídel

Čís. výkr. skupiny:

Název součásti: Vačkový hřídel

Listů 27 List 22

Čísl. výkr. součásti: ~~61-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce (Používat ochranných pomůcek)	Řezné podmínky a / i / v / s / n	Nářadí	Stroj	Dělník	Třída / sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp·Kčs	Mzda Tk·Kčs	Druh normy
296 ~~329~~	344	a) Upnout ve stroji ze klínek										
	5779			vyhazovač /3 sady/					č.v.	11152	002 6	
	NW	b) Mikrofinišovat povrch palců		986-400-1.421								
	1250A1	a ložisk. průměrů		kameny				Atlantic / NSR /				
				EK 400/05/185 SKe								
		c) Kontrolovat oprac. 0,4		24 x 25 x 24				/Tyrolit Rak. /				
				SC 500/0 /60 SKe								
		$50 {}^{-0,055}_{-0,085}$		55 x 34 x 35								
				SC 500/0/60 SKe								
				55 x 24 x 25								
				K-230/10								
				23 x 24 x 25								
				EK 400/05/185 SKe								
				55 x 30 x 25								
				SC 500/0/60 SKe								
				55 x 30 x 25								
				SC 400 MAD								
				45 x 25 x 10								
				Tř. kalibr.								
				Ø $50 {}^{-0,055}_{-0,085}$								
				ČSN 25 3172								

Změny Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
[illegible]	[illegible]	81-1211/48			[illegible]

Poznámka:

LIAZ, n.p. **Výrobní postup** · pokračování Listů 27 List 23

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	61-002-1152

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Přípravek	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
													Č.V.	1 1152	002 6	
300	344 5447 HD 1500	a) Vložit jeden kus vač. hřídele do upínacích prisem						INKAR								
		b) Přepnout přepínače do polohy - ZAPNUT														
		c) Sešlápnout pedál pro přívod el. proudu do magnetického jha														
		d) Pomocí vyvedené gumové hadice polít vačkový hřídel promíchanou detekční kapalinou tak, aby tato mohla rovnoměrně stékat po celém povrchu.														
		e) Uvolnit zkoušený kus														
		f) Kontrolovat pohledem a zjistit místa indikovaných trhlin														
		g) Označit zjištěné vady ve spolupráci s OTK														

Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 24

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čís. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	[illegible]

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Strojů	Dělníků	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp-Kčs	Mzda Tk-Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
310		Volná											Č.V.	1 1152	002 5	
320	344 / 9421	a/ Ponořit do vany s naftou 10 ks.						vana nafta								
		b/ Vyčistit kartáčem otvor Ø 14,4 a důlčík A5						olej. kartáč Ø 15								
		c/ Vyfoukat vzduchem otvory Ø 6,4 a Ø 14,4						nástavec na vzd. pistoli								
		d/ Otřít plátnem povrch vačky do sucha														

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
	Vydáv		zm. 02-[illegible]			[illegible]

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Název skupiny: Úplný vačkový hřídel | Čís. výkr. skupiny: | Název součásti: Vačkový hřídel | Čísl. výkr. součásti: 61-002-1152 | Listů 27 | List 25

Operace	Pilna Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroje	Přístroje	Třída sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
321		Používat ochranných pomůcek														
~~332~~	344 MDA 600	a) Vložit 10 ks vaček na dřevěné podložky						dílenská dřevěná podložka					č.V.	1 1152	002 5	
		b) Zasunout do tunelu														
		c) Přepínač na ovládacím panelu přepnout na 7 - 10 vt. do polohy "MAGNETIZACE"														
		d) Přepnout přepínač do polohy "DEMAGNETIZACE"														
		e) Nechat proběhnout celý cyklus														
		f) Vysunout ven z tunelu a vyfouket vzduchem														
330	Volná															

Změny: Pís. | Poč. | Doklad | Platnost | Dne | Podpis

Poznámka:

LIAZ, n. p.

Počet listů 5 List 3.

NORMOVÝ LIST - SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Název součásti: Vačkový hřídel

Číslo modelu:

Staré číslo výkresu:

Operace	ND	Třída	Čas přípravy t BC	Čas stroje nebo zařiz. t AC	Čas t A 32	Čas pracovníka t AC	Mzda za t BC	Mzda za t AC	Tarif	Poznámka
190.		6		4,-		4,-		0,640	310	344
191.										volná
192.										volná
193.										volná
194				provádí se v op. č. 195						
195.		4		1,04		1,04		0,130	310	344
196.				provádí se v op. č. 195						
197.										volná

Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
		03-5172/79	1.10.79		[signature]						

Vypracoval: [signature]ášová
Dne: 4. 9.79

Schválil: Plisc[signature]ová
Dne: 4.9.79

Změny

1. místo: 1. tarif. stupnice 3, tarif. stupnice 3, tarif. stupnice 5
2. místo: 1. směna A, 2. směna B, 3. směna C
3. místo: příplatek 5% 1, příplatek 10% 2

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

ST 40 6554-74

..., n. p.

NORMOVÝ LIST – SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Počet listů: 5 List: [illegible]

Název součásti: **Vačkový hřídel**

Číslo modelu:

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Staré číslo výkresu:

Operace	ND	Třída	Čas přípravy tBC	Čas stroje nebo zařízení tAC	Čas tA 32	Čas pracovníka tAC	Mzda za tBC	Mzda za tAC	Tarif	Poznámka
200.		6		6,02		6,02		0,963	310	344
210.		4		1,73		1,73		0,228	311	344
220.										volná
230.										volná
240.										volná
250.										volná
260.	7			5,57		5,57		1,058	311	344
261.	7			5,09		5,09		0,968	311	344
270										volná
280.										volná
290.	7			18,71		12,21		2,40	321	344
291.	5			1,95		1,95		0,289	311	344

Symbol skladu tarifu: 1. místo: tarif. stupnice [illegible], tarif. stupnice [illegible], tarif. stupnice [illegible]; 2. místo: 1. směna A, 2. směna B, 3. směna C; 3. místo: příplatek 5% 1, příplatek 10% 3

Změny:

Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
		03-5172/79	1.10.79		[illegible signature]						

Vypracoval: Rubášová Dne: 4.9.79

Schválil: Plisc[illegible] Dne: 4.9.79

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ!

ST 40 6554-74

LIAZ, n. p.

Počet listů 5 List 5.

NORMOVÝ LIST - SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Staré číslo výkresu:

Název součásti: **Vačkový hřídel**

Číslo modelu:

Ope race	ND	Třída	Čas přípravy t BC	Čas stroje nebo zaříz. t AC	Čas t A 32	Čas pracovníka t AC	Mzda za t BC	Mzda za t AC	Tarif	Poznámka
292.		5		1,79		1,79		0,265	311	344
293.		5		0,85		0,85		0,126	311	344
294.		6		6,02		6,02		0,963	310	344
295		4		5,64		5,64		0,705	310	344
296.		6		1,68		1,68		0,283	311	344
300.		4		2,—		2,—		0,250	310	344
310.										volná
320.		4		2,41		2,41		0,301	310	344
330.										volná
321				provádí se v op. č. 300						

3. místo: příplatek 5% 1, příplatek 10% 2

4. místo: 1. směna A, 2. směna B, 3. směna C

5. místo: tarif. stupnice 2, tarif. stupnice 3, tarif. stupnice 5

Pís.	Poč	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís.	Poč	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
		03-5172/79	1.10.79								

Vypracoval: Rubášová, Dne: 4.9.79

Schválil: Plischkovič, Dne: 4.9.79

Změny

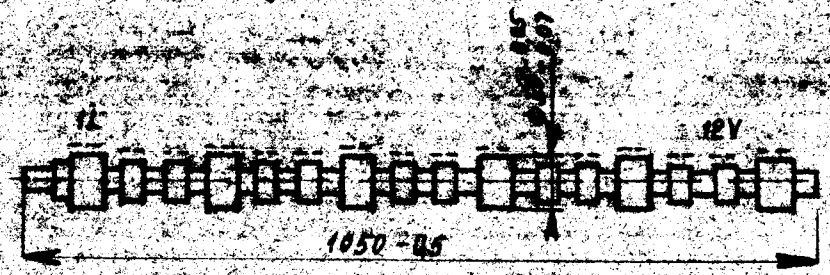
BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

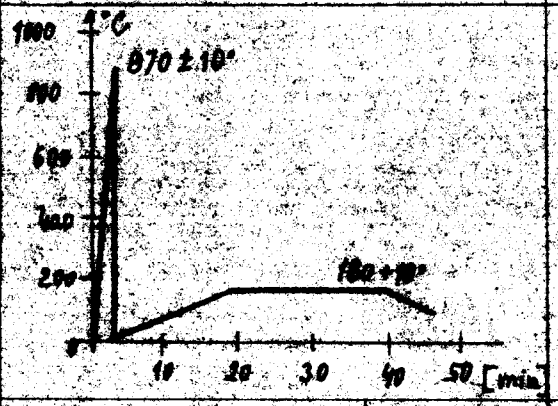
ST 40 6554-74

OPERAČNÍ NÁVODKA TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ

JEDNOTNÉ AUTOMOBILOVÉ ZÁVODY národní podnik JABLONEC n. N.	Název součásti: Vačkový hřídel	TYP: M 634, MS, ML SKUPINA: Motor	Číslo výkresu součásti: 1 1152 002 5
Druh materiálu výchozí: 12 051.3	Druh materiálu konečný: 12.051.9	Váha v kg na operaci tepel. zprac.: HRUBÁ: ČISTÁ: 8,1	Rozměr výchozího materiálu: Ø 54....1052

Náčrt součásti	Schéma tepelného zpracování	Technické požadavky
Plochy označené ----- SF kalit do hloubky 1 ÷ 3 mm na tvrdost 60^{+2}_{-3} HRc. Technologická hloubka vrstvy na vačce min. 1,4 -0,2 mm.		





Operace / Středisko zvod.	Středisko / Pracoviště	Popis práce	Zařízení / Přípravky	Prostředí	Teplota °C	Prodleva / Celkový čas v minutách	Počet kusů
181.	344 / 9172	**Příprava vsázky:** a/ naložit díly na vozík b/ zajet ke kalícímu stroji	vozík				20
190.	344 / 1785	**Indukčně kalit:** a/ pustit vodu do kalícího stroje, zkontrolovat chlazení transformatoru, induktoru, upínací desky induktoru, funkci sprchy b/ seřídit program kalícího stroje hlavní vypínač: pol. III.	SF 100/10000 Hz PU upínací deska 986-379-1.623 sprcha 981-379-1.033 induktor 986-379-1.624	voda	810 ± 10	118"+5" / 158"	

Změny: Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis	Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis		
		03-5131/79			Hosenseidl							Vypracoval: Hosenseidl	Dne: 21.6.79
												Kontroloval	Dne
												Schválil	Dne

OPERAČNÍ NÁVODKA TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ [illegible]

[illegible]	Název součásti: Vačkový hřídel	Číslo výkresu součásti: 1 3151 083 8

Operace / Pracoviště, závod	Jakost / Předpis, č.	Popis práce	Zařízení / Přípravky	Prostředí	Teplota °C	Prodleva	Počet kusů
		prodleva nahoře: 3" prodleva dole: 18-20" posuv stroje: 8 - 8,5 mm/s Tlak vody ve sprše: spodní díl sprchy: 0,15 MPa horní díl sprchy : 0,05 MPa Chlazení transformátoru a induktoru nezměnit. c/ upnout díl do kalicího stroje prvním ložiskem dolů, dvanáctým vačkou doprava d/ provést kontrolu zapínání a vypínání ohřevu a sprchy e/ seřídit funkci generátoru: napětí: 420 V proud : 160 A vačka, 200 A ložisko buzení: max. 3,0 A sía Y 1 díl rezonance: přepínač levý - 2 pravý - 1 f/ zapnout stroj a provést zakalení prvních tří dílů g/ vyjmout díl ze stroje a odložit na vozík h/ provést kontrolu tvrdosti druhého a třetího zakaleného dílu a podle výsledků případně upravit pracovní podmínky kalicího stroje a generátoru	jednozávit. vnitř. Ø 56 nařízka 981-379-1.014 (list 8, list 1) vozík hrot 986-379-1.714 hrot 980-379-1.401				

Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis	Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis		
	2.2n	03-5134/721										Vypracoval: Holasseidl	Dne
												Kontroloval	Dne
												Schválil	Dne

OPERAČNÍ NÁVODKA TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ - pokračování

Listů 4 List 3

LIBERECKÉ AUTOMOBILOVÉ ZÁVODY národní podnik JABLONEC n. N.	Název součásti: Vačkový hřídel	Číslo výkresu součásti: 1 1152 002 5

Operace / Středisko závod	STŘEDISKO / PRACOVIŠTĚ	Popis práce	Zařízení / Přípravky	Prostředí	Teplota °C	Prodleva / Celkový čas v minutách	Počet kusů
		(upravit narážkový systém nebo vyčistit sprchu)					
		Poznámka:					
		Sprchu rozebrat a řádně vyčistit 1 x týdně! ROZEBRAT A ŘÁDNĚ VYČISTIT FILTRY V PŘÍVODU CHLADÍCÍ VODY DO STROJE VŽDY MIN. 1X MĚSÍČNĚ		a/			
		!! Po zakalení 32 kusů proveďte popuštění v co nejkratší době po zakalení posledního kusu dávky k popouštění!!!					
		Kontrola tvrdosti druhého a třetího kusu:					
		a/ provést na každé vačce vpich 3 x (náběh cca 2 mm od kraje, střed, výběh cca 2 mm od kraje) z obou stran, celkem u 12 vaček	Rockwell 1 470 N				
		b/ tvrdost 60^{+2}_{-3} HRc.					
	344 / 9171	Měření hloubky zakalené vrstvy:					
		a/ jednou za 14 dní jeden zmetkový vačkový hřídel	Brinellova lupa				
		b/ vačku rozříznout na gumovce kolmo k ose	gumovka				
		c/ leštit smirkovým plátnem	smirkové plátno 180				
		d/ leptat Nitalem	Nital - 5% - POZOR ŽÍRAVINA!				
		e/ hloubka vrstvy min. 1,4 -0,2 mm					

Změny	Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis	Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis	Vypracoval	Dne
	a	1x	03-5058/80	[illegible]	21.2.80	[illegible]							Kontroloval	Dne
													Schválil	Dne

OPERAČNÍ NÁVODKA TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ - pokračování

Listů 4 List 4

LIBERECKÉ AUTOMOBILOVÉ ZÁVODY Národní podnik JABLONEC n. N.	Název součásti: Vačkový hřídel	Číslo výkresu součásti: 1 1152 002 5

Operace / Středisko závod	Středisko / Pracoviště	Popis práce	Zařízení / Přípravky	Prostředí	Teplota °C	Prodleva / Celkový čas v minutách	Počet kusů
191.		Volná					
192.		Volná					
193.		Volná					
194.	344 / 9171	**Příprava vsázky k popuštění:** Díly uložit na přípravek	přípravek 986-379-1.627				32
195.	344 / 1765	**Popustit:** a/ nastavit teplotu, zapnout pec b/ po zakalení 32 kusů zavezt přípravek do vyhřáté pece c/ ohřev a prodleva d/ vyvézt přípravek z pece a nechat zchladnout volně na vzduchu e/ předat k další operaci	KPO 38/12 přípravek 986-379-1.627	180 + 10	20´ / 40´		32
196.	344 / 9171	**Vybalení vsázky:** a/ sejmout díly z přípravku b/ uložit na vozík	vozík				20
	344 / 5431	**Kontrola tvrdosti:** a/ 3% z denní dávky b/ provedení vtisku na každé vačce 3 x (náběh, střed, výběh) na obou stranách, celkem na 12 vačkách tvrdost 60^{+2}_{-3} HRc					

Změny: Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis	Pís.	Počet	Změna	Platí od	Proved. dne	Podpis		
												Vypracoval	Dne
												Kontroloval	Dne
												Schválil	Dne

závod-dílna | **VÝPOČET NORMY ČASU** | technologická dí | list č. | počet listů | typ

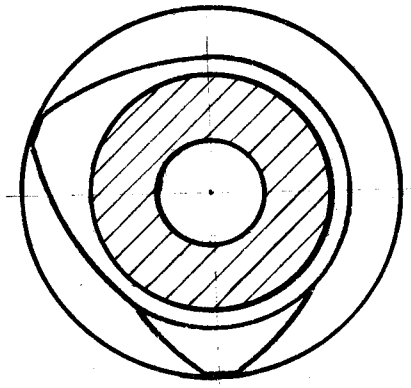
Dílec

název Vačkový hřídel
č.výkresu 11 2 002 5 | č.dílce
č.operace 290 | tarif.třída 7
počet kusů | dávka
materiál 12 051.9 | skup.obráb. 12b
rozměry materiálu ø 50 - 1050
stav materiálu
váha v kg-čistá 8,05 | hrubá 8,10
výroba seřízená-neseřízená

Stroj

pracoviště 5742 | typ stroje SUSZ/N14
průtažná síla | příkon v kW 9
max.dov.zatížení suportu v kg
velikost stroje
počet obsluhovaných strojů 3
poznámka najíždí ve strojním čase automaticky

náčrt



popis operace ~~broušení 1. palců~~ vačkového hřídele, měřit, orovnat kotouč

Poř.čís.	popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_s	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	A_{12}	A_{13}	t_{A31}	normo-čas tab	t_{B1} t_{B3}
1	Upnout a vyjmout s upnutím srdce.					0,29				55/01	
2	spustit a zastavit otáčky dílce.					0,02				61/1	
3	brousit první palec			1,10						změřeno	
4	brousit dalších 11 palců	1,10.11		12,10							
5	měřit 6x					0,55				68/86	
6	orovnat kotouč	13,2 $\frac{1,7}{20}$				1,12				81/2	
	Přenos			13,2		1,98					t_{B1} t_{B3}
	$\sum$ složek času										t_{B1}
	$\sum$ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13}$ =					1,98					t_{B3}
	t_{Ax} ....8.... % 0,08.13,2					1,06					
	t_{A1}					3,04					t_{B1}
	t_{A201} ..... %										t_{B201}
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32} = t_c$					13,20					t_{B3}
	t_A					16,24					t_s
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c = \frac{16,24.1,1}{3}$					5,96					t_{Bc}

$z = \frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$

$S_z = \frac{3,04}{5,41} = 0,56$

t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{Ab} + t_{A13}$

t_{Ax} pro ruč.práce $= t_{A1}$

Vypočítal: Jozífek M. datum 12.5.1980 | kontroloval | datum

VL 1-1

závod-dílna

VYPOČET NORMY ČASU

technologický řád | list č. | počet listů | výkres

Dílec

název Vačkový hřídel

č.výkresu 1 1152 002 5 | č.dílce

č.operace 292 | tarif.třída 5

počet kusů | dávka

materiál 12 051.9 | skup.obráb. 12b

rozměry materiálu ø 50 - 1050

stav materiálu

váha v kg-čistá 8,05 | hrubá 8,05

výroba seřízená-neseřízená

Stroj

pracoviště 4623 | typ stroje VS 20

průtažná síla | příkon v kW 1,6

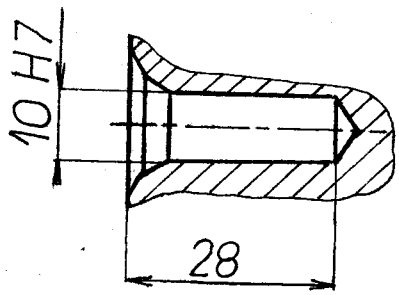
max.dov.zatížení suportu v kg

velikost stroje

počet obsluhovaných strojů 1

poznámka upnutí ve strojním čase

náčrt



popis operace: Vyhrubovat ø 9,6 na ø 9,95; vystružit ø 9,95 na ø 10 H7 do hloubky 28 mm

Poř.čís.	Popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_s	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	A_{12}	A_{13}	t_{A31}	normo. čís.tab.	t_{B1} t_{B3}
1	Upnutí do přípravku.						0,33			113/1	
2	spustit stroj pákou.					0,03				104/1	
3	zapnout a vypnout posuv.					0,04				104/6,7	
4	vyhrubování a vystružování.	28 / 160.0,32		0,55	0,05					výpočet	
5	vyfoukat.					0,02				106/43	
6	měřit ø 10 H7.						0,17			130/32	
7	otočit přípravkem o 120°.					0,06				105/19	
	Přenos			0,55		0,15					t_{B1} t_{B3}
					0,05		0,50				t_{B1}
						0,65					t_{B3}

$s_z = \frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$

$s_z = \frac{0,66}{0,71} = 0,93$

t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A2} + t_{A3}$

t_{Ax} pro ruč.práce $= t_{A1}$

$\sum$ složek času		
$\sum$ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13}$ =	0,65	
t_{Ax} ...2.... %	0,01	
t_{A1}	0,66	t_{B1}
t_{A201} ..... %		t_{B201}
$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$ = 0,55 - 0,50	0,05	t_{B3}
t_A	0,71	t_o
$t_{Ac} = t_A \cdot k_c$ = 0,71.1,11	0,79	$t_{Bc} = t_o \cdot k_c$

Vypočítal: Josífek M. datum 12.5.1980 kontroloval datum

VL 1-1

závod-dílna	VYPOČET NORMY ČASU	technologické zdi	list č. / počet listů	[illegible]

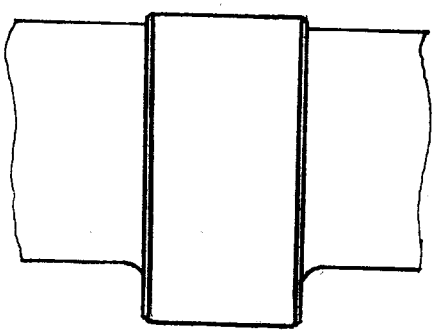
Dílec

název: Vačkový hřídel
č.výkresu: 1 1152 002 5 — č.dílce:
č.operace: 295 — tarif.třída: 4
počet kusů: — dávka:
materiál: 12 051.9 — skup.obráb.: 12b
rozměry materiálu: ø 50 - 1050
stav materiálu:
váha v kg-čistá: 8,05 — hrubá: 8,05
výroba seřízená-neseřízená:

Stroj

pracoviště: 9421 — typ stroje: NS 70
průtažná síla: — příkon v kW: 0,12
max.dov.zatížení suportu v kg:
velikost stroje:
počet obsluhovaných strojů: 1
poznámka:

náčrt



popis operace: odjehlit palce; srazit hrany ø 14,4; protáhnout vrtákem otvory ø 6,4; otvory vyfoukat vzduchem

Poř čís.	popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_S	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	t_{A1} A_{12}	t_{A1} A_{13}	t_{A31}	norma čitab	t_{B1} t_{B3}
1	Vačkový hřídel uchopit, vložit mezi hroty přípravku.					0,27				T8/A2	
2	upnout, odepnout.					0,06				T9/C1	
3	uchopit nástroj, postup- srazit ostří v otvorech ø 6,4; odložit nástroj.	5.0,05				0,25				T5/1	
4	uchopit ruční brusku.					0,04				T2/C6	
5	odjehlit postupně všech 12 palců z obou stran po obvodu.	$\frac{2}{34,5}$ 24						1,40		výpočet	
6	odložit ruční brusku.					0,03				T2/C6	
7	nasunout nástroj, srazit ostří v ø 14,4 u proniků otvorů ø 6,4; vyjmout nástroj.					0,10		0,30		T5/1	
8	vyfoukat vzduchem ø 14,4					0,12				T1/1	
9	vyfoukat vzduchem ø 6,4	0,04.5				0,20				T2/3	
	Přenos									t_{B1} t_{B3}	
	$\sum$ složek času					1,07		1,70		t_{B1}	
	$\sum$ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13} =$					2,77				t_{B3}	
	t_{Ax} ...1..... %					0,03					
	t_{A1}					2,80				t_{B1}	
	t_{A201} ..... %									t_{B201}	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$									t_{B3}	
	t_A					2,80				t_B	
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c$ = 2,80 . 1,096					3,07				$t_{Bc} = t_B \cdot k_c$	

$t_z = \frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$

$S_z = \frac{2,80}{2,80} = 1$

t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A3} + t_{A13}$

t_{Ax} pro ruč.práce $= t_{A1}$

Vypočítal: Jozífek M. — datum: 12.5.1980 — kontroloval: — datum: