Vysoká škola: strojní a textilní v Liberci

Katedra: obrábění a montáže

Fakulta: strojní

Školní rok: 1979/80

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Josefa V A C 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 hrubovacích operací výroby vačkových hřídelů naftových motorů LIAZ M-634

Pokyny pro vypracování:

1/ Politickohospodářský význam zadání pro rozvoj výroby v n.p. LIAZ

2/ Shrnutí a rozbor poznatků o výrobě vačkových hřídelů pro spalovací motory

3/ Rozbor stávajícího výrobního postupu a jeho zhodnocení

4/ Návrh projektu modernizace výroby vačkových hřídelů v oblasti hrubovacích operací

5/ Technologické a ekonomické zhodnocení návrhu

6/ Závěry a směr dalšího řešení

Rozsah grafických laboratorních prací: výkresy, tabulky, grafy

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran teetu

Seznam odborné literatury: Přikryl, Z., Musílková,B.: Teorie obrábění SNTL, Praha, 1976, 198 s.

Degner,W., a kol.: Spanende Formung Technik, Berlin, 1978, 300 s.

Časopisy: Automobilnaja promyšlenosť
Machinery and Produktions Ingeneerig

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaromír Gazda, CSc

Konsultanti: Ing. Jaromír Gazda, CSc
s. Josef Tyrychtr, LIAZ 03, Liberec

Datum zahájení diplomové práce: 15.10.1979

Datum odevzdání diplomové práce: 23.5.1980

L. S.

Doc. Ong. 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 zkoušení strojírenských výrobků

Nástroje obrábění a montáže

Návrh rozšíření kovárenských pásů výroby
odlitových hřídelů motorových ventilů LIAZ M-634

Jméno autora: Josef Vacek
ZP - SP - 1344/90

Vedoucí práce: Ing. Jaromír Sumb, CSc, VŠST Liberec
Konzultanti: Ing. Jaromír Sumb, CSc, VŠST Liberec
Ing. František Sypecka, LIAZ 03 Liberec

Rozsah textové části
Počet stran 68
Počet příloh
a tabulek 22
Počet obrázků 12
Počet výkresů 5
Počet modelů
nebo jiných příloh ... —

22. 5. 1990

KOM OE

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 hrubovacích prací výroby vačkových hřídelů naftových motorů LIAZ M-634

Jméno autora: Josef Vacek
DP - ST - 1544/80

Vedoucí práce: Ing. Jaromír Gazda, CSc, VŠST Liberec
Konsultanti: Ing. Jaromír Gazda, CSc, VŠST Liberec
s. František Tyrychtr, LIAZ 03 Liberec

Rozsah práce a příloh

Počet stran 68

Počet příloh
a tabulek 22

Počet obrázků 12

Počet výkresů 5

Počet modelů
nebo jiných příloh ... —

22. 5. 1980

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

V Liberci dne 22. 5. 1980

Josef Vacek

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

D_s [Kčs.hod^{-1}] ..... náklady na 1 hodinu práce stroje

D_v [Kčs.hod^{-1}] ..... náklady na 1 hodinu vedlejší práce děl.

h [mm] ..... tloušťka odebírané vrstvy

h_p [mm.ot^{-1}] ..... přísuv

k_c [-] ..... přirážka k jednotkové a dávkové normě

k_m [-] ..... součinitel využití materiálu

l [mm] ..... délka

m [kg] ..... hmotnost

n [min^{-1}] ..... otáčky

p [MPa] ..... tlak

Q [l.min^{-1}] ..... dodávané množství

s [mm.ot^{-1}] ..... posuv na otáčku

s_m [mm.min^{-1}] ..... posuv za minutu

T [min] ..... trvanlivost nástroje

t_A [min] ..... norma jednotkového času

t_{A101} [min] ..... čas jednotkové práce pravidelný

t_{A102} [min] ..... čas jednotkové práce nepravidelný

t_{A111} [min] ..... čas jednotkové práce za klidu stroje pravidelný

t_{A121} [min] ..... čas jednotkové práce za chodu stroje pravidelný

t_{A131} [min] ..... čas jednotkové práce strojně ruční pravidelný

t_{A3} [min] ..... čas podmíněně nutných přestávek

t_{AC} [min] ..... celkový čas operace

t_B [min] ..... čas dávkové práce

t_C [min] ..... čas směnové práce

t_s [min] ..... čas automatického chodu stroje

v [$m.min^{-1}$] ..... řezná rychlost

α [°] ..... úhel hřbetu

δ [°] ..... úhel řezu

$\emptyset$ [mm] ..... průměr

σ_{pt} [MPa] ..... mez pevnosti v tahu

1. 1. Nepostradatelnost racionalizace

Ve Směrnicích pro rozvoj národního hospodářství v 6. pětiletém plánu se říká: "Především ve strojírenství urychlit rekonstrukci a modernizaci, umožňující podstatně zvýšit objem výroby na existujících výrobních plochách a to s dosavadním nebo menším počtem pracovníků. Rozšiřováním mechanizace, automatizací a zaváděním progresivních technologií snižovat podíl živé práce ve všech odvětvích národního hospodářství a racionalizovat údržbu, dopravu, manipulaci a skladování surovin, materiálů a hotových výrobků."

Jedním z významných úkolů racionalizace je snižovat materiálové vstupy. Její naléhavost vešla do popředí již ve druhé polovině předcházející pětiletky, a to nejen v souvislosti se změnou cenových relací surovin a energie na světovém trhu, nýbrž i vzhledem k neúměrně velké materiálové a energetické náročnosti naší výroby v porovnání s jinými vyspělými výrobci, stupňujícím se nedostatkem pracovních sil a dalšími faktory.

K výraznému omezení nebo alespoň zmírnění rozporů bylo vyvoláno hnutí za komplexní socialistickou racionalizaci. Jeho posláním je nalézt takové metody a cesty, které dovolí z minima prostředků dosáhnout maximální produkce, samozřejmě aniž by přitom utrpěla její kvalita.

Náš průmysl má výrazně zpracovatelský charakter, podmíněný nedostatkem vlastních surovinových zdrojů, které je proto nutné zabezpečovat dovozem a splácet vývozem hotových výrobků. V ročním úhrnu jde o desítky milionů tun surovin, které je proto nutné dovézt k zabezpečení plynulého chodu národního hospodářství. Znamená to i vysoké nároky na přepravu. Tím naléhavější je požadavek umět z každého kilogramu materiálu vyrobit co

[illegible] výrobků s vysokým podí-
[illegible]em práce, a to při relativně nejnižší spotřebě energie.

Posláním racionalizace je tedy volba takových technických
[illegible] technologických procesů nebo změn v nich, které mají vyso-
[illegible]u účinnost zhodnocení vynaložených nákladů. Uvedené procesy
[illegible] skládají z nepřeberného množství dílčích úkonů a všechny
[illegible]sí splňovat podmínku největší hospodárnosti a současně
[illegible]ektivnosti a kvality. Ušetřit korunu na nákladech znamená
[illegible]tvářet prostředky na společenskou spotřebu.

Proto je tak důležité hledání cest k úspoře každého kilo-
[illegible]amu materiálu či paliva, každé kWh energie, ale právě tak
[illegible] snižování pracnosti, zvyšování technické úrovně a kvality
[illegible]robků. Proto je tak nezbytné úsilí o maximální využití zá-
[illegible]adních fondů.

Soubor opatření ke zdokonalení soustavy plánovitého říze-
[illegible]í po roce 1980 kategoricky vyžaduje využít racionalizace
[illegible]fektivnější výrobě, a proto podněcuje mnohými hmotnými
[illegible]odami takovou výrobu.

Komplexní socialistická racionalizace má a nadále bude
[illegible]t své nezastupitelné místo jako souhrn cest a cestiček nově
[illegible]evovaných k rychlejšímu, hospodárnějšímu a účinnějšímu
[illegible]sahování žádoucích výsledků.

. 2. Význam zadání pro rozvoj výroby v národním podniku LIAZ

Velké úkoly postavené před naše strojírenství musí být
[illegible]lněny i v n. p. LIAZ, protože na automobilech, podvozcích
[illegible] agregátech tohoto podniku spočívá v rozhodující míře silnič-
[illegible]í doprava nákladů a osob v ČSSR a mezinárodní přeprava nákla-
[illegible]. Vozový park tonáže 8 až 12 tun tvoří z 57,1% vozy ŠKODA -
[illegible]IAZ a u souprav pro mezinárodní přepravu TIR dokonce 93%.
[illegible] celkového výkonu silniční přepravy v tunokilometrech bylo

ěmito vozy v ČSSR zabezpečováno zhruba 50%. Vedle výroby nákladních automobilů zavedl národní podnik LIAZ výrobu těžkých kolových tahačů ŠT 180, zkonstruovaných na bázi automobilních agregátů.

Podle koncepce rozvoje výroby silničních nákladních automobilů v n. p. LIAZ 01, 03, 04 v aglomerační oblasti Jablonec, Liberec, dochází k specifikaci výroby motorů nad 148 kW do 308 kW.

Závod 03 Liberec - Hanychov převzal od závodu 01 Jablonec nad Nisou výrobu vačkových hřídelů s denní kapacitou 100 kusů. Nárůst objemu produkce a nedostatek pracovních sil vyžaduje provézt rekonstrukci stávající výrobní linky vačkových hřídelů. Cílem je zvýšení produkce do roku 1985 o 50%. Musí být zachován stávající počet výrobních dělníků, na stávajících výrobních plochách s maximálním využitím stávajícího zařízení. Znamená to tedy vyrábět 37 000 kusů vačkových hřídelů ročně, proto bude nutné podstatně zkrátit takt linky.

Potřebný takt linky:

$$T = \frac{60\ F}{P} = \frac{60 \cdot 3856}{37\ 000} = 6{,}25 \text{ min.}$$

F ... časový roční fond obráběcích strojů při dvousměnném provozu podle údajů GŘ ČAZ

P ... výhledová roční produkce v roce 1985

K racionalizaci bude přistoupeno v těchto směrech:

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

b/ zavedením vícestrojové obsluhy, kde není možné použít ad a/

c/ zavedením nových výkonnějších strojů, které zaručí podstatný růst produktivity práce

d/ důsledným řešením vícestrojové obsluhy u rozdílných operací pro úsporu pracovních sil

2. ROZBOR STÁVAJÍCÍHO VÝROBNÍHO POSTUPU

2. 1. Zdroje informací pro rozbor

1. Technickoorganizační podklady - technologický postup, návodky, výkonové normy, technickoorganizační projekt, plán provozu, nákres linky, výrobní a technické pasporty zařízení.

2. Údaje operativně technické evidence - údaje o využití pracovní doby dělníků, strojů, rovnoměrnosti a rytmičnosti výroby, prostoje, nákladech.

3. Plánovací podklady útvarů řízení výroby - údaje o velikosti a periodicitě dávek, průběžné době výrobků.

2. 2. Stávající výrobní postup

2. 2. 1. Polotovar a jeho přísun

Vačkový hřídel číslo výkresu 1 1152 002 5 je obroben z taženého na měkko žíhaného materiálu 12 051.3 ČSN 42 6510.
Charakteristiky 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 σ_{pt} = 700 - 800 MPa
- třída obrobitelnosti: 12b

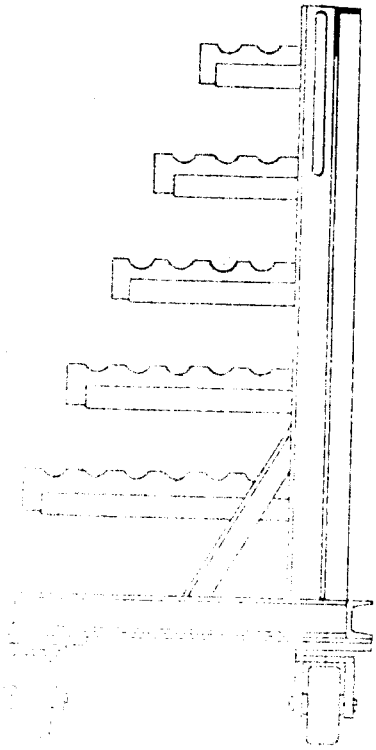
Tento materiál je výhodný pro vysokofrekvenční kalení. Jeho dodavatelem je ŽBC, národní podnik Hrádek u Rokycan.

Atestovaný tyčový materiál ⌀ 54, délky 3 . 1052 = 3156^{+100} je ve svazcích po 40 - 45 kusech, to je o celkové hmotnosti 2 300 - 2 600 kg dopravován nákladním automobilem do závodu 01 IAZ 01 Jablonec nad Nisou. Zde se materiál řeže na strojní pile PHA 27. Nařezaný materiál délky 1052^{+1} mm je paletován po 25 kusech a převážen nákladním automobilem do závodu 03 Liberec. Převáží se vždy dávka zhruba po 450 kusech, které se skládají

na volné prostranství před obrobnou M4. Ve snaze zabránit povrchové korozi je materiál v maximálním množství navezen 1. stroji linky vačkových hřídelů.

2. 2. 2. Mezioperační a operační manipulace

Mezioperační manipulace se provádí až ke stroji SPT - operace 070 - převozem palet s negativními jevy, jako je čekání na převoz vysokozdvižným vozíkem nebo přenášení tyčí hmotnosti 12 - 19,3 kg na vzdálenost 3 - 6 m. Mezi dalšími operacemi je používán speciální manipulační vozík číslo výkresu T 30101 / viz obr. 1 / ručně tažený.

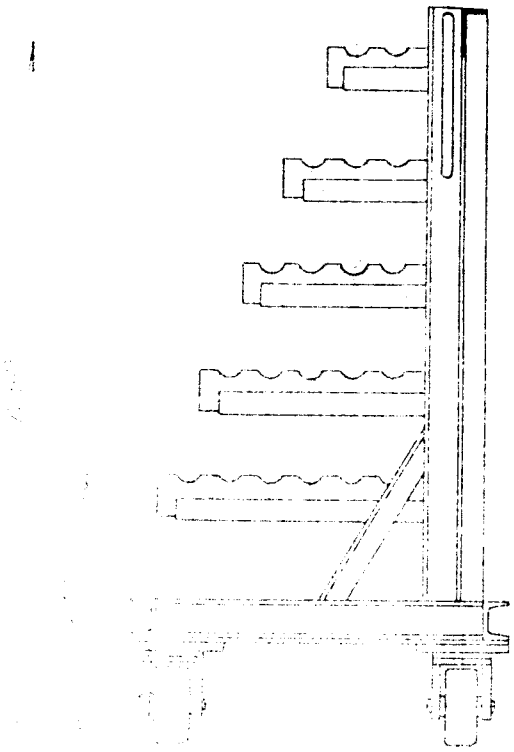


Obr. 1 - manipulační vozík

na volné prostranství před obrobnou M4. Ve snaze zabránit povrchové korozi je materiál v maximálním množství navezen k 1. stroji linky vačkových hřídelů.

2. 2. 2. Mezioperační a operační manipulace

Mezioperační manipulace se provádí až ke stroji SPT - operace 070 - převozem palet s negativními jevy, jako je čekání na převoz vysokozdvižným vozíkem nebo přenášení tyčí hmotnosti 12 - 19,3 kg na vzdálenost 3 - 6 m. Mezi dalšími operacemi je používán speciální manipulační vozík číslo výkresu T 30101 / viz obr. 1 / ručně tažený.



Obr. 1 - manipulační vozík

Vlastní operační manipulace se provádí ručně. Práce na [illegible] linky je poměrně fyzicky namáhavá, což samozřejmě nepříznivě ovlivňuje pracovní výkonnost, podstatně prodlužuje vlastní manipulaci s materiálem. Této důležité oblasti bude věnována zvláštní kapitola.

2. 2. 3. Třískové hospodářství

Třískové hospodářství linky vačkových hřídelů navazuje na třískové hospodářství závodu. Ocelové třísky jsou ručně nakládány pomocnou silou na vozík Multikár 22 a odváženy na centrální šrotiště. U strojů, produkujících zaolejované třísky, jsou použity pro odkapání speciální nádoby. Olej se z nádoby vrací zpět do stroje. Při produkci 25 000 kusů vačkových hřídelů v roce činí celková hmotnost třísek:

$(19,3 - 8,3) \cdot 25\,000 = 275\,000$ kg za rok.

Je proto nutné věnovat pozornost racionalizaci třískového hospodářství, protože větší podíl výchozího materiálu se mění v třísky a při plánované výrobě 37 000 kusů za rok **vychází** hmotnost třísek 407 000 kg za rok, to je zhruba 1 600 kg za pracovní den.

2. 2. 4. Rozbor jednotlivých operací

2. 2. 4. 1. Operace 010 - dělení materiálu

Řezání tyče na délku 1052^{+1} se provádí externě v závodě LIAZ 01 Jablonec. Manipulace s materiálem je pomocí speciálního vozíku, který umožní dělení materiálu. Čas trvání operace $t_{AC} = 1,98$ min. a mzdové náklady jsou 0,245 Kčs. Čas této operace je vyhovující a nedojde v ní k žádným změnám. Přesunutí pily do závodu LIAZ 03 by podstatně snížilo dopravní náklady, avšak vyžadovalo by vystavět přístavek k hale [illegible] polotovarů. [illegible] trojkolejnicovým systémem na možné přesunutí pily na začátek linky.

2. 2. 4. 2. Operace 011 - praní

Po přivezení tyčového materiálu do závodu LIAZ 03 se před započetím obrábění provádí praní v Alkonu. Alkon A je silně alkalický nepěnivý odmašťovací připravek, založený na bázi metakřemičitanů a fosforečnanu sodného.

Pracovní podmínky: složení lázně 2 - 5 kg Alkonu na 100 l
obsah Na_2O 4 - 10 g na 1 l
teplota lázně 60 - 90°C

Příprava lázně:

1. Vyčištěnou vanu naplnit čistou vodou téměř po přepad.
2. Ve zvláštní nádobě postupně rozpustit příslušné množství Alkonu A. Roztok po rozpuštění vlít do pracovní vany a obsah doplnit po přepad.

Tato operace se provádí pro odstranění konzervace, která je nutná pro převoz ze závodu 01 do závodu 03 a jeho skladování na volném prostranství.

2. 2. 4. 3. Operace 020 - navrtání a zarovnání čel

V této operaci se provádí zarovnání čel na délku 1 050 mm a navrtání otvorů z obou stran za současného soustružení povrchu na průměr $52{,}4_{-0{,}1}$ mm v délce 40 mm na straně budoucího závitu. Provádí se na navrtávačce ZM 160 firmy Fischer /Švýcarsko/. Strojní čas této operace je 3,10 min. Tento čas je vyhovující i pro plánované zvýšení výroby. Jako nedostatek se zde jeví obtížná manipulace s materiálem, kdy dělník zvedá vačku z palety, která leží na podlaze. Na tomto stroji se pracuje ve dvoustrojové obsluze s následující operací 040.

2. 2. 4. 4. Operace 040 - soustružení povrchu

Tato operace se skládá ze soustružení povrchu na 2 třísky - 1. třeska na ⌀52, 2. tříska na ⌀$51_{-0{,}1}$ noži, které jsou v tandemu 100 mm za sebou. Provádí se na 2 třísky proto,

Ve hřídel je poměrně štíhlá a obrábění jedním nožem by vedlo k rozkmitání hřídele a tím vznikající nepřesnosti.

Na tuto operaci se používá soustruh SP 31, kde se jako šablony používá jeden obrobený kus. Používané řezné podmínky jsou: $v = 80\ m \cdot min^{-1}$ a $s = 0{,}3\ mm \cdot ot^{-1}$. Hlavně posuv se jeví jako nízký, což znatelně prodlužuje strojní čas, který je 6,08 min. Řezné podmínky jsou nízké jak z hlediska břitových destiček, tak z hlediska držáků /45 x 32 mm/ i příkonu stroje /43 kW/. Navíc se operační čas zvětšuje ještě o používání jeřábu na přemísťování hřídele z operace 020, který činí 1,50 min. I rozmístění strojů pro dvoustrojovou obsluhu je nevhodné a zvětšuje fyzickou námahu pracovníka.

Ze všech uvedených důvodů vyplývá, že v této operaci bude muset dojít ke změně řezných podmínek i manipulace s materiálem a k lepšímu rozestavění strojů.

2. 2. 4. 5. Operace 050 - hluboké vrtání

V této operaci se provádí vrtání otvoru ⌀ 14,4 do hloubky 820^{+5} mm systémem BTA. Provádí se na dvou vyvrtávačkách SZ 10, které mají 2 vřetena. Za stávajících řezných podmínek: $v = 61\ m \cdot min^{-1}$, $s = 0{,}06\ mm \cdot ot^{-1}$ trvá strojní čas t_s 9,98 min. Navíc se v normě spotřeby času uvažuje, že během vrtání se s vrtákem 5x vyjede z řezu, očistí se a otvor vypláchne, prodlužuje se tím podstatně oprační čas o 3,70 min. Při obsluze průměrně tří vřeten najednou pracujících jedním pracovníkem, je toto opatření téměř vyloučeno provádět.

Problému hlubokého vrtání bude vyhražena jedna kapitola, protože tato operace patří mezi klíčové v lince na výrobu vačkových hřídelů a mohla by být zrušena pouze v případě změny konstrukce celého motoru.

2. 2. 4. 6. Operace 060 - praní

Praní v Alkonu se provádí pro dokonalé vyčištění otvoru, vyvrtaného v operaci 050, a k očištění hřídele od nečistot.

2. 2. 4. 7. Operace 070 - soustružení

Provádí se soustružení podle šablony na straně budoucího závitu a zároveň vybrání mezi palci a ložiskovými čepy. Je to operace časově velmi náročná - t_s = 10,17min. Pro tuto práci se používají soustruhy Fischer a SPT 20, na kterých se pracuje v dvoustrojové obsluze. Používané řezné podmínky jsou poměrně vysoké a muselo by dojít k jejich podstatnému zvýšení, aby nebylo nutné zavedení dalšího stroje. Bude navržen nákup dalšího stroje SPT 20.

2. 2. 4. 8. Operace 080 - soustružení

V této operaci se soustruží v automatickém cyklu vybrání mezi palci a na straně frézovaných plošek ⌀45 mm v délce 15 mm. Provádí se na stroji SP 31 a strojní čas t_s = 3,41min. U tohoto stroje je normován velký čas nepravidelné obsluhy, což podstatně zvyšuje i celkový čas stroje t_{AC} = 6,30 min. Na stroji není možno nastavit rychloposuv mezi palci, nůž se pohybuje neustále pracovním posuvem.

2. 2. 4. 9. Operace 090 - rovnání

Rovnání se provádí na stroji CDC 30. Hřídel se vyrovná na maximální házivost ±0,1 mm. Operace je nutná před dalším obráběním, to je broušením ložiskových čepů a kopírováním palců. Provádí se ve speciálním přípravku s odpruženými hroty, v nichž je hřídel upnuta. Pod ložiskovými čepy jsou umístěny mikrometrické hodinky. Obsluha stroje si ručně pootáčí hřídelí a kontroluje házivost. Zjistí místo její maximální velikosti, to posune pod hlavici, která je na umístěna na silovém orgánu rovnacího stroje. Ruční pákou je ovládán zdvih. Rovnání probíhá tak dlouho až dojde k vyrovnání hřídele na dovolenou házivost. Otáčení hřídelí i posouvání stolem se provádí ručně. Práce na rovnacím stroji vyžaduje zručnost a zkušenost. Tato operace je časově obtížně znormovatelná.

2. 2. 4. 10. Operace 100 - broušení

Je to postupné broušení ložiskových čepů na $\varnothing 50,4_{-0,1}$. Provádí se na brusce BUA 31/1500. Parametry broušení: přídavek a = 0,6 mm, přísuv h_p = 0,011 mm . ot^{-1}, otáčky obrobku n_o = 150 min^{-1}, počet vyjiskřovacích otáček n_v = 5. Používá se brousící kotouč A 99B 25M 8V o rozměrech 500 x 50 x x 203 mm. Je to kotouč z umělého korundu bílého, střední zrnitosti a tvrdosti, pórovitý, s keramickým pojivem. Broušením nedochází k velkému zlepšení drsnosti a tolerance 0,1 také nevyžaduje tuto operaci. Bylo by možné tuto operaci vypustit, při příslušné změně v operaci 020.

2. 2. 4. 11. Operace 110 - frézování

Je to frézování dvou unášecích plošek na míru 25 h11. Provádí se na frézce FA 3V. Vačkový hřídel se upíná do svěráku. Jelikož jsou požadavky na souosost a souměrnost, je čas upínání a odepínání poměrně dlouhý, činí 1,76 min. Při použití přípravku pro více vačkových hřídelů by došlo ke zkrácení tohoto času. Obrábění se provádí dvěmi jemnozubými frézami s bočním ostřím, které jsou na trnu nastaveny na daný rozměr. Dovolují poměrně vysoký posuv s_m = 80 mm . min^{-1}, proto i strojní čas je krátký - t_s = 1,76 min.

2. 2. 4. 12. Operace 121 - soustružení palců

Provádí se na dvou strojích - DNC 15NDA firmy Loewe a SPT 7. Na stroji Loewe se provádí kopírování palců na dvě třísky - 1. tříska na průměry válcových částí $\varnothing 41_{-0,5}$ a $\varnothing 44_{-0,5}$, 2. tříska na $\varnothing 36_{-0,4}$ a $\varnothing 39_{-0,4}$. Přeseřízení stroje na 2. třísku se provádí po osoustružení dávky na 1. třísku. Dávka činí zpravidla asi 100 kusů hřídelů. Na soustruhu SPT 7 se provádí obrábění na 1 třísku. Objevují se však problémy s přesností takto vyrobených vaček, což zřejmě souvisí s velkým úběrem při poměrně malé tuhosti vačky. U této operace se používá dvoustrojová obsluha.

Bylo by možné nahradit soustružení kopírovacím frézováním, což by mělo přinést podstatný růst produktivity práce i přesnosti obrábění. Tato operace je velmi důležitá a její problematice bude věnována zvláštní kapitola.

2. 2. 4. 13. Operace 150 - rovnání

Rovnání se provádí před operací broušení palců, aby bylo možné udržet požadovanou přesnost. Provádí se na stejném stroji jako operace 090.

2. 2. 4. 14. Operace 160 - broušení

Broušení palců se provádí na průměr válcové části $34,6_{-0,1}$ a $37,6_{-0,1}$ na speciální brusce CHŠZ - N14. Odebírá se tedy přídavek a = 1,4 mm. Používá se brousící kotouč A99B 32N 7V - bílý umělý korund, střední zrnitosti a tvrdosti, pórovitý, s keramickým pojivem. Rozměry kotouče jsou 600 x 32 x 305 mm. Řezné podmínky jsou podle zvoleného programu proměnné, otáčky obrobku se mění v rozsahu 15 - 30 min^{-1}. Celkový čas stroje t_{AC} = 9,59 min, což je velmi nevýhodné a vyžadovalo by nákup dalšího stroje. Operace nepřináší podstatné zvýšení kvality povrchu a při použití přesnějšího stroje v operaci 121 by mohla vypadnout. Bude nutné pečlivě brousit po kalení.

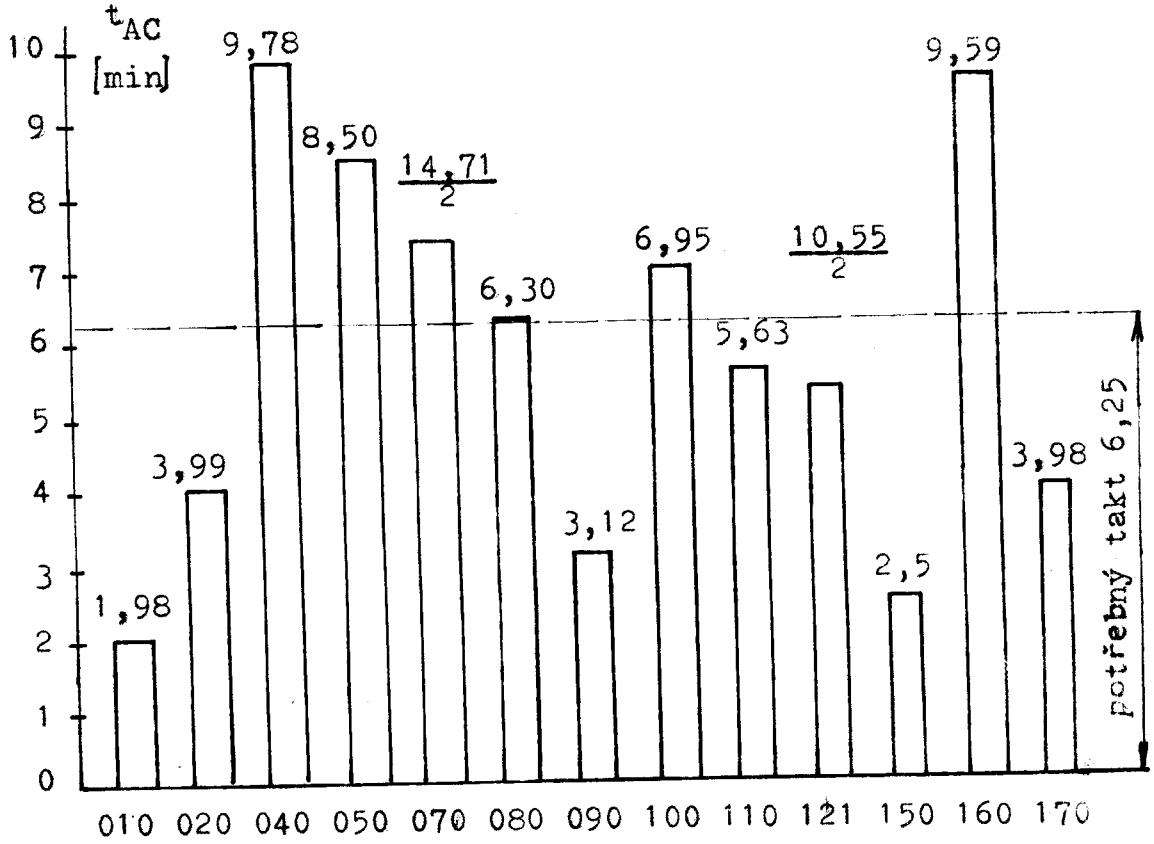
2. 2. 4. 15. Operace 170 - vrtání

V této operaci se provádí vrtání mazacích otvorů ⌀6,4 v pěti ložiskových čepech na svislé vrtačce VS 20 speciálním vrtákem. Používá se polohovacího přípravku. Používané řezné podmínky jsou v = 16 m . min^{-1}, s = 0,08 mm . ot^{-1}. Celkový čas stroje t_{AC} = 3,98 min je vyhovující. Pro použití dvoustrojové obsluhy by bylo výhodné kdyby stroj pracoval v poloautomatickém cyklu. Jako výhodné se jeví použití vrtacích jednotek. Bude muset dojít ke konstrukční změně vačkového hřídele - otvory budou proti sobě pootočeny o 180 .

2. 2. 5. Zhodnocení dosavadního výrobního postupu

Z hlediska polotovaru je tento velmi nevýhodný, protože větší část materiálu se mění v třísky, což má značný vliv i na třískové hospodářství. V oblasti manipulace jsou rezervy ve využití mechanizace.

V oblasti vlastního obrábění jsou také četné rezervy u jednotlivých operací. Z diagramu celkových časů strojů t_{AC} / obr. č. 2 / vyplývají možnosti vylepšení.



Obr. 2 - celkové časy zařízení t_{AC}

Možnosti vylepšení výrobního postupu:

a/ změnit řezné podmínky u operací 040 a 050 - zkrátit t_s
b/ zrušit obě broušení před kalením při úpravě výrob. postupu
c/ u operace 110 použít přípravek pro obrábění více hřídelů
d/ využít produktivnější technologii při výrobě palců
e/ použít v nejširší možné míře vícestrojovou obsluhu

3. TEORETICKÉ POZNATKY K VÝROBĚ VAČKOVÝCH HŘÍDELŮ

3. 1. Rozbor polotovaru

3. 1. 1. Obecné údaje o volbě polotovaru

Hřídele se zhotovují zpravidla:

a/ z válcovaného materiálu
b/ z volně kovaných a zápustkových výkovků
c/ z odlitků
d/ složené z více elementů

Tvar polotovaru se zpravidla určí porovnávacím výpočtem jejich vlastních nákladů a požadavků, kladených na jakost polotovaru. Porovnává se zpravidla celková pracnost, náklady na mechanické obrábění, cena polotovaru hřídele při různých způsobech výroby.

3. 1. 2. Technologičnost polotovaru

Závisí na tvaru, rozměrech, jakosti materiálu z něhož jsou zhotoveny. Účelná se jeví volba polotovaru, který svým tvarem a rozměrem je blízký hotové součásti, náhrada těžkých celistvých hřídelů složenými, zmenšení počtu ploch, které je třeba obrábět.

Hodnotí se:

- pracnost - charakterizována složitostí obrábění a možností použití produktivních postupů obrábění; skládá se z pracnosti přípravných prací, mechanického obrábění, tepelného zpracování, povrchových úprav.
- součinitel využití materiálu k_m

$$k_m = \frac{\text{čistá hmotnost obrobku}}{\text{hmotnost polotovaru}}$$

z tohoto koeficientu lze usoudit jak je polotovar účelný, charakterizuje objem mechanického obrábění.

Polotovar bude výhodný, jestliže pracnost a tím i náklady budou minimální a k_m by se měl blížit jedné.

3. 1. 3. Možnosti racionalizace polotovaru

Válcovaný materiál

Tento polotovar je z hlediska využití materiálu nevýhodný, protože vačková hřídel je bohatě členěná. Součinitel využití materiálu je při čisté hmotnosti obrobku 8, 3 kg a hmotnosti polotovaru 19,3 kg roven 0,43. Jak již bylo konstatováno větší část materiálu se mění v třísky. Výhodná je cena, která odpovídá množství zhmotnělé práce v polotovaru. Podle posledních údajů je cena 80,09 Kčs. Prudce vzrůstá pracnost, která vyjádřena v mzdových nákladech je v závodě 03 22,69 Kčs a v závodě 01 0,25 Kčs. Musí být rozsáhlý park obráběcích strojů i poměrně rozsáhlé výrobní plochy.

Možnost změny materiálu a použití cementace jak se provádí v n. p. Tatra /materiál 14 120.3/ by sice přineslo zřejmě úsporu v ceně polotovaru, ale vyžádalo by si další zařízení pro cementaci a výrobní plochy. Nedošlo by k úsporám při obrábění, protože třída obrobitelnosti je u obou materiálů shodná - 12b.

Volně kovaný nebo zápustkový výkovek

Zápustkový výkovek by přinesl podstatnou úsporu obrábění, které by se omezilo na vrtání hlubokého otvoru a dokončovací práce, případně i kopírování palců. Pro sériovou výrobu se uvádí průměrná cena 1 kg výkovku 19 Kčs. Cena polotovaru by za předpokladu hmotnosti 12 kg byla asi 230 Kčs proti současným 80 Kčs. Úspora nákladů při obrábění by byla proti tomuto nárůstu nepatrná. Bylo by možno použít i rotačního kování, výsledek bude podobný.

Navíc zkušenosti s obráběním výkovků říkají, že jsou velmi rozdílné hodnoty tvrdosti povrchu, to znamená obtížné určování řezných podmínek i značné problémy ve výrobě. Navíc n. p. LIAZ nemá tak výkonnou kovárnu, což by znamenalo zakázkovou výrobu polotovaru.

Odlitek

Odlitá vačková hřídel by přinesla podobné úspory jako výkovek co se týče obrábění. Není však v odborné literatuře zmínka o lité vačkové hřídeli tak velkého rozměru. U osobních automobilů se častěji používají. Článek / 11 / uvádí příklad osobního vozu Chevrolet Vega 2300, který má vačkovou hřídel odlitou ze šedé litiny legované 1,12 % Cr a 0,5 % Mo. Základní chemické složení je 3,33 % C, 2,28 % Si, 0,81 % Mn, 0,05 % P, 0,06 % S. Toto složení ovlivňuje mikrostrukturu v jádře tvořenou lamelovým perlitem. V perlitické hmotě jsou uloženy útvary ledeburitického cementitu, vytvářející nesouvislou síť. Tvrdost odlitku v jádře je 240 HB. Vačky jsou indukčně kalené na vrcholech do hloubky 12 mm a na bocích 5 mm. Tvrdost je 47 - 54 HRC. Obrobená část má délku 520 mm, hmotnost je 4,55 kg. Pět broušených ložisek má ∅58, osm palců má výšku 44 mm při průměru základní kružnice 33,5 mm, tělo hřídele má ∅27 mm.

Z uvedeného vyplývá, že tato vačka je hmotnostně asi poloviční proti naší hřídeli. Bylo by třeba vyřešit velké množství problémů ze slévárenství. Je otevřenou otázkou při jak velké výrobě by byl tento polotovar rentabilní? Navíc slévárna LIAZu v Ostašově je plně vytížena a výroba odlitku by vyvolala velké investiční náklady přímo ve slévárně.

Složený vačkový hřídel

V n. p. LIAZ byl před deseti lety vypracován projekt kapilárně pájené vačky. Používán byl stejný materiál - 12 051. Polotovar byla trubka 30 x 6, k níž byly připájeny palce. Vačkový hřídel se skládal ve speciálním přípravku a přesnost byla dostatečná. Trubka byla roztahována trnem a nebyla vůbec obráběna, pouze odmaštěna. Při zkoušce se asi po 7 000 km uvolnily palce. Příčinou bylo nedostatečné napájení.

Z hlediska obrábění by šlo o kopírování palců a dokončovací operace. V případě vyválcování polotovaru na palce podle konečného jeho tvaru, by šlo pouze o dělení a broušení. Použití této metody by přineslo značné úspory obrábění, bylo by však nutné zaměřit se na kvalitu kapilárního pájení. Náklady na kapilární pájení jsou též vysoké / pec /.

3. 1. 4. Zhodnocení

Problematika volby jiného polotovaru je velice složitá a ve velkém množství otázek přesahuje rámec této DP. Byl by nutný hluboký technický i ekonomický rozbor všech použitelných polotovarů. Další řešení bude provedeno se stávajícím polotovarem - tyčí průměru 54, délky 3300, ČSN 42 6510.

3. 2. Manipulace s materiálem

3. 2. 1. Zásady racionální manipulace / 12 /

1. Zásada přímých a nejkratších dopravních cest. Je to základní podmínka ke zkracování průběžných dob, jejichž délka je v rozhodující míře ovlivněna manipulačními operacemi.

2. Zásada vyloučení zbytečných manipulací. Jedná se o 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, plynulosti materiálového toku. Sladěním výkonů manipulačních a technologických zařízení, rovnoměrnou rychlostí a přímočarostí materiálového toku lze dosáhnout této zásady.

4. Zásada postupné mechanizace manipulace. Uplatňování této zásady přináší postupné zvýšení produktivity práce, odstraňuje nebo omezuje práce zdraví škodlivé, nebezpečné a velmi namáhavé. Je třeba pečlivě uvážit všechny technické a ekonomické činitele, které jsou pro použití mechanizace

a transportních zařízení rozhodující.

5. Zásada vhodných pracovních podmínek a bezpečnosti práce. Zahraniční zkušenosti ukazují, že pro vytvoření bezpečného pracovního prostředí je třeba práci mechanizovat i v těch případech, kdy jde o únavnou stále se opakující práci, při níž dělník zvedá břemeno z podlahy až nad hlavu, popřípadě zvedá-li předmět přes 30 kg z podlahy do výše pasu a břemeno o hmotnosti větší než 40 kg z podlahy do výše kolen.

3. 2. 2. Přehled zařízení pro manipulaci s kusovým materiálem v malosériové a sériové výrobě

Podvěsné jednokolejnicové dráhy

Jsou téměř klasickým prostředkem, zejména v poslední době velmi zdokonaleným. Vyrábějí se s pojízdnými elektrickými kladkostroji nebo s taženými vozíky, vyhýbkami, odstavnými drahami, se spuštěnými úseky. Řízení nosiče břemen /vozíku/ je mechanické, pneumatické, hydraulické, elektronické, optické a kombinované. Systém řídí vlastní minipočítač nebo je zapojen na centrální řídící počítač. Systém je velmi pružný a lze jej kombinovat s výtahy, válečkovými a pásovými dopravníky. 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. Podvěsná dráha se vyrábí pouze na zakázku.

Podlahové tahače a vozíky

Je to další velmi pružný systém, vhodný pro automatizaci dopravy v nižších typech výroby a ve stávajících komplexech budov. Z dosud vyvinutých podlahových tahačů a vozíků bez řidiče se nejvíce rozšířil systém indukčně

řízených. K pohonu vozíků i tahačů se používá akumulátorů a sériových stejnosměrných motorů, často impulsně řízených. Dopravní dráha je vytýčena drátem uloženým v podlaze a napájeným nízkofrekvenčním generátorem.

Tyto indukčně řízené vozíky nejsou u nás ani ve státech RVHP vyráběny.

Podlahový řetězový oběžný dopravník

Má pro vlečení vozíků tažný řetěz uložen v kanále v podlaze. Jeho unášecími palci jsou vlečeny vozíky. Vyřazení vozíku na místě určení nebo jeho zařazení na jiný okruh lze provádět automaticky nařízením předvolby na vozíku. Zařazení vozíku do oběhu se provádí ručně. Tento systém se používá hlavně pro zásobování skladů mezi sebou. U nás jsou běžně vyráběny.

Dopravníkové systémy

Tyto systémy zaujímají významné místo při automatizaci dopravy. Z mnoha druhů dopravníků jsou to zejména jednodráhové a dvoudráhové řetězové oběžné visuté dopravníky, válečkové a kladičkové tratě. Jejich nasazení je obvykle efektivní v předmětně organizované výrobě, ve vyšších typech výrob. Výrobek v průběhu dopravy zůstává zpravidla na dopravníku a ten buď zajišťuje technologickou operaci sám nebo je vykonává stroj nebo dělník.

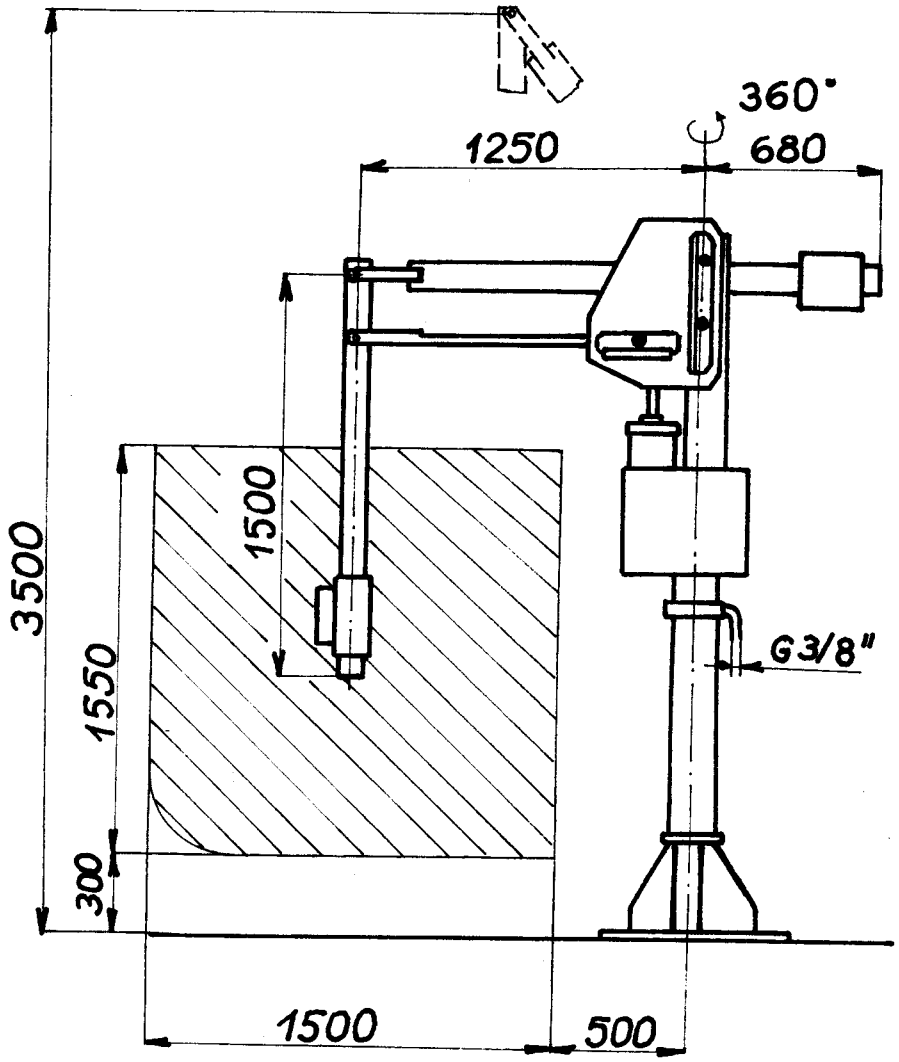
Většina těchto dopravníků se vyrábí u nás, i když v malém sortimentu a zpravidla na zakázku.

Zařízení pro operační manipulaci

Jsou to zpravidla speciální zařízení určená pro určitý typ strojů, pro určitou operaci. Nadějné řešení automatizace operační manipulace slibují průmysloví roboti. Jejich adaptibilita pro rozměr, hmotnost i prostorový pohyb, jakož i možnost programování dává velkou naději do budoucna.

Dalším významným prvkem automatizace operační dopravy jsou pneumatické manipulátory. Jejich problematika se řeší na úrovni státního úkolu. Cílem úkolu je vyvinout typovou řadu průmyslových robotů a manipulátorů pro automatizovaná pracoviště ve strojírenské výrobě. V podstatě jde o vývoj základní řady robotů a manipulátorů o nosnosti 4, 16, 32 a 63 kg.

V současné době si tuto problematiku řeší podniky samostatně svou konstrukcí. Jediným v současnosti sériově vyráběným pneumatickým manipulátorem je typ PMS - 180, jehož výrobcem je n. p. Škoda Ostrov nad Ohří / viz. obr. 3 /.



Obr. 3 - pneumatický manipulátor PMS - 180

Popis, funkce stroje:

Hlavním celkem je závěsný sloup, který je svou přírubou zavěšen na nosníku. Otočná část sloupu nese systém pák se závěsným ramenem. Na konci je opatřeno závěsem a může být doplněno různými pomocnými přípravky. Je-li zařízení pod tlakem vzduchu je soustava pák vyvážena pomocí protizávaží a silou pneumatického válce. Není-li zařízení pod tlakem, nelze s rameny manipulovat. Chceme-li břemeno přenášet, zapneme ovládací obvod dvoupolohovým třícestným šoupátkem, které je umístěno ve skříňce na závěsném rameni. Redukčním ventilem řídíme ovládací tlak, aby břemeno bylo vyváženo. Nesmí dojít k jeho samovolnému stoupání ani klesání. Další manipulaci s břemenem provádí obsluha a pneumatický šoupátkový regulátor řídí přepouštění nebo odpouštění vzduchu z pneumatického válce samočinně. V případě náhlého přerušení dodávky tlakového vzduchu do zařízení nedojde k pádu břemene, neboť tlakem ovládané dvoupolohové šoupátko uzavře přívod do pneumatického válce.

Cena manipulátoru je 40 000 Kčs. Bylo by výhodné vytvořit vlastní konstrukci manipulátoru, která by měla výhodu snížené vlastní hmotnosti a nižší ceny. PMS - 180 je konstruován pro maximální hmotnost břemene 180 kg, což se negativně odráží v setrvačnosti jeho hmoty při manipulaci s břemenem o hmotnosti kolem 20 kg. Schema pneumatického vyvážení by mohlo být převzato s původní dokumentace manipulátoru PMS.

Automatizované sklady

Používají se jako sklady surovin, rozpracovaných výrobků i hotových výrobků. Ve světě pracují již stovky těchto plně automatizovaných skladů. Základem automatizace jsou ponejvíce výškové regály se zakladačovou technikou a soustavou příjmových a expedičních linek včetně kontrolních, balících a jiných zařízení.

Z uvedených zařízení pro manipulaci s kusovým materiálem by se pro případ výrobní linky vačkových hřídelů nechal s výhodou použít podvěsný dopravník. Zaujímá menší podlahovou plochu než ostatní zařízení a lze ho zastavět do stávajícího provozu. Pro manipulaci s materiálem mezi jednotlivými stroji by bylo výhodné použít pneumatický manipulátor, zejména na počátku linky kde je hmotnost obrobku přes 15 kg.

3. 3. Optimalizace procesu obrábění kovů řezáním

3. 3. 1. Optimální řezné podmínky

Výsledky dosahované při obrábění lze hodnotit buď z hlediska ekonomického nebo kvalitativního. Dosažení optimálních ekonomických i kvalitativních výsledků obrábění závisí na druhu a parametrech použitého obráběcího stroje /velikosti kroutícího momentu M_k, na jednotlivých stupních otáček, tuhosti jeho základních členů, stupni mechanizace a automatizace/ a na zvolených řezných podmínkách.

Při volbě pracovních podmínek, které komplexně vytvářejí řezný proces zavádíme pojem optimální řezné podmínky. Jsou to takové pracovní podmínky při nichž na daném stroji a při daném materiálu obrobku dosáhneme požadované kvality, to je přesnosti rozměru, drsnosti obrobených ploch a tvarové přesnosti s minimálními náklady.

Výrobnost obráběcích strojů se obecně hodnotí počtem součástí obrobených za časovou jednotku, popřípadě časem potřebným k obrobení jedné součásti. Můžeme ji hodnotit z hlediska maximálního dosažitelného výkonu při využití mezních parametrů obráběcího stroje nebo z hlediska hospodárného výkonu, to je minimálních nákladů.

Vhodným kriteriem pro posouzení výrobnosti vlastního procesu řezání, dosahovaných pro různé kombinace hodnot pracovních podmínek, je úběr materiálu dosažený za časovou jednotku.

Úběr materiálu pro soustružení: $U = v.s.h$ $[cm^3 . min^{-1}]$

v... řezná rychlost

s... posuv

h... tloušťka odebírané vrstvy

Pojem optimálních řezných podmínek můžeme definovat jako takové řezné podmínky, které umožní při využití všech pracovních možností obráběcích strojů a dodržení kvalitativních požadavků obrobit danou součást buď v nejkratším čase nebo s nejmenšími náklady.

Základní podmínkou hospodárného obrábění je, aby byly minimální nejen přímé výrobní náklady, ale i celkové výrobní náklady.

3. 3. 2. Rozdělení nákladů

Náklady vynaložené na výrobní činnost dělíme na přímé a nepřímé /režijní/.

Přímé náklady jsou náklady, které souvisí jen s výrobou určitého druhu výrobku. Dají se přímo a přesně zjistit na kalkulační jednici. Patří sem zejména spotřeba základního materiálu a mzdy výrobních dělníků za odpracovaný čas. V některých činnostech se zahrnují do přímých nákladů i některé další náklady, například spotřeba technologické energie, opotřebení speciálních nástrojů apod.

Náklady, které nelze ve výrobních činnostech zahrnout do nákladů přímých, považujeme za nepřímé /režijní/ náklady. Jejich typickým znakem je, že jde o náklady společné, které se vynakládají na zajištění výroby. Označujeme je jako výrobní /provozní/ režii. Do výrobní režie zahrnujeme tedy všechny náklady, jež vznikají ve výrobních útvarech a souvisejí s řízením výrobního procesu a s jeho obsluhou. Jsou to například odpisy základních prostředků, spotřeba pomocného materiálu, mzdy vedoucích pracovníků apod.

Obsah správní režie je obdobný obsahu výrobní režie s tím rozdílem, že jde sice o tytéž nákladové druhy, avšak související s řízením a správou podniku nebo závodu jako celku.

Výpočet vlastních nákladů lze vyjádřit dle vzorce:

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

kde N - vlastní náklady
A - náklady na jednici materiálu
M - jednicové mzdy výrobních dělníků
R - režie v procentech

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

kde M_D - mzdový hodinový tarif dělníka [Kčs.hod^{-1}]
t_{AC} - celkový čas práce výrobního dělníka [min]

3. 3. 3. 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 určit celkovou spotřebu času, je nutné určit jednotlivé druhy časů.

Obecné označení jednotlivých časů - $t_{a\,bcd}$, kde indexy a, b, c, d mají význam:

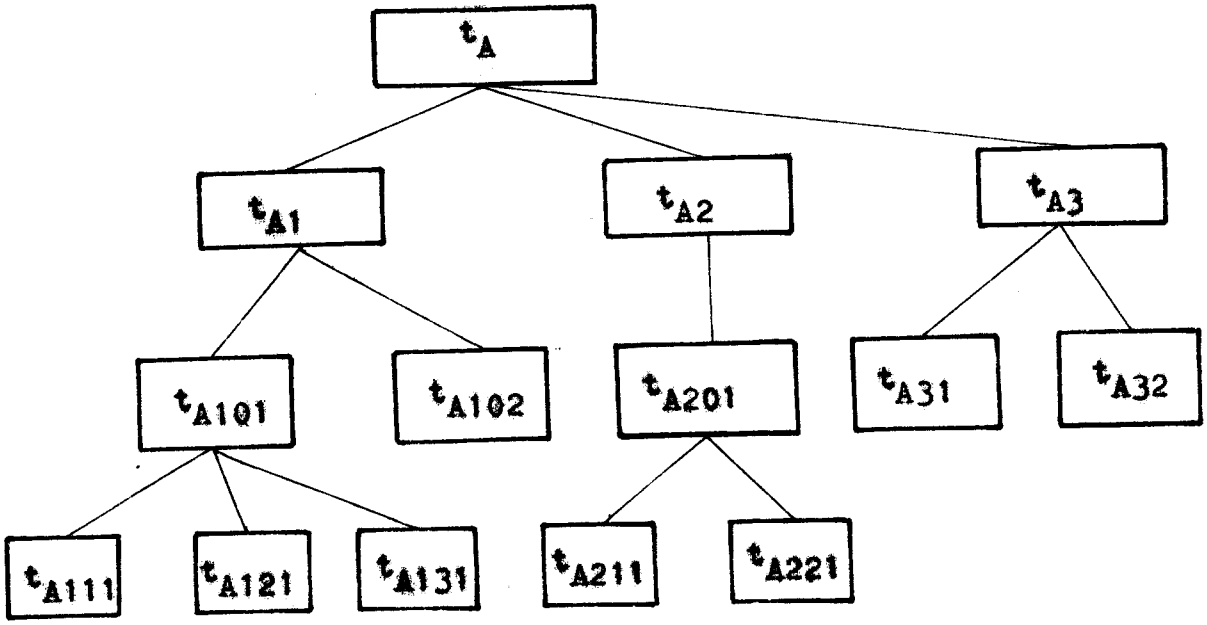
a... A - norma jednotkového času
B - norma dávkového času
C - norma směnového času

b... 1 - čas jednotkové práce
2 - čas obecně nutných přestávek
3 - čas podmíněně nutných přestávek

c... 0 - čas celkové práce
1 - čas práce za klidu stroje
2 - čas práce za chodu stroje
3 - čas práce strojně ruční

d... 1- čas pravidelně se vyskytující
2- čas nepravidelně se vyskytující

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 součásti, spuštění a zastavování stroje, najíždění suporty a koníkem.

Čas jednotkové práce pravidelný t_{A101} zahrnuje čas pracovníka, který potřebuje pro vykonání práce a vyskytuje se pravidelně u každého kusu nebo jedenkrát pro předem stanovený počet kusů, jako například měření každého desátého kusu.

Čas jednotkové práce nepravidelný t_{A102} je čas obsluhy, který se vyskytuje nepravidelně, nelze jej předem u určitého kusu určit, má však přímý vztah k prováděné operaci a zajišťuje její technologický průběh. Jedná se o výměnu otupených nástrojů, malé poruchy na strojích a pomůckách. Započítává se do normy spotřeby času t_A v % ze časů strojních a strojně ručních $(t_S + t_{A131})$

Čas jednotkové práce za klidu stroje pravidelný t_{A111} je čas na pracovní úkony uvnitř operace, které jsou prováděny za klidu stroje, kdy není nástroj v záběru s obrobkem. Sem patří upínání a odepínání obrobku, manipulace se suporty a s koníkem, upnutí a odepnutí nástroje, vyskytuje-li se jako operace, měření rozměrů.

Čas jednotkové práce za chodu stroje pravidelný t_{A121} je čas práce na úkony, které se provádějí nebo které lze provádět během automatického chodu stroje /t_S/. Je to v prvé řadě dohled nebo aktivní pozorování prováděné práce, dále například kontrolní měření předepsaného rozměru na předchozím obrobku, lisování součásti na upínací trn.

Čas jednotkové práce strojně ruční pravidelný t_{A131} zahrnuje 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, vystružování.

Čas podmíněně nutných přestávek t_{A3} je čas nečinnosti dělníka, který lze při provedení potřebných organizačních podmínek využít na jinou produktivní práci. Nastává převážně v době automatického chodu stroje /t_{A32}/ nebo i za klidu stroje /t_{A31}/, kdy například při upínání těžkých součástí čeká dělník na přijetí jeřábu.

Čas strojní /automatického chodu stroje/ t_S je čas, který vzniká odebíráním třísky obrobku při zapnutém strojním posuvu. Vypočítává se z technologických /řezných/ podmínek, podle vzorce pro konkretní případ.

Čas dávkové práce t_B se při práci na lince nevyskytuje.

Čas směnové práce t_C se zahrnuje do celkového času koeficientem k_C, který bývá podle typu obráběcího stroje roven 1,1 - 1,13 a určí se z příslušných normativů.

Celkový čas práce na 1 kus se určí ze vzorce:

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C$$

Čas t_{AC} je rozhodující pro výpočet jednicových mezd.

3. 3. 4. Vícestrojová obsluha

Používá se tehdy, když časy automatického chodu stroje jsou podstatně delší než časy jejich obsluhy. Lze použít vícestrojovou obsluhu pro stroje vykonávající stejnou operaci nebo i rozdílné operace. Tímto způsobem lze snížit podstatně jednicové mzdové náklady.

U vícestrojové obsluhy se zavádí pojem - čas zaměstnanosti t_Z, což je z jiného pohledu značení času t_{A1}. Jsou v něm zahrnuty časy jednotlivých pracovních prvků bezpodmínečně nutných k uskutečnění pracovního úkonu. Skládá se z času fyzických pracovních prvků, z času potřebného na dohled, z času potřebného na přechod od stroje ke stroji jak za klidu stroje t_{A111}, tak za chodu stroje t_{A121}.

Pro případ, že časy cyklů operace a časy zaměstnanosti na všech současně obsluhovaných strojích jsou různé, určuje se počet obsluhovaných strojů tak, aby součet jejich časů zaměstnanosti se blížil k nejdelšímu cyklu. Operace přidělované na jednotlivé obráběcí stroje je třeba volit tak, aby se časy cyklu od sebe příliš nelišily /nejsou velké časy čekání strojů/

V těchto složitých podmínkách nestačí vycházet z početních vztahů. Časy čekání strojů i pracovníků se zjišťují nakreslením cyklogramů. Aby byl cyklogram co nejpřehlednější nerozlišuje se v něm čas práce za klidu a za chodu stroje, ale pouze čas zaměstnanosti a strojní čas.

Pokud jde o vzájemně závislé stroje v proudové lince, je pro určení počtu strojů, vykonávajících určitou operaci, i počtu strojů, sdružených v jedno vícestrojové pracoviště, rozhodující délka taktu. Synchronizace operací i pracovišť zabezpečuje časové vyrovnání taktu operace a taktu pracoviště s taktem linky.

3. 3. 5. Výpočet minima nákladů /1/

Neuvažujeme-li cenu jednotkového a strojního materiálu a všeobecné režijní náklady skládají se celkové výrobní náklady ze složek:

a/ náklady na strojní práci - $N_s = t_{A12} \cdot \frac{D_s}{60}$

b/ náklady na pomocnou práci - $N_{pp} = t_{A11} \cdot \frac{D_v}{60}$

c/ náklady na nástroje $N_n = \frac{N_p - N_z + (z + 1) \cdot N_{ostř}}{T \cdot (z + 1)} \cdot t_{A12}$

$$N_c = t_{A12} \cdot \frac{D_s}{60} + t_{A11} \cdot \frac{D_v}{60} + \frac{N_p - N_z + (z + 1) \cdot N_{ostř}}{T \cdot (z + 1)} \cdot t_{A12}$$

t_{A11}... vedlejší čas - upínání, měření

t_{A12}... hlavní strojní čas pro výrobu součásti

D_s..... náklady na 1 hodinu práce obráběcího stroje / odpisy, údržba, hodinové náklady na energii při práci stroje/

D_v..... hodnota 1 hodiny pomocné, to je vedlejší práce děl.

N_p..... pořizovací hodnota nástroje

N_z..... zbytková hodnota nástroje

$N_{ostř}$... náklady na 1 ostření nástroje

T..... trvanlivost nástroje

z..... počet ostření za dobu životnosti

Dosadíme-li za $t_{A12} = \frac{k}{v} = \frac{k}{c_v} \; T^{\frac{1}{m}}$

Řezná rychlost $v = \frac{c_v}{T^{\frac{1}{m}}}$

Provede-li se výpočet minima celkových nákladů ze vztahu $\frac{dN_c}{d\,T} = 0$, vyplyne vztah pro optimální trvanlivost T_{opt}:

$$T_{opt} = \frac{60N}{D_s}(m - 1), \text{ kde } N = \frac{N_p - N_z + (z + 1)N_{ostř}}{z + 1}$$

Celkový spotřebovaný čas $t_c = t_{A11} + t_{A12} + t'_{vým1}$

$t'_{vým1}$... čas výměny nástroje vztažený na 1 obrobek

$$t'_{vým1} = \frac{t_{A12}}{T}\, t_{vým}$$

$$t_c = \frac{k}{c_v} T^{\frac{1}{m}} + \frac{k}{c_v} T^{\frac{1}{m}-1} t_{vým} + t_{A11}$$

Použijeme-li hlediska maximálního úběru, provedeme výpočet optimální trvanlivosti ze vztahu:

$\frac{dt_c}{dT} = 0$, potom $T_{opt} = t_{vým}(m - 1)$

Pro určení konkretních řezných podmínek vycházíme ze vzorce $v_{hosp} = \frac{c_v}{z_{hosp}^{\frac{1}{m}}}$

Častěji se však používá vztahu $v_{hosp} = \frac{c_v}{h^{x_v}\, s^{y_v}}$

h... tloušťka odebírané vrstvy [mm]

s... posuv [mm . ot^{-1}]

konstanty: $x_v = 0{,}05 - 0{,}3$

$y_v = 0{,}2 - 0{,}65$

$c_v = f$ (materiálu obrobku, materiálu nástroje, T_{opt})

Největší hospodárný úběr dosáhneme použitím co největší hloubky řezání h, v druhé řadě použitím co největšího posuvu s. Vliv řezných úhlů na velikost hospodárného úběru souvisí s jeho vlivem na intenzitu otupování břitu. Maximálního hospodárného úběru dosáhneme při volbě α_{opt} a δ_{opt}. Pro materiál 12 050 $\alpha_{opt} = 5°$, $\delta_{opt} = 85°$.

4. ROZBOR JEDNOTLIVÝCH ZPŮSOBŮ OBRÁBĚNÍ

4. 1. Hluboké vrtání

Pro hluboké vrtání je charakteristický jednobřitový nástroj - břit zabírá maximální poloměr vrtání, které má být provedeno. Má menší sklon k odchýlení od středové osy než dvoubřitový nástroj např. šroubovitý vrták.

U jednobřitého nástroje jsou obráběcí síly přenášeny na stěnu vývrtu přes 2 opěrné lišty. Vzniká tříbodový systém, 2 opěrné lišty a 1 břit. Nástroj může procházet vrtáním, které sám vyrobil, pokud je ve směru osy dostatečně dozadu podbroušen.

Použití těchto nástrojů se bude provádět podle 3 podstatných společných hledisek:

1. Pracovní podmínky vyžadují, aby břit a opěrná lišta byly z tvrdého kovu.
2. Nástroje jsou přivedeny pomocí vodících pouzder.
3. Používaný proud chladící kapaliny má za úkol chladit břit a vodící lišty a vytvářet pod vodícími lištami olejový film a navíc převzít také dopravu třísek od břitu k vrtání.

4. 1. 1. Způsoby hlubokého vrtání

1. Jednobřitové vrtání pro díry průměru 2 - 32 mm - chladící a mazací kapalina je k břitu přiváděna kanálkem uvnitř stopky nástroje a spolu s třískami odváděna drážkou tvaru V na vnější straně stopky. Jednobřitové vrtáky se používají pro vrtání do plného materiálu a jako stupňovité nástroje.
2. Postup BTA pro otvory průměru 6 - 1 000 mm - chladící a mazací kapalina se přivádí po vnějším obvodu nástroje a s třískami se odvádí vnitřkem nástroje. Používané nástroje jsou pro vrtání do plného materiálu, na jádro, vyvrtávání.

3. Ejektorový způsob - použití pouze pro velké průměry a pro poměr l/d = 2 - 15

Tři způsoby práce:

a/ stojící vrták, otáčející se obrobek

b/ otáčející se vrták, stojící obrobek

c/ otáčející se vrták, otáčející se obrobek

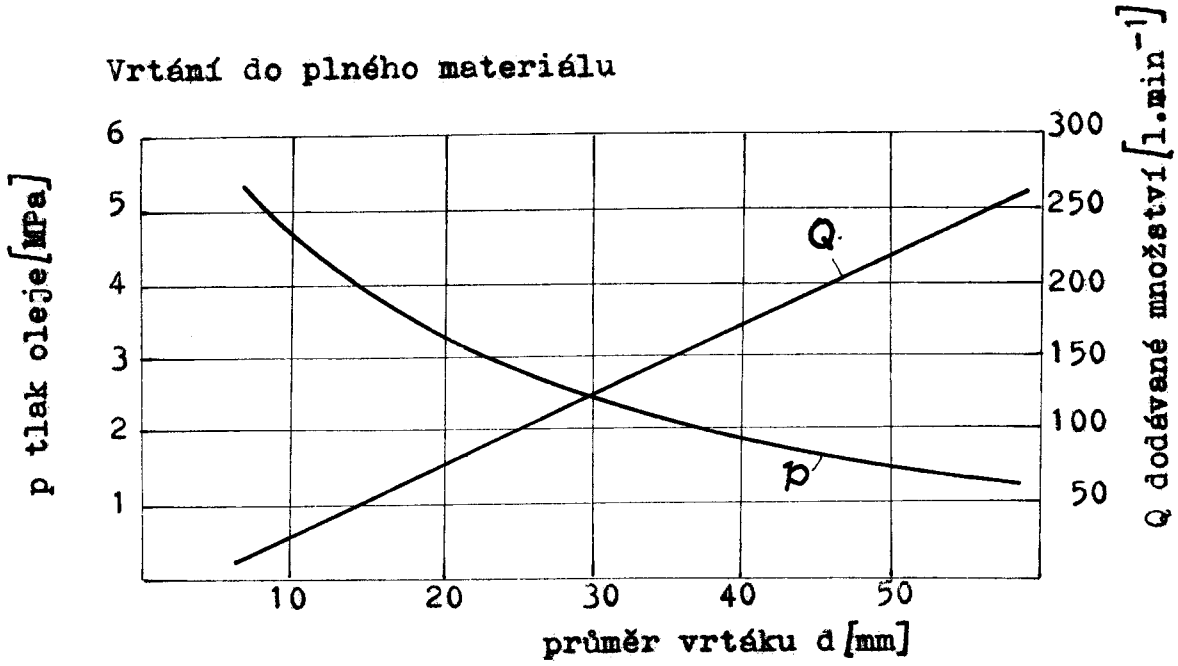
4. 1. 2. Postup BTA

Určující pro postup při metodě BTA je proud chladícího prostředku /viz obr.4/. Ten je vyvolán čerpadlem, které je zabezpečeno zpětnými a přetlakovými ventily, dopravujícím chladící prostředek do zařízení pro přívod chladícího oleje. Zařízení je namontováno na vodícím suportu vrtačky tak, že vede chladící kapalinu, aniž by mohla vystřikávat mimo otvor. Je vedena kolem stopky vrtáku k vrtací hlavici, musí být čistá, zbavená nečistoty. Vznikající třísky jsou dopraveny proudem kapaliny dovnitř hlavice a vyvrtávací tyčí z vrtání ven. Kapalina teče do vozíku na třísky a je tam oddělena od hrubých třísek. Dále je vedena přes filtrovací zařízení. Všechny kanály jsou upraveny tak, že rychlost oleje nepřekračuje 2 $m.s^{-1}$, vzduch má čas z oleje uniknout a jemné částečky třísek se mohou usadit. V kanálech jsou proto umístěny plechy, přes něž se kapalina pohybuje. Tank čistého oleje má obsahovat přibližně tolik oleje, aby neoběhl více než šestkrát za hodinu.

Přiváděcí zařízení dopravuje chladící a mazací látku do vrtání. Je nosičem navrtávacího pouzdra.

Má za úkol:

1. Obráběcí síly jsou při navrtávání vedeny všeobecně přes navrtávací pouzdro, v němž nástroj leží, na suport a lože stroje. Pouze v případech, při nichž se pracuje z navrtání v obrobku /náš případ/, jsou obráběcí síly od počátku vrtání přenášeny bez účasti navrtávacího pouzdra z obrobku přímo na stroj.



Obrázek 4 - graf závislosti p,Q = f(d)

2. Chladící a mazací látka je vedena zařízením do prstencového prostoru mezi stěnou vrtání a vrtací trubkou k opěrným lištám a břitu nástroje.

3. Utěsnění zařízení na přívod oleje vůči obrobku se dociluje těsnícím kroužkem nebo kuželovitým upevněním obrobku. Při jeho použití je výhoda, že se nechá obrobek vystředit.

Přívod chladícího oleje přiváděcím zařízením má velkou přednost, že udržuje konstantní rychlost proudění, s níž lze počítat od vysokotlakého čerpadla až k břitu vrtací hlavice. Postup při provádění vrtání o veliké hloubce tím získává velkou bezpečnost. Nedochází k hromadění třísek nebo k jejich nutnému odstraňování při přerušení řezu.

Při metodě BTA se dosahuje povrchových jakostí:

1. při plném vrtání 4 - 8 μm
2. při vrtání na jádro 10 μm
3. při vyvrtávání 2 - 10 μm

Tolerance je IT 9, pokud se předvrtává nebo vyvrtává lze dosáhnout tolerance až IT 7. Počítá se, že např. při průměru vrtání 30 mm a při hloubce vrtání 1 m se uhne nástroj

asi o 0,1 - 0,2 mm od osy vrtání. Závisí to samožřejmě na opotřebení nástroje a rovněž na geometrii břitu a strojně technických faktorech. Rotuje-li nástroj s vrtací trubkou, existuje často nebezpečí odchylky vrtání větší, než když rotuje obrobek. Nejmenší odchylky od středovosti se dosáhne otáčejí-li se nástroj i obrobek v protichůdném pohybu.

Hodnoty používané při obrábění mohou představovat průměr, který je závislý na stavu obrobku, jeho tepelném zpracování, stavu obráběcího stroje, naostření a stavu nástroje a v neposlední řadě na schopnosti pracovníka.

U konstrukčních ocelí se pracuje s řeznými rychlostmi $v = 70 - 100\ m.min^{-1}$ pro nástroje ze slinutých karbidů. Rychlosti posuvu jsou rozdílné, protože závisejí značně na průměru vrtáku. Do průměru 15 mm se u konstrukční oceli pracuje s rychlostí posuvu $s_m = 60 - 150\ mm.min^{-1}$.

Jednotlivé příklady řešení řezných podmínek v konkrétních případech uvádí Greuner /2/. Nejvíce se našemu případu blíží:

1. vrtání průměru 12, délka l = 600 mm do materiálu 37 MnSi5, chemické složení 0,37 % C, 1,2 % Si, 1,2 % Mn, 0,035 % P+S, σ_{pt} = 700 - 1 200 MPa. Navržené řezné podmínky jsou:

   $v = 80\ m.min^{-1}$, $n = 2\ 100\ min^{-1}$, $s = 0,05\ mm.ot^{-1}$,

   $s_m = 110\ mm.min^{-1}$, chladící látka: tlak p = 5 MPa, dodávané množství $Q = 35\ l.min^{-1}$.

   Použitý materiál pro břit a lišty je K10.

2. vrtání průměru 16, délka l = 200 mm do materiálu 19 Mn5, chemické složení 0,17 - 0,23 % C, 0,5 % Si, 1,15 % Mn, 0,05 % P+S, σ_{pt} = 520 - 620 MPa.

Navržené řezné podmínky jsou:

$v = 80\ m.min^{-1}$, $n = 1\ 520\ min^{-1}$, $s = 0{,}08\ mm.ot^{-1}$,

$s_m = 125\ mm.min^{-1}$, chladící látka: $p = 2{,}5 - 3{,}5$ MPa,

$Q = 65\ l.min^{-1}$.

Použitý materiál pro břit P10, vodící lišty P20.

4. 1. 3. Pokyny pro hospodárnost hlubokého vrtání

Důležité podmínky pro hospodárnost:

1. Navrtávací pouzdro má toleranci vnitřního průměru 0,02 mm.
2. Musí být plynulá změna posuvu.
3. Musí být kontrola procesu vrtání:

   a/ sledováním třísek
   b/ sledováním tlaku chladící látky
   c/ sledováním posuvu

Aby bylo vrtání hospodárné, měl by přicházet měsíčně v úvahu určitý počet metrů vrtání. Pro metodu BTA je to 100 m za měsíc. Má-li se zařízení amortizovat v 1 - 2 letech je nutné vrtat 300 - 500 m za měsíc.

Odváděná produkce se pohybuje proti klasickým metodám okolo 4 až 8 násobku. Vezmeme-li náklady na 1 strojní hodinu, pak podíl nákladů na nástroje činí 6 - 12 %. Bylo by však často hospodárnější zvýšit podíl nákladů na nástroje na 10 - 15 procent. Znamená to použít lepších nástrojů, což povede ke zvýšení jakosti vrtání a případně i zvýšení rychlosti.

Z hlediska hospodárnosti je tuto metodu výhodné použít:

1. Při vysokých požadavcích na výkon vrtání 3 - 5 $m.hod^{-1}$.
2. U materiálů těžkoobrobitelných s vysokým obsahem legur .

3. Materiály, které mohou být opracovány šroubovitým vrtákem za vzniku dlouhých třísek a které jsou při opracování hlubokovrtacími nástroji krátkotřískové.
4. U materiálů se σ_{pt} větším než 1 200 MPa.
5. Při úkolech, kde jsou vysoké požadavky na toleranci, průběh středovosti a jakost povrchu.

4. 1. 4. Změna řezných podmínek v operaci 050

Současné řezné podmínky jsou: $v = 61\ m.min^{-1}$, $n = 1\ 400\ min^{-1}$, $s = 0{,}06\ mm.ot^{-1}$, $s_m = 84\ mm.min^{-1}$. Jako materiálu na břitovou destičku i vodítka se používá K10. Čerpadlo dodává olej o tlaku p = 2 MPa. Protože zvětšení otáček by bylo na stroji SZ 10 obtížné, bude využito zvýšení posuvu. Podle uvedených údajů by se dal posuv s zvýšit na $0{,}08\ mm.ot^{-1}$, což představuje $s_m = 112\ mm.min^{-1}$. Bude možné použít stejného materiálu břitu i vodítka, ale bude nezbytně nutné dodržet dodávané množství kapaliny $Q = 50\ l.min^{-1}$ a její tlak p = 3,5 MPa. Tyto podmínky budou vyžadovat výkonnější čerpadlo než je zatím používané.

Toto zvýšení posuvu přinese zkrácení strojního času a umožní použití pouze 1 vyvrtávacího stroje místo dosavadních 2. Na stroji bude použita jednostrojová obsluha, aby byly dobré podmínky pro sledování procesu vrtání.

4. 2. Výroba palců vačkových hřídelů

Palce vačkových hřídelů mají nekruhový průřez. Z toho vyplývá, že je lze obrábět pouze kopírovacími způsoby, a to podle šablony nebo podle již hotového kusu, který se otáčí stejnými otáčkami jako obrobek.
Lze použít tyto způsoby obrábění: soustružení, frézování, broušení.

Soustružení a frézování lze použít pro větší úběry, tedy pro současně používaný polotovar. V případě kovaného nebo odlitého palce nekruhového tvaru s menším přídavkem na obrábění, by bylo možné použít pouze broušení, které je v současné výrobě pouze dokončovací operací.

4. 2. 1. Soustružení palců

Toto soustružení se provádí sériové a velkosériové výrobě na speciálních soustruzích.

Soustružení přináší své problémy - potíže s přesností palců, vyplývající z průhybu hřídele při obrábění. Je tedy možné použít poměrně nízkých řezných podmínek, což znatelně prodlužuje strojní čas. Rozměry vyžadují poměrně značné tolerance - 0,4 mm, což vyžaduje ještě broušení před kalením pro dosažení tolerance 0,1 mm.

V lince vačkových hřídelů jsou použity stroje Loewe a SP 7. Tyto soustruhy se dnes již nevyrábějí. Bylo zjištěno, že v zemích RVHP se výrobou těchto soustruhů zabývá SSSR. Vyráběný obráběcí stroj je postaven na stejném principu jako uvedené stroje.

4. 2. 1. 1. Speciální soustružnický poloautomat na palce vačkových hřídelů MK 8A 93

Je to poloautomatický soustruh k současnému obrábění všech palců vačkových hřídelů. Soustružení tvaru se provádí na 2 třísky.

Pohyby suportů - rychlý přísun k obrobku, pracovní posuv při první třísce, rychlý odsun suportů, druhý rychlý přísun suportů k obrobku, pracovní posuv druhé třísky a rychlý odsun do výchozí polohy, po němž se stroj automaticky zastaví.

Popis stroje:

Spodní část lože slouží jako nádrž chladící kapaliny. Požadované otáčky vřetena a posuvy suportů se nastavují výměnnými ozubenými koly. Ve vřeteníku je mechanizmus hlavního pohybu a posuvu - elektrický přístroj, který ovládá pracovní cyklus stroje. Speciální suportový uzel je namontován na spodní desce, která se posouvá na vedení saní kolmo k ose hřídele při první i druhé třísce. Počet suportů je roven počtu obráběných palců vačkového hřídele. Ke každému suportu je připevněn výkyvný nožový držák s nožem. Nože mají složitý pohyb sestávající z přímočarého vratného pohybu, tvořícího pohybu a výkyvného pohybu nožového držáku. Tento pohyb umožňuje udržet stále stejný řezný úhel.

Rovnoběžně s osou obráběného hřídele v zadní části soustruhu prochází hřídel, kde jsou namontovány 2 šablony příčného posuvu suportového uzlu. Válečkové opěry se upevňují na přední vedení stroje. Jejich počet je určován délkou obráběného hřídele.

Technické údaje:

počet stupňů otáček vřetena	6
rozsah počtu otáček	35 - 107 min^{-1}
počet rychlostí podél.posuvů	5
rozsah rychlostí podél.posuvů	0,16 - 0,5 $mm.ot^{-1}$
vnější rozměry stroje /délka x šířka x výška/	4 210 x 1 555 x 1 365 mm
hmotnost stroje	8 750 kg
příkon motoru hlavního pohonu	10 kW
celkový příkon	13,2 kW

4. 2. 2. Frézování palců

Jeví se v porovnání se soustružením jako produktivnější. Výhodou je, že obrobek během 1 otáčky získá požadovaný tvar. Pro kusovou výrobu různých vaček jsou již zpracovány programy, které podle požadavků na tvar vačky jej vypočtou a přímo na NC - frézkách ho vytvoří. Pro sériovou a hromadnou výrobu jednoho typu vačky by takové zařízení bylo nerentabilní. Proto se setrvává u kopírování tvaru, které zajistí dostatečnou přesnost. Dají se s výhodou použít frézovací hlavy, jež umožňují vysoké řezné podmínky a úběry. Dále lze vačkovou hřídel lépe podepřít - ve více místech, což značně zpřesní tvar palce.

Všeobecně se dá říci, že frézování je pouze hrubovací operací a musí po něm vždy následovat broušení, avšak stačí až po zakalení.

Frézování se provádí na speciálních frézkách. Z dostupných pramenů byly zjištěny frézky firmy Heller a Precision Engineering.

4. 2. 2. 1. Frézka firmy Heller

Výrobce této frézky je Heller Maschinenfabrik GmbH Nürtingen. Stroj slouží k frézování tvaru vačky na hrubo na vačkovém hřídeli s libovolným počtem palců. Frézují se současně 2 obrobky.

a/ Předběžné opracování vačkového hřídele

Aby bylo možné vačkovou hřídel uložit, vyrovnat a upnout, musí být tato předběžně opracována:

- musí být na obou koncích opracována na délku
- musí mít na obou koncích opracované průměry
- musí mít opracovány všechny ložiskové čepy
- musí mít na jednom vnějším průměru vyrovnávací drážku nebo vrtání

b/ Uložení, vyrovnání, upnutí vačkového hřídele

Vačkové hřídele jsou vkládány do stroje zepředu na prozatímních opěrách a jsou radiálně vyrovnávány zalícovaným perem nebo čepem a axiálně kaleným čepem. Po vyrovnání se hydraulicky uzavřou upínací čelistí a upnou centricky hřídele na předběžně opracovaných průměrech na obou koncích. Jednou nebo více lunetami jsou vačkové hřídele podepřeny na ložiskových čepech.

c/ Průběh práce

Po vložení vačkových hřídelů do upínacích čelistí jsou tyto stisknutím příslušného tlačítka automaticky vyrovnány a upnuty. Současně se uzavírají i lunety. Vlastní operace frézování se započne stisknutím startovacího tlačítka. Podélné saně zajedou do prvé snížené polohy. Frézovací jednotka zajede dopředu rychlým chodem, krátce předtím než dosáhne vačkového hřídele je přepnut pracovní posuv, kterým se zajede do stojící vačkové hřídele na hloubku odpovídající poloměru vačky. Potom se automaticky zahájí kruhový posuvový pohyb a vačky jsou ofrézovány při 1 otáčce hřídele. Po jeho ukončení zajede frézovací jednotka rychlým chodem nazpět do své výchozí polohy, podélné saně zajedou do další snížené /záběrové/ polohy. Současně se uskuteční dělení, aby byl další palec v patřičné poloze a opět se provede frézování. Po ofrézování všech palců zajedou podélné saně nazpět do své výchozí polohy a musí se provést výměna obrobku.

d/ Jakost

V důsledku vysoké přesnosti mohou být udrženy přídavky na broušení na minimální hodnotě. Vačky mohou být bez dalšího meziopracování kaleny.

e/ Rozměrové tolerance

Přesnost vačkového hřídele je ovlivňována také předchozím tepelným zpracováním. Dosažitelné střední hodnoty stažené na vzorovou hřídel:

- dělení ± 5 obloukových minut
- tolerance tvaru ± 0,12 mm
- přídavek 0,6 mm na průměru po odbroušení lze při vhodných podmínkách obrábění snížit na 0,4 mm

f/ Přestavování

- délka vačkové hřídele - posunout upínací kolík
- průměr upnutí - vyměnit upínací čelisti a vyrovnávací prvky
- vzdálenost palců - vyměnit programovou lištu /směr osy z/
- rozteč palců - změna programu
- tvar palců - vyměnit vzorovou vačkovou hřídel

Celkový potřebný čas na přestavení stroje je 1 - 1,5 hodiny.

g/ Technické údaje

rychlosti	polohování	osa x	100 $mm.min^{-1}$
	posuvu	osa z	1 000 $mm.min^{-1}$
	posuvu dokola	osa A	6 $.min^{-1}$
	rychlého chodu	osa x	6 000 $mm.min^{-1}$
		osa z	6 000 $mm.min^{-1}$
	dělení	osa A	20 $.min^{-1}$
otáčky nástroje			63 - 160 $.min^{-1}$
celkový příkon			35 kW
celková hmotnost			11 000 kg
cena stroje			1 195 000 DM /1979/
			10 020 000 Kčs

h/ Řezné podmínky

Tyto řezné podmínky navrhl přímo výrobce stroje pro národní podnik Tatra Kopřivnice - viz Č.V. DP 1544 - 02. Jak bylo uvedeno materiál 14120.3 má stejnou třídu obrobitelnosti jako materiál 12051.3. Pro návrh by bylo možno použít uvedených hodnot řezných podmínek, protože i rozměry vačkového hřídele jsou podobné.

- celkový čas pro všech 12 palců 12 x 0,3 = 3,6 min
- čas výměny výrobku - ruční obsluha 2 x 0,4 = 0,8 min
- kusový čas / pro 2 výrobky/ t_A 4,4 min
- čas zařízení $t_{AC} = t_A . k_c = 2,2 . 1,13$ = 2,5 min

Pro další ekonomické výpočty bude uvažován čas t_{AC} 4 minuty, protože čas obsluhy by byl zřejmě vyšší než uváděný a řezné podmínky by mohly být odlišné.

4. 2. 2. 2. Frézka firmy Precision Engineering

a/ Popis stroje

Automatický stroj Duplex Vero sestává ze základní jednotky o vysoké tuhosti na níž se namontují následující zařízení:

- 2 poháněné vřeteníky - 1.pevný a 2.seřiditelný /možné seřízení 1 200 mm/
- horní levé vřeteno je osazeno tříčelisťovým sklíčidlem
- horní pravé vřeteno má otočný hrot pro podepření vzorové vačkové hřídele
- pevný levý vřeteník je poháněn stejnosměrným motorem 1,1 kW a má rozsah otáček od 0,125 do 1,5 min^{-1}

Vzorová vačková hřídel je umístěna nad vřetenem obrobku, což umožňuje dobrý přístup pro zakládání a vyjímání obrobku a hřídel se neznečišťuje třískami a chladící kapalinou.

Soukolí čelních ozubených kol je neustále v záběru s pracovním vřetenem a zajišťuje tak správnou synchronizaci. Synchronizační šablony na levém vřeteníku signalizují 1,02 otáčky vačkového hřídele, zajišťují opracování a ovládají spouštěcí okruhy mezi pomalým posuvem a spodním ovládáním hrotu.

Dvoje podélné saně jsou každé poháněny asynchronním motorem 1,5 kW, 1 500 min^{-1}, zajišťujícím rychlé polohování mezi palci rychlostí s_m = 3 $m.min^{-1}$. Suporty jsou zastavovány v požadované poloze obyčejnými koncovými vypínači a dorazy, umístěnými na kolejničce na stojanu, takže seřizování stroje na hřídele různých délek je jednoduché. Polohová přesnost je ± 0,25 mm.

Dvě frézovací hlavy /levá a pravá/ mají tuhá krátká vřetena rovnoběžná s opracovávanou vačkovou hřídelí. Každé vřeteno je poháněno elektromotorem 5,5 kW. Frézovací hlava má konstantní otáčky 30 min^{-1}.

Hydraulický výkon dodává asynchronní motor 4,1 kW. Jednotlivé frézovací hlavy jsou poháněny k pohybu směrem k obráběným palcům nebo od nich hlavním hydraulickým servoválcem. Každý válec je součástí standartního kopírovacího systému.

Největší možná chyba tvaru obrobku	0,078 mm
Celkové rozměry stroje /délka x šířka x výška/	3 810 x 3 810 x 1 700 mm
Cena stroje	95 000 liber / 1979 /
	3 500 000 Kčs

b/ <u>Spotřeba času</u>

- čas na výrobu 1 palce	1,28 min
- čas obsluhy stroje	1,45 min

Pro případ vačky n.p. LIAZ by byl potřebný strojní čas $t_S = \frac{12}{2} \cdot 1{,}28 = 7{,}68$ min, $t_A = 7{,}68 + 1{,}45 = 9{,}15$ min a čas zařízení $t_{AC} = 1{,}13 \cdot 9{,}15 = 10{,}35$ min. Z tohoto hrubého výpočtu vyplývá nutnost použití 2 strojů.

4. 3. Volba nejvýhodnějšího stroje

Pro použití stroje Heller hovoří jasně podstatně větší produktivita práce /t_{AC} = 4 min/ a z ní vyplývající možnost použití jednoho stroje. Při použití soustruhu nebo frézky Vero by byly nutné stroje dva. Investičně nejméně nákladné by bylo použití soustruhů, avšak nižší přesnost obrábění by nedovolila odstranit broušení před kalením, což by vyvolalo nákup další brusky CHŠZ - N - 14. Znamenalo by to použít o 3 stroje více než v případě frézky Heller, což by se negativně projevovalo i na velikosti potřebné výrobní plochy. V případě použití frézky Vero by se sice odstranilo broušení, ale její produktivita je srovnatelná se soustruhy /t_{AC} = = 10 min/ a úspora ceny proti frézce Heller je z hlediska poloviční produktivity zanedbatelná. Navíc pro frézku Heller hovoří její téměř jisté použití v n.p. Tatra Kopřivnice a tím i lepší možnost servisu při použití tohoto stroje i v závodě LIAZ.

5. NÁVRH RACIONALIZACE VÝROBY VAČKOVÝCH HŘÍDELŮ

V této kapitole budou probrány všechny změny, ke kterým dojde v oblasti obrábění, manipulace s materiálem, třískového hospodářství. Jednotlivé opatření budou uvedeny přímo u operací, kterých se budou týkat.

5. 1. Operace 040

5. 1. 1. Změna řezných podmínek

Jak bylo konstatováno jsou používané řezné podmínky nízké a podstatně prodlužují strojní čas. Bude proto použito posuvu 0,6 mm . ot^{-1}, který je již v současné době vyzkoušen a ukazuje se jako vyhovující. Aby bylo možno zrušit operaci broušení ložiskových čepů /operace 100/, bude v místech těchto čepů soustružen přímo průměr $50{,}4_{-0{,}1}$ mm. Mimo tato místa zůstane průměr $51_{-0{,}1}$ mm. Bude zachováno soustružení na dvě třísky. Odstupňování průměrů viz obrázek 5.

Nože budou obrábět v tandemu ve vzájemné vzdálenosti 50 mm. Celková obráběná délka l = 1005 mm a pro výpočet strojního času t_S bude použito délky l_S = 1055 mm.

$$t_S = \frac{l_S}{n.s} = \frac{1055}{500.0{,}6} = 3{,}52 \text{ min}$$

Bude také zachována dvoustrojová obsluha s operací 020.
Normy spotřeby času u jednotlivých operací:
Údaje o operaci 020 jsou brány ze současné normy času

t_{A111} = 0,41 min

t_{A121} = 0,30 min

t_{A102} = 0,02 min

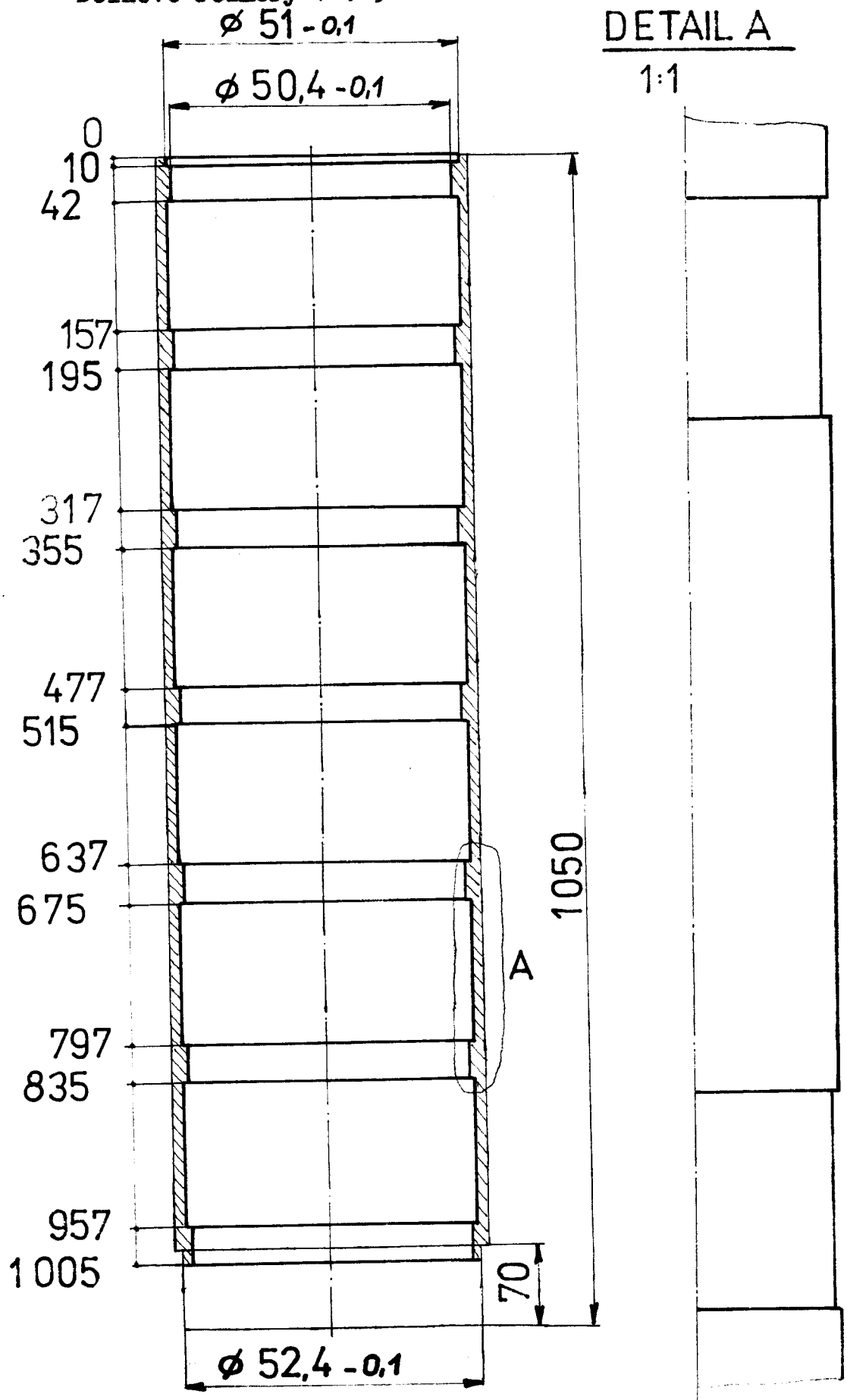
t_{A1} = 0,73 min

t_{A32} = 2,80 min

t_A = 3,53 min

Norma času operace 040 viz příloha 17.

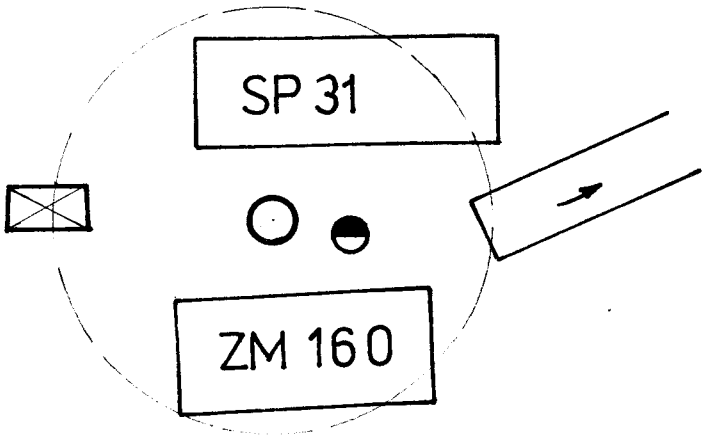
Délkové rozměry 1 : 5



Obr. 5 - kopírování hrubého tvaru

5. 1. 2. Organizační schema pracoviště

Pro ulehčení práce obsluhy bude použito pneumatického manipulátoru. Bude nutná změna postavení strojů vůči sobě proti stávajícímu stavu / viz obr. 6 /.

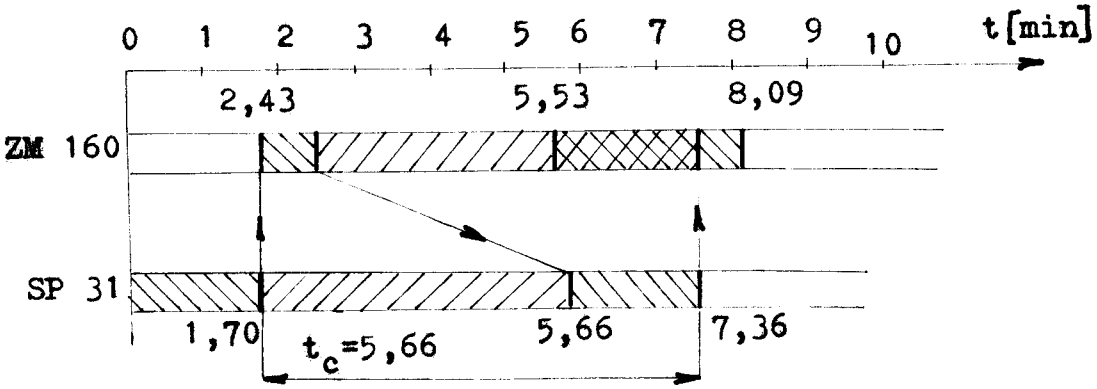


Obr. 6 - pracoviště s pneumatickým manipulátorem

Postup práce:

1. Po ukončení operace na stroji SP 31, dělník odepne a přemístí výrobek ze stroje na zásobník.
2. Dělník přemístí obrobek ze stroje ZM 160 na SP 31.
3. Vyjme polotovar z palety a umístí na stroj ZM 160.

Pro určení normy času bude nakreslen cyklogram /obr. 7/.



Obrázek 7 - cyklogram operací 020 a 040

Vysvětlivky:

čas čekání stroje na obsluhu

čas práce stroje t_S

čas zaměstnanosti dělníka t_Z

čas čekání dělníka

$t_{AC} = t_C \cdot k_C = 5{,}66 \cdot 1{,}1 = 6{,}22$min

Ukazuje se, že i při použití cyklogramu vyjde čas rovný času delší operace, tj. 040, uvažuje-li se veškerá práce za klidu stroje. Dojde ke zvýhodnění dělníka, který může měření provádět v době automatického chodu obou strojů. Tento výpočet je proveden přesně podle Horného / 7 /.

Dále je vidět, že by bylo možné snížit řezné podmínky v operaci 020, což by mohlo přinést určitou úsporu nástrojů.

Čas 6,22 min splňuje požadovaný takt linky.

5. 2. Operace 050

Dojde ke změně řezných podmínek jak bylo uvedeno v kapitole 4. 1. 4. Strojní čas t_S vypočítáme ze vztahu:

$$t_S = \frac{l}{n\ s} = \frac{825}{1400 \cdot 0{,}08} = 7{,}36 \text{ min.}$$

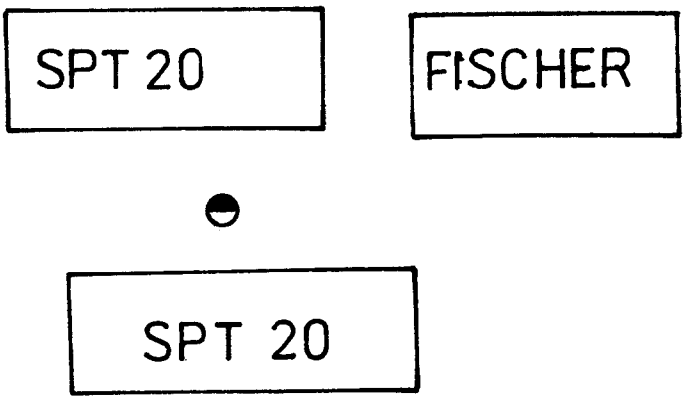
Stroj SZ 10 je dvouvřetenový a celkový čas zařízení t_{AC} = = 5,43 min - viz příloha 18.

5. 3. Operace 070

Stávající norma spotřeby času:

t_{A111} = 0,51 min	t_S = 10,17 min
t_{A121} = 0,34 min	t_{A32} = 9,83 min
t_{A102} = 2,34 min	t_A = 13,02 min
t_{A1} = 3,19 min	t_{AC} = 14,71 min

Jak je z vypočtené normy času patrné, čas automatického chodu stroje je značně delší proti času jednotkové práce t_{A1}. Lze bez problému použít třístrojové obsluhy, protože čas práce na 2 stroje je 2 . 3,19 = 6,38 min, kdežto čas automatického chodu stroje t_S = 10,17 min.



Obrázek 8 - organizační schema pracoviště 070

Použitím třístrojové obsluhy dojde k úspoře času t_{AC}. Její velikost bude téměř 2,5 min. Investiční náklady na nákup soustruhu SPT 20 budou 471 000 Kčs. Nákup je nezbytný i z hlediska potřebného taktu linky 6,25 min.

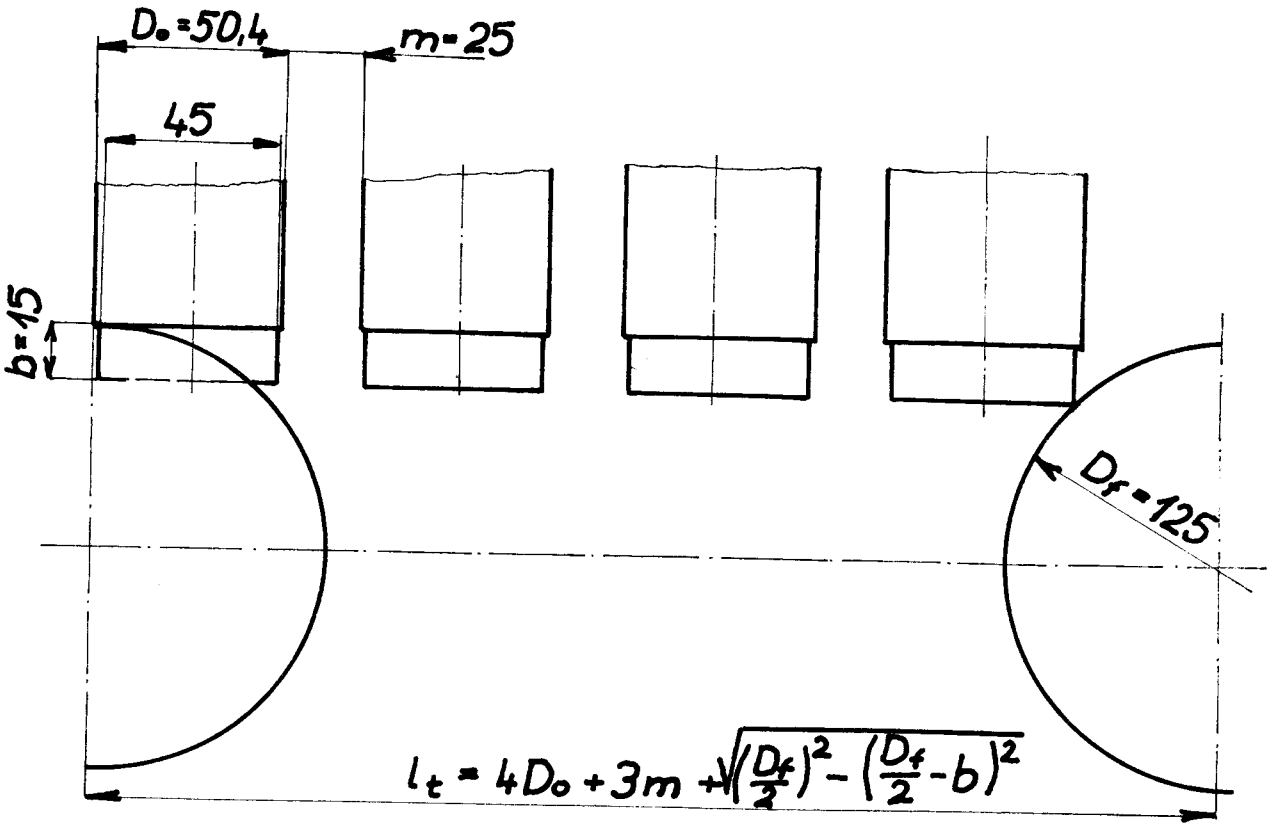
5. 4. Operace 110

Pro tuto operaci by bylo výhodné použít přípravek pro obrábění více vačkových hřídelů. Nelze jej však umístit na dosud používanou frézku FA 3V, protože nemá tak dlouhý příčný posuv stolu. Je proto nutné navrhnot frézku FA 4V, která má tyto parametry:

- vnější rozměry pracovního stolu	350 x 1600 mm
- upínací drážky stolu	3
rozměru	18 x 80 mm
- otáčky vřetena - počet stupňů	12
normální řada	32 - 1400 min^{-1}
- strojní pohyb stolu - příčný	355 mm

- posuvy - počet stupňů	15
podélné a příčné	10 - 1250 mm . min^{-1}
- celkový příkon elekromotorů	8,6 kW
- půdorysná plocha	3010 x 2230 mm
- cena stroje	78 000 Kčs

Bude uvažován přípravek pro upnutí 4 vačkových hřídelů. Pro určení dráhy je třeba určit vzdálenost mezi vačkovými hřídeli a schema přípravku / obr. 9 /.



Obr. 9 - výpočtové délka l_t

$$l_t = 4 \cdot 50,4 + 3 \cdot 25 + \sqrt{62,5^2 - (62,5 - 15)^2} = 317 \text{ mm}$$

Pro výpočet strojního času t_S bude uvažována dráha 330mm.

Podle normativu MTS - N - A42 jsou pro frézu ČSN 22 2160 stanoveny řezné podmínky: v = 15 m . min^{-1}, posuv na zub s_z = 0,07 mm . zub^{-1}.

Otáčky $n = \frac{v}{\pi D_f} = \frac{15}{0,125\pi} = 38\ min^{-1}$

V normální řadě otáček vřetena jsou nejbližší otáčky n = 32.
Posuv za minutu $s_m = n \cdot s_z \cdot z = 32 \cdot 0,07 \cdot 15 = 33,6\ mm\ min^{-1}$
V řadě příčných posuvů stolu je nejbližší nižší 28 mm min^{-1}.
Strojní čas t_S :

$$t_S = \frac{l}{s_m} = \frac{330}{28} = 11,75\ min$$

Podle vypočtené normy času - viz příloha 19- vyplývá čas stroje t_{AC} = 4,56 min. Protože je u této operace poměrně dlouhý t_S, lze použít dvoustrojovou obsluhu s oprací 080 /soustruh SP 31/. Za směrodatný pro výpočet mzdových nákladů bude brán čas delší operace, tj. 080. Úkony čištění, měření a odstranění otřepů budou prováděny v době automatického chodu obou strojů.

Zavedením dvoustrojové obsluhy dojde též k podstatné úspoře mzdových nákladů.

5. 5. Operace 121

Řezné podmínky a uvažovaný čas stroje viz kapitola 4. 2. Bude navržena dvoustrojová obsluha s operací 170. Pro výpočet mzdových nákladů bude brán předpokládaný čas stroje Heller, tj. 4 min. Operace 170 bude podstatně kratší a bude ji možno celou provézt v době automatického chodu stroje Heller.

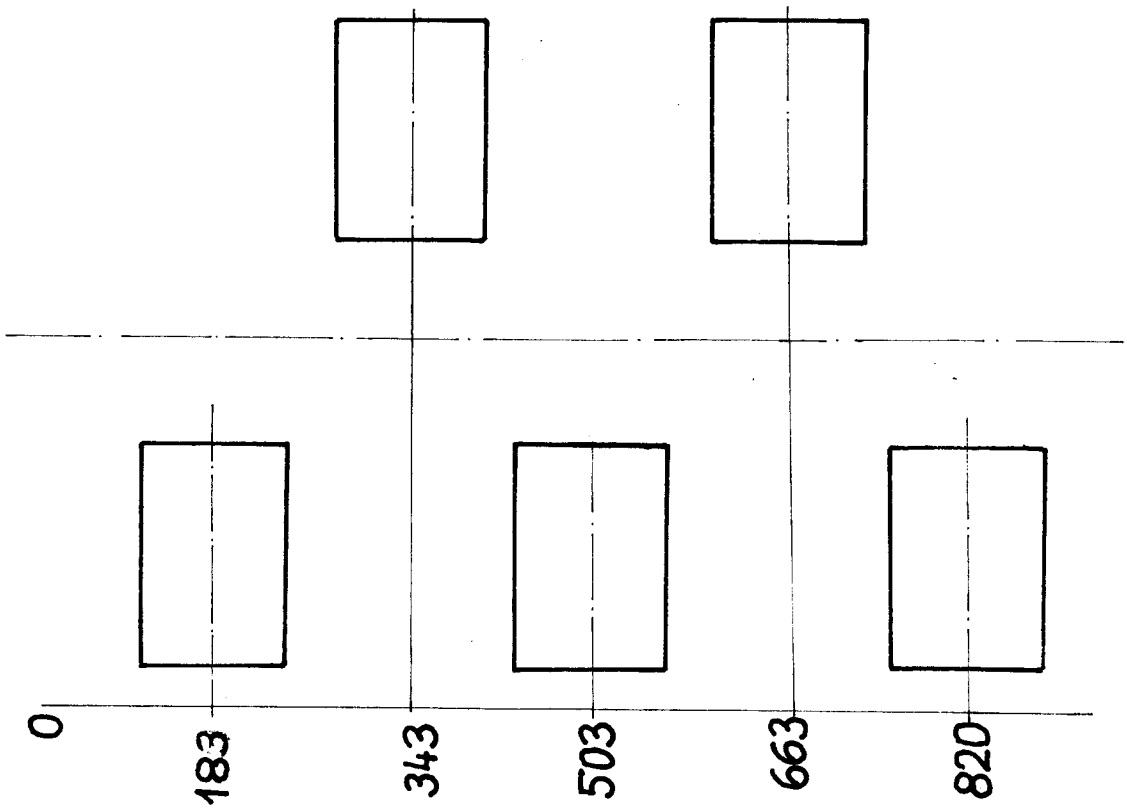
5. 6. Operace 170

Pro tuto operaci je navržen jednoúčelový stroj, složený z pěti vrtacích jednotek. Je možno provézt konstrukční úpravu hřídele - otvory mohou být pootočeny proti sobě pouze o 180°. Výkres vačkového hřídele 1 1152 002 5 má otvory ve třech na sebe kolmých směrech zakresleny. Bude možné použít pěti vrtacích jednotek JM -6, které jsou určeny pro vrtání v automatickém pracovním cyklu.

Popis jednotky JM - 6:

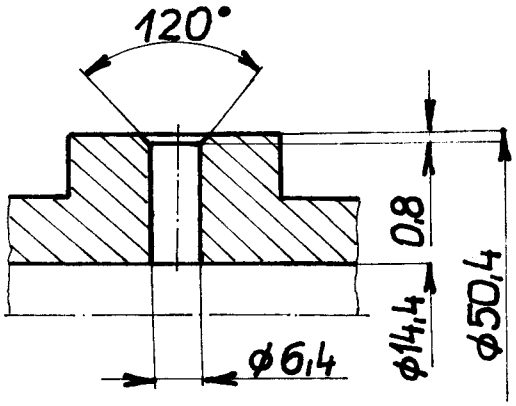
Otáčky vřetene se nastavují výměnnými ozubenými koly a přesuvnými koly předlohy. Jednotka je poháněna elektromotorem, namontovaným na zadním konci tělesa jednotky.

Technické údaje:	otáčky vřetena	500 - 8000 min^{-1}
	výkon elektomotoru	0,4 kW
	hmotnost jednotky	38 kg



Obrázek 10 - schema sestavení jednoúčelového stroje
0... poloha levého okraje prvního ložiskového čepu, viz výkres 1 1152 002 5. Kótovány jsou polohy os otvorů. Jednotky budou připevněny ke speciálnímu stolu a obrobek bude upínán do prizmatického přípravku.

Z normativu CNN - 10 - 2 - 2 - 0/III vyplývá, že pro průměr 6,3 mm jsou stanoveny řezné podmínky: s = 0,112 mm . ot^{-1}, n = 763 min^{-1}. Na jednotce JM - 6 lze nastavit:
s = 0,11 mm . ot^{-1}, n = 700 min^{-1}.



Obrázek 11 - určení délky l_t

Pro výpočet času volím délku l = 30 mm pro snadnější vyjímání vačkového hřídele.

$$t_S = \frac{l}{n\ s} = \frac{30}{763 \cdot 0,11} = 0,36 \text{ min}$$

Z vypočítané normy času - viz příloha 20 - vyplývá, že čas stroje t_{AC} je menší než 1 minuta a je podstatně kratší než čas automatického chodu stroje Heller /lze uvažovat 5 min na dva vačkové hřídele/. Je tedy možné realizovat dvoustrojovou obsluhu s tímto strojem, což přinese úsporu mzdových nákladů.

5. 7. Operace 090 a 150

Rovnání hřídelů se bude provádět na stroji firmy Junker, který je určen k rovnání tyčí a hřídelů za studena.

Rovnání probíhá tak, že se rotující obrobek prostřednictvím rovnací hlavice prohne při rychlém chodu až na nastavenou hodnotu průhybu. Vlastního rovnacího efektu se dosáhne tím, že se rovnací kladky při jemném zdvihu přemístí až k nulové hodnotě průhybu. Tím se rovnaná součástka dostane do symetrického tvaru vzhledem ke své ose. Touto metodou se dá běžně dosáhnout házivosti 0,05 - 0,1mm. Takt chodu uvádí výrobce 15 s /závisí na rovnaném materiálu/. Další informace o stroji viz DP 1530/80.

Pro případ rovnacích operací 090 a 150 bude možno uvažovat čas 0,5 min, protože není uvedeno při jaké délce a jakém materiálu je takt 0,25 min a navíc je třeba uvažovat se ztrátovými časy, přestávkami a opravami. Pro všechny rovnací operace /navíc 200 a 294/ bude možné použít jeden stroj, vhodně umístěný při projektu dílny.

Jelikož stroj pracuje v automatickém cyklu, nevznikají problémy s normováním výkonu dělníka a nebude v takové míře záležet na jeho schopnostech. Dojde k úspoře jednoho stroje i k podstatné úspoře času pracovníka a tím i mzdových nákladů.

5. 8. Manipulace s materiálem

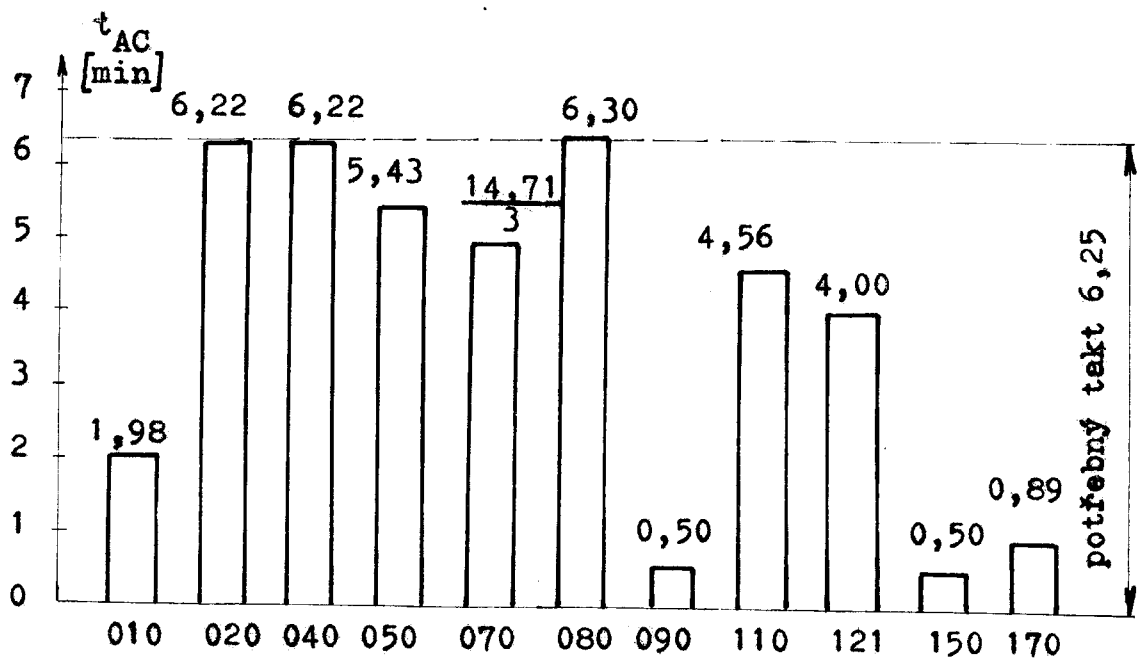
V kapitole 3. 2. byla naznačena možnost použití podvěsného dopravníku. Tato otázka byla pečlivě prozkoumána. Vyskytují se problémy, které podstatně snižují efektivitu jeho použití. Jako nejzávažnější se jeví tyto:

- příliš rozdílný čas t_{AC} jednotlivých strojů /viz obr. 12/
- nutnost odkládacích míst u strojů, kde se používá na rozdílných operacích vícestrojové obsluhy
- větší vzdálenost některých strojů při vícestrojové obsluze od podvěsného dopravníku,
- poměrně vysoké investiční náklady na jeho pořízení

Na základě těchto důvodů bylo od použití podvěsného dopravníku ustoupeno.

Konkretní řešení manipulace

Mezi stroji ZM 160 /operace 020/ a SP 31 /operace 040/ bude použit pneumatický manipulátor jak je uvedeno v kapitole 5. 1. Mezi stroji SP 31 a SZ 10 /operace 050/ bude použita meziopeřační doprava po zásobníku vačkových hřídelů, konstruovaného podle v závodě archivovaném výkresu TR 17 - H 02029. Tento zásobník se používá při dopravě vačkových hřídelů na



Obr. 12 - celkové časy strojů t_{AC} - navrhovaný stav

montáži motoru 706 RT. Nemůže na něm dojít k nárazu jednotlivých obrobků na sebe a k jejich poškození. Délka zásobníku bude 4m a jeho kapacita 50 kusů vačkových hřídelů. Jelikož čas následující operace na stroji SZ 10 je kratší než čas předchozí operace na stroji SP 31, neměly by vzniknout s umístěním zásobníku žádné problémy z důvodu rozdílných časů. Mezi dalšími operacemi budou nadále použity ručně tažené vozíky/ viz str. 12, obr. 1/, které plní současně i funkci odkládacího místa. Nechají se postavit těsně ke stroji a tím se zmenšuje fyzická námaha obsluhy.

5. 9. Technologický projekt dílny /č. v. DP 1544 - 03/

Při návrhu byly respektovány tyto zásady:

1. Použití strojů, které zajistí požadovanou výrobu při dodržení technologických požadavků.
2. Zabezpečení požadavků bezpečnosti a hygieny práce.
3. Bezpečné přivážení a odvážení materiálu.
4. Zajistit snadný odvoz třísek od strojů, produkujících jejich velké množství.

5. Zajistit dostatek místa pro nádrže u strojů s velkou spotřebou chladící kapaliny.

Při návrhu bylo možné použít plochu, kterou zaujímá linka v současnosti. Jako nejvýhodnější se ukázal projekt podobný současnému /stejný sled operací/, kde v hrubovací části linky byly použity o tři stroje méně. Pokus o zrcadlové otočení linky - přehození části hrubovacích a dokončovacích operací nepřinesl žádné podstatné výhody, naopak vznikly problémy s umístěním strojů, na kterých se pracuje ve vícestrojové obsluze, kolem nosných sloupů.

Při návrhu bylo uvažováno, že k odvozu třísek od strojů, produkujících jejich velké množství, bude použito přepravních výklopných beden. Tyto bedny byly zkonstruovány v n. p. Aero Vodochody. Maximální přepravovaná hmotnost třísek je 1000 kg, její půdorysný rozměr je 1370 x 1200 mm. Budou se odvážet od strojů pomocí vysokozdvižného vozíku Desta.

Umístění rovnacího stroje bylo navrženo z hlediska minimálních dopravních výkonů. Je v přijatelné vzdálenosti od strojů SP 31 i Heller, po kterých operace rovnání následuje.

Vícestrojové obsluhy bude použito u těchto strojů:

- operace 020 a 040 - stroje ZM 160 a SP 31
- operace 070 - 2 stroje SPT 20, 1 stroj Fischer
- operace 080 a 110 - stroje SP 31 a FA 4AV
- operace 121 a 170 - stroje Heller a JŮS / 5 x JM - 6/

6. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Tabulka 1 - Porovnání přímých mzdových nákladů současného a navrhovaného výrobního postupu

Číslo operace	Současný stav Kčs	Navrhované řešení Kčs	Úspora Kčs
010	0,248	0,248	0
020	0,725	0,460	0,265
040	0,725	0,460	0,265
050	1,430	0,914	0,516
070	1,700	0,850	0,850
080	0,930	0,465	0,465
090	0,500	0,080	0,420
100	1,031	0	1,031
110	0,835	0,465	0,370
121	1,481	0,346	1,135
160	1,614	0	1,614
170	0,590	0,346	0,244
Σ	12,209	4,714	7,495

Součet časů pracovníků t_{AC} na hrubovacích operacích:

- současný výrobní postup 76,69 min
- navrhovaný výrobní postup 29,81 min
- úspora času 46,88 min

Celková úspora mzdových nákladů na celé lince vačkových hřídelů /včetně dokončovacích operací/ je 12,154 Kčs na jeden kus, celková úspora časů pracovníků t_{AC} = = 134,69 - 60,14 = 74,55 min.

Tabulka 2 - Soupis investic/ + ... odborný odhad/

Číslo operace	Potřebný stroj nebo zařízení	Cena stroje [10^3 Kčs]
manipulace	pneumatický manipulátor	20 +
manipulace	zásobník vačkových hřídelů	8 +
050	čerpadlo p = 4 MPa, Q = 100 $l.min^{-1}$	8 +
070	soustruh SPT 20	471
110	frézka FA 4AV	78
110	přípravek pro 4 hřídele	3 +
121	frézka Heller	12 000
170	5 vrtacích jednotek JM - 6	100 +
investice v oblasti hrubovacích prací		12 688

Celkové investiční náklady na celou linku vačkových hřídelů budou 14 798 000 Kčs.

Známá cena stroje Heller je z roku 1979. Při uvažovaném růstu cen strojů /asi 10 % ročně/ je při ekonomickém výpočtu uvažována cena 12 000 000 Kčs.

Tabulka 3 - Zůstatkové hodnoty nahrazovaných strojů

Číslo operace	Obráběcí stroj	Zůstatková cena [10^3 Kčs]
040	1 soustruh SP 31	110
050	1 vyvrtávačka SZ 10	115
100	1 bruska BUA 31/1500	67
110	1 frézka FA 3V	18
121	1 soustruh Loewe	437
zůstatková hodnota strojů v oblasti hrubovacích prací		747

Zůstatkové hodnoty nahrazovaných obráběcích strojů na celé lince vačkových hřídelů jsou 823 000 Kčs.

Výpočet doby úhrady TÚ:

$$TÚ = \frac{JIN}{U_R}$$

JIN ... jednorázové investiční náklady /pořizovací cena investic - zůstatkova cena nahrazených strojů/

U_R .... průměrná roční úspora

$$U_R = M \cdot P \cdot \left(1 + \frac{R_z}{100}\right)$$

M ... úspora přímých mzdových nákladů Kčs na kus

P ... uvažovaná roční produkce

R_z .. režie závodu [%]

M = 12,154 Kčs na kus

P = 37 000 kusů za rok

R_z = 950 %

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

$$TÚ = \frac{14\,798 - 823}{4\,722} = \underline{2{,}96 \text{ roku}}$$

7. ZÁVĚR

Zavedením navrhovaných racionalizačních opatření by se podstatně snížila pracnost výrobku / o 47 min/ a z ní plynoucí přímé mzdové náklady / o 7,50 Kčs /. Navrhovaná opatření lze rozdělit:

1. Bez potřeby investičních nákladů - zrušení operace broušení ložiskových čepů /100/ změnou řezných podmínek v operaci soustružení /040/. Lze též realizovat zvýšení posuvu v této operaci.
2. Investiční náklady do 20 000 Kčs - použití pneumatického manipulátoru ke snížení fyzické námahy obsluhy; použití zásobníku vačkových hřídelů pro mezioperační manipulaci; využití čerpadla o vyšším výkonu ke zvýšení posuvu při hlubokém vrtání; zkonstruování přípravku pro upnutí čtyř vačkových hřídelů na frézku FA 4AV pro zkrácení času upínání obrobku.
3. Nákup nových strojů
   a/ frézka FA 4AV - umožní použití přípravku a tím i dvoustrojovou obsluhu
   b/ vrtací jednotky JM - 6 - umožní zkrácení času při vrtání otvorů do ložiskových čepů, práci v poloautomatickém cyklu a tím i použití dvoustrojové obsluhy
   c/ frézka Heller - její cena je vysoká, avšak přináší velké množství výhod - možnost zrušit broušení palců před kalením, podstatně menší přídavek na broušení, vyšší přesnost tvaru palců, podstatný růst produktivity práce, umožňující použití jednoho stroje; celková úspora tří strojů - jednoho na výrobu palců a dvou brusek

Nevýhodou se jeví nutnost nákupu stroje Heller za devizy. Není však znám výrobce v ČSSR nebo v zemích RVHP, který by vyráběl potřebné zařízení na podobné úrovni s navrženým. Navíc je nutno uvažovat, že ceny strojů rychle rostou.

Ekonomické zhodnocení ukazuje, že i v případě nákupu stroje Heller, vychází doba úhrady poměrně výhodná a toto řešení by bylo možno použít.

Požadovaný takt linky byl dodržen s vyjímkou operace 080, která je těsně nad ním /o 0,05 min/. Jak již bylo uvedeno je zde normován velký čas t_{A102}. Strojní čas t_S je pouze 3,41 min /lze porovnat s operací 040, která se provádí na stejném stroji a kde t_S = 3,96 min - čas t_{AC} však odpovídá požadovanému taktu/. Nákup jiného stroje nebo změna řezných podmínek se jeví za těchto okolností neefektivní.

V současné době je na lince v závodě LIAZ 03 v její hrubovací části potřeba 9 výrobních dělníků. V případě použití navrhovaného řešení by stačilo pouze 6 výrobních dělníků na jednu směnu - vychází úspora 3 těchto dělníků na jednu směnu.

V celé práci byl brán zřetel na základní požadavky: došlo by ke snížení počtu pracovníků, uvažuje se použití stávající výrobní plochy, byl v podstatě dodržen potřebný takt linky pro výrobu 37 000 kusů vačkových hřídelů ročně, bylo pokud možno využito stávajících strojů.

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

Josef Vach

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

/1/ Přikryl, Z. - Musílková, R.: Teorie obrábění. 1. vyd. Praha 1971.

/2/ Heller, Bremen: Technologie hlubokého vrtání, 1977.

/3/ Leiseder, L.: Technische Rundschau, 1978, č. 2, s. 7.

/4/ Heller, Nurtingen: Nabídka stroje RFN 300/1200, 1979.

/5/ Vero Precision Engineering, Southampton: Nabídka stroje Vero Duplex 1200/2, 1979.

/6/ Štrajbl, J.: Obráběcí stroje. 1. vyd. Praha 1979.

/7/ Horný, J.: Metodika normování vícestrojové obsluhy. 1. vyd. Praha 1971.

/8/ Beljajev, G. S. - Tabačnikov, P. I.: Výroba hřídelů. 1. vyd. Praha 1965.

/9/ Přikryl, Z.: Technologie obrábění. 1. vyd. Praha 1967.

/10/ Stránský, L.: Racionalizace výrobního toku vačkových hřídelů motoru M 634. [Závěrečná aplikační práce.] Liberec 1979.

/11/ Automobil, 1979, č. 6, s. 26.

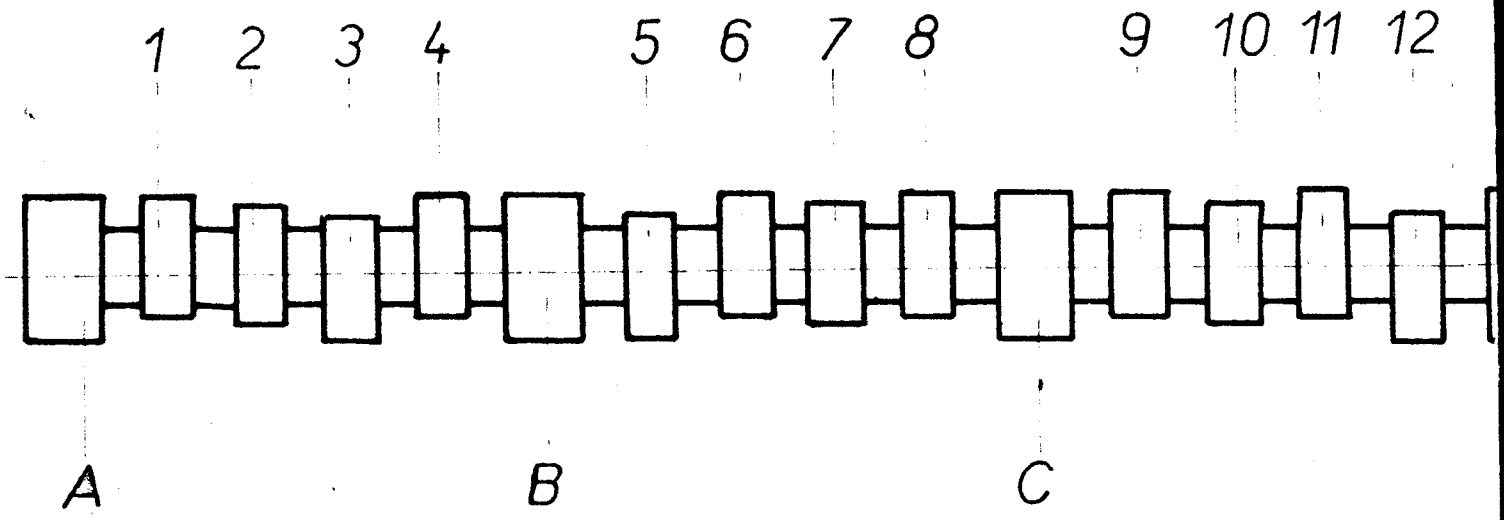
/12/ Líbal, V.: Organizace a řízení výroby. 4. vyd. Praha 1979.

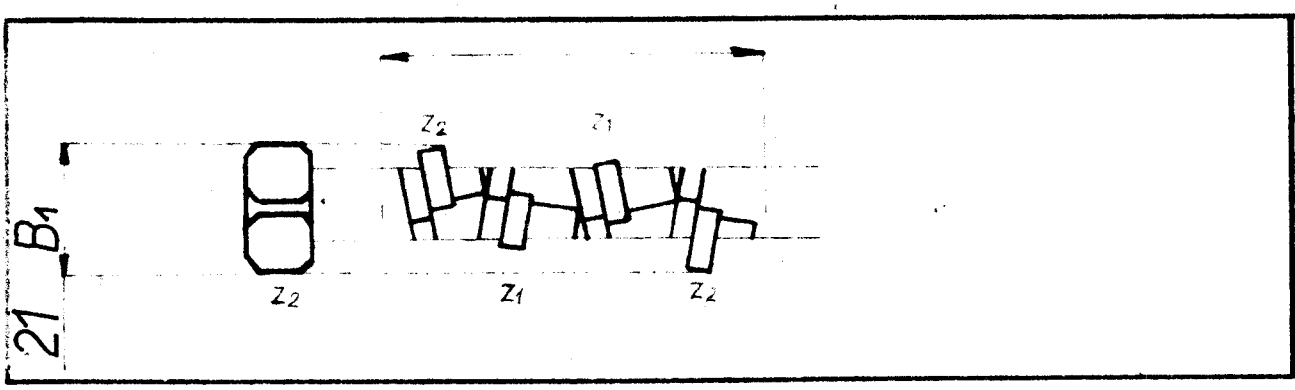
9. SEZNAM VÝKRESU A PŘÍLOH

Výkresy:

č. v. 442 1 1152 002 5 - Vačkový hřídel
č. v. 03 - 300. M4 - Výroba vačkového hřídele /výrobní pole E/
č. v. DP 1544 - 01 - Frézka na vačkové hřídele RFN 300/1200
č. v. DP 1544 - 02 - Řezné podmínky
č. v. DP 1544 - 03 - Výroba vačkového hřídele - návrh

Přílohy:



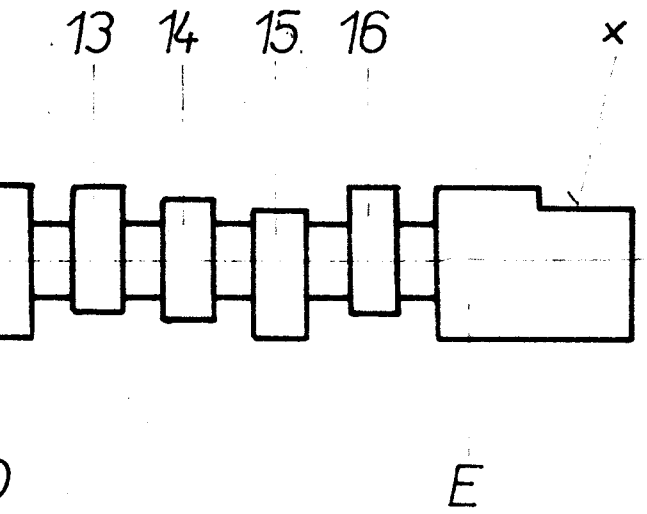


[ ]

ø 320

	[$^{-1}$]	[$^{-1}$]	[/]	[$^{-1}$]	[ ]			
–	125	125		0,2	550	25	0,05	0,1
			ø=360ø·51	0,4	1 100	160	0,15	

21
17



	DP-ST-1523-01
	1-1152-002-5494
	OCEL 750-850 MPa
22 KOMPLETNÍCH ZUBŮ	A+B+C+D+E
	PLOCHA x
	A+E
	B+C+D
	-

[ ]

0,3	ruční obsluha 16×0,3 = 4,8	pro 2 vačkové hř. 2×0,4 = 0,8	5,6

VŠST LIBEREC

ŘEZNÉ PODMÍNKY

DP-ST-1544-02

Technický postup

Vakkový brýl

Ø 54 × 3300

Ø 54 × 1052 +1

1 ks

č.v. 1 1152 002 5

010 Vakkový brýl

Vynov ci vareat tyč na délku 1052 +1

011 Vyrat + ohnout

020 [illegible]

[illegible] 261-0-077 [illegible]

[illegible] 6-53

[illegible]

[illegible]

Po OPR [illegible] 3-TOPO/[illegible]

Vydáno za 02-[illegible]/70

Hrazdil

Rosický

Nikola

-7-

Výrobní postup

LIAZ, n. p.

Listů 27 List 1

Název skupiny: Úplný vačkový hřídel	Č. výkr. skupiny	Název součásti: Vačkový hřídel		Číslo modelu	Číslo výkr. součásti: ~~61 002 115~~
Polotovar: Materiál (druh, ČSN): 12051.3 ČSN 42 6510.12		Nomenklatura: 1205137054	Dílna 1 oper.	Dávka kusů	
Rozměr: Ø 54 x 3300		Připravit na rozměr: Ø 54 x 1052 +1	Kaz. při m. / Kazba	Odvést do	
Měr. jedn.: kg	Cena za jedn.: 4,80	Úspor. nákl.: 19,776	Cena celkem: 94,925	Hrubá váha: 13,913	Čistá váha: 8,05
Zbytek mat.	Kal. jedn.	Kal. čas: 002			

Typa	Kusů	Typa	Kusů
M 63A	1		

Číslo	Dílna / Pracoviště	Popis práce	a	t	v	s	n	Nářadí	Kal. čas	Kal. kusů	Číslo	Číslo	Čas Tp	Čas Tk	Mzda na Tu-Kčs	Mzda na Tk Kčs	Druh normu
														Č.V.	1 1152	002 5	
010	Záv.01 Rýnovice	Externě závod 01 Natezat tyč na délku 1052 +1															
011 ~~101~~	314 6386	Vyprat v Alkonu															
020	344 4733 ZM 160	a/ Vložit do stroje, upnout b/ V automatickém cyklu zarovnat čela na délku 1050 -0,5		1	28		500 0,11	976-241-9.077 nůž brit. destičky: PN 22 0925 ~~ČSN 19 04 16 - 53~~ ~~619 04 16 - 52~~ a" kalibr 986-511-1.026									

Č.	Pol.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
Vydán		zm. 03-5221/78			
a	1	03 5049/77		15.3.79	

PO OPR. 2HV. 2m. 03-5080/79

Vypracoval: Hosenseidl

Normoval:

Konst. nářadí: Šikola

Kontroloval:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 2

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

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stro. č.	Dělník	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
		Pokrač. op. č. 020											Č.V.	1 1152	002 5	
		Vrtat otvor Ø 9,6 do hloubky 28 s úkosem 60° do ~~Ø 16~~ z jedné strany, z druhé strany navrtat Ø 14,4 do hl. 31 ± 1 se sražením 60° do Ø 20 ± 0,1, ze strany otvoru Ø 9,6 soustružit na Ø 52,4 - 0,1 v délce 40.		1	22	0,14	350	spec. navrtávák 986-221-9.103								
								poulička ~~D19 4 05~~ CPA 14 04 05-54 „a" PN 22 0926								
								utvaroče ~~AB 16 2,5~~ TO 14 -92 „a" PN 22 0927								
								CD 19 3 PN 22 0927								
								vrták Ø 14,4 986-222-2.051								
		Kontrolovat :						kalibr Ø 20 ± 0,1 986-517-9.032								
		- délku 1050 - 0,5						měřidlo 1050-0,5 986-514-3.042								
		- Ø 52,4 - 0,1 u každého kusu						posuv. měřítko 150 ČSN 25 1238								
		! Pracuje ve dvoustrojové obsluze s op. č. 040 !														
030		Volná														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platnost	Dne	Podpis																
	Vydán		ev. č. 5-5221/78		Kovár				30.09.78		15.3.79											

Poznámka :

-2-

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 3

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
		Vačkový hřídel	~~01-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dílna	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp · Kčs	Mzda Tk · Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
040	344	a/ Upnout do hlavy Fischer						hlava SUHA 100/113					Č V	1 1152	002 5	
	4128	s pevným hrotem, opřít						hrot do hlavy								
	SP 31	koníkem						986-426-1063								
								hrot 4 ČSN 24 3310								
		b/ Soustružit povrch hřídele			80			R-Lna 467								
		na Ø 51,- 0,1 na 2 třísky				0,3		držák 45 x 32								
		1. tříska Ø 52					300	PN 3843								
		2. tříska Ø51 - 0,1						destička LNUX 190415 F-32 -S2 „a" ~~M19 U4 153 S2~~								
		v délce 1010 ± 2.						(S3)								
								Jako šablony použít								
								jeden obrobený kus								
		c/ Kontrola Ø 51 - 0,1 u každého kusu na 3 místech						posuv. měřítko								
								150 ČSN 25 1233								
								závěs								
		! Pracuje ve dvoustrojové						986-839-5.058								
		obsluze s op. č.020!														

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platnost	Dne	Podpis														Poznámka:
	Kaba	zm.	02	1221/79		Kmunek														

-3-

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 4

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
		Vačkový hřídel	~~01-002-117c~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dílnář	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp · Kčs	Mzda Tk · Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
													Č.v.	1 1152	002 5	
050	344	a/ Upnout do sklíčidla, oprít						ČSN 24 3850.2-160								
	4856	druhý konec.						tříčel. sklíčidlo								
	SZ 10							R-Ltu 31 Trn								
		b/ Vrtat Ø 14,4 v délce 820+ 5		1	61	0,06	1400	vrták 986-222-3.056								
		Pozn: hloubku vrtání dodržet!						kleština 986-424-1.126								
060	344	Vyprat v Alkonu.														
	6236															
	UZR05															

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
	Vyd.	dm.	13	1.1.1	78	[illegible]

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 5

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

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stupeň	Změna	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
070	344	Používat ochranných pomůcek														
	4574	a/ Upnout do sklíčidla, upnout						sklíčidlo					Č V.	1 1152	002 5	
	Fischer	hrotem, upnout lunetu						PU 3 S 250								
								R Euh -189 čelisti								
								R Euh -335 doraz								
		b/ Soustružit dle šablony - 3		3		0,5		kopír. šablony								
		třísky				0,5		986-733-1.079								
		- Ø 28,05 -0,2 s náběhem				0,25		986-733-1.080								
		15°+5° na Ø 29,3 - 0,1 pro					500	posuv. šablony								
		závit M 30, Ø 30,5 - 0,2						986-733-1.077								
		v délce 40						986-733-1.078								
		Ø 36 - 0,2 na Ø 36 + 0,2						R-Lna 390 Nůž								
		v délce 51 + 0,1 s přídavkem						šablona na br. nožů			943	525	0.069	„c"		
		pro brus						~~986-525-0.239~~								
		- vybrání mezi palci a lož.						měřidlo plochy ložisek								
		čepy na Ø 33±0,3 „e"						986-521-0.060								
		c/ Kontrolovat:						posuv. měřítko								
		u každého kusu na třech						ČSN 25 1238 150								
		místech						986-426-1099 Hrot								
		„a" Ø 33 ± 0,3						podpěra k pevné lunetě								
		Ø 36 + 0,2						986-411-0.100								
		Ø 30,5 - 0,2						podpěra ke sklopné lunetě								
		Ø 29,3-0,1 u každého kusu						986-411-0.101								
		! Pracuje ve dvoustroj. ousluze s 2. strojem!														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis																					
							a'		03-5318/81		21.9.79		1X	03-5166/79		29.8.79											
	Výdej	Lm	02-	1221/79			b'	IX	03-5137/79		8.8.79																

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 5a

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	Strojů	Dělník	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp·Kčs	Mzda Tk·Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
070	344	a/ Upnout do sklíčidla, opřít						kopír. šablona					č.V.	1 1152	002 5	
	4531	hrotem, upnout lunety						986-733-1.086								
	SPT 20	b/ Soustružit v tandemu třískovým cyklem						kopír nůž 976-241-9.038	PODP. LUNETY 943-581-5.120 „e" MĚŘ. K ÚSTAV. KOP. ŠABLON 943-451-0.158 + 943-569-1.178 „e"							
		- Ø 28,05 -0,2 s náběhem		3		0,25		nastavovací měrka								
		15°+ 5° na Ø 29,3 - 0,1 pro					500	na nůž								
		válcování závitu M 30				0,5		981/569-1.175								
		Ø 30,5 - 0,2 v délce 40						měř. polohy								
		Ø 36 - 0,2 na Ø 36 + 0,2						ložisek a palců								
		v délce 51, + 0,1 s přídavkem pro brus						986-521-0.060 doraz								
„b"		- vybrání mezi palci a loz.						986-411-0.095								
		čepy na Ø 33 ± 0,3						hrot								
		c/ Kontrolovat:						986-426-1.097								
		u každého kusu na třech						šablona na br. nožů	943-525-0.070 „d"							
„b"		místech Ø 33 ± 0,3						~~986-525-0.238~~	~~525-0070-7.878 „e"~~							
		Ø 36 + 0,2						posuv. měřítko								
		Ø 30,5 - 0,2						150 ČSN 25 1238								
		Ø 29,3 - 0,1 u kždého kusu						sklíčidlo	HLAVA Úscp 250 s PŘIPOJ. PŘÍRUBOU „e"							
								PU 3 S 250	943-431-3.030 JAKO NÁHRADA							
		! Pracuje ve dvoustroj. obsluze						KOPÍROVACÍ PALEC	„a"							
		s druhým strojem !						986-733-9.154								

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Podpis	Pís.	Poč.	Doklad	Dne	Podpis	Poznámka:
	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	„a"	1x	13-5296/78	4.12.78		„c"	1x	03-5137/79	8.8.79		
	Vydán dn.		03-5221/78				„b"	1x	03-5318/78	1.1.79		„d"	1x	03-5160/79	29.8.79		

e" 3x 5246/79 1.1.80 : 17.12.79

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 6

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čís. vykr. součásti
		Vačkový hřídel	~~01-002-1152~~

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Pomůcky	Přídavky	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp · Kčs	Mzda Tk · Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
080	344	a/ Upnout díl na straně budoucího závitu do sklíčidla za Ø 1. ložisk. čepu a podepřít hrotem a lunetou.						sklíčidlo PU 3 S					Č.V.	1 1152	002 5	
	4531							hrot 983-425-4.172								
	SP 31							doraz 943-411-0.090								
		B/ Spuštěním automat. cyklu soustružit vybrání mezi palci na Ø 33 ± 0,3 a šíři palců 20 + 0,5, šíři lož. čepů 28.		1		0,3	560	luneta 943-451-5.116				čas cyklu : 3,41				
								ložisko 6303 2Z 4ks								
		Soustružit Ø 45 - 0,3 v délce 15, srazit hrany 1,5 x 45° u lož. čepů, šíře ložisk. čepu na straně upnutí v universále 36.						šablona 986-733-1.090								
								nůž 976-241-9.038								
		Současně soustružit v aut. cyklu vybrání mezi 7. lož. čepem a posl. palcem na Ø 33 ± 0,3.						nůž ČSN 22 3730 32x20 P20								
								posuv. měřítko 150 ČSN 25 1238								
		Válcové plochy bez výrazných přechodů.						kalibr MOP 33 ± 0,3								
		c/ Kontrolovat každý 3. kus: Ø 33 ± 0,3 ; Ø 45 - 0,3 ; šíře 20 + 0,5 ; šíře 28.														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Metod	Dne	Podpis
	Výtka	Ban.	07	1047	1/79	[illegible]

Poznámka :

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 7

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

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dělník	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek											Č.V.	1 1152	002 5	
		Pokračování op. č.080						čelisti 986-412-8.307								
		Kontrolovat každý 3. kus: Ø 33 - 0,3; Ø 45; šíře 20 + 0,5; šíře 28														
090	344 / 3331 / CDC 30	a/ Upnout do hrotů						H Oza 26 přípr. H Oza 10								
		b/ Vyrovnat max. házivost ±0,1						H-Lta 12 trn s hlavicí								

Změny	Pís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
	Vyda					

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 7 List 8

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	Zařízení	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp · Kčs	Mzda Tk · Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek											Č.V.	1 1152	002 5	
100	344 5527 BUA 31/ /1500	a) Upnout do hrotů, unášet pomocí unášecího srdce						ČSN 24 3334 unášecí srdce 20-35 ČSN 22 4510 411 kotouč	51	50	40					
		b) Brousit postupně ložisk. čepy 7 ÷ 2 na Ø 50,4 - 0,1						~~posuv. měřítko 150 ČSN 25 1238~~ Mop 50,4 -0,1								
		c) Kontrolovat u každého kusu Ø 50,4 - 0,1						R-Uh 280 opěrky do lunety								

Změny	Číc.	Poč.	Doklad	Platnost	Dne	Podpis													
							a	IX	02-5/37/79	8.8.79									

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 9

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	Zařízení	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp - Kčs	Mzda Tk - Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek														
													Č.V.	1 1152	002 5	
110	344	a) Upnout do svěráku						svěrák 160								
	5226							ČSN 24 3131								
	FA 3V	b) Frézovat dvě plošky pro			0,014			čelisti								
		unášení na míru 25 hll				90		986-412-4.141								
								frézy								
								ČSN 22 2165								
		c) Odstranit otřepy						Ø 125x32x18 -2ks								
		P O Z O R !														
		Obě plošky musí být souosé						986-569-1.132								
		s Ø 50,4 - 0,1 a souměrně						měrky na mezeru								
		vzdáleny od osy v tol. -0,03						mezi fr.								
								986-411-0.039								
		Kontrolovat:						podložka								
		U každého kusu rozměr						třmenový kalibr								
		25 hll, souměrnost plošek						25 hll								
		s osou vač. hřídele						ČSN 25 3180								
								pilník ČSN 22 9110								
								250.3								
								986-581-0.163								
								měřidlo souososti								
120		Volná						frézovací trn								

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platnost	Dne	Podpis
	Vydán	na	5241/77			

Poznámka:

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	1 1152 002 5

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dílna	Třída / Sazba	Čas Tp	Tk	Mzda Tp - Kčs	Tk - Kčs	Druh normy
	344	Používat ochranných pomůcek														
121.	4362 DN6 15NDA LOEWE	a) Upnout do unašeče za plošku 25 hll a kleštinou za 1. ložisk. čep														
		b) Soustružit na 1. třísku tvar palců na Ø 41 - 0,5 a Ø 44 - 0,5 (Ø válc. části vačky)		1	0,09			Nůž 986-241-2.051 nastav. měrka								
		c) přeseřídit nože na 2. třísku (po osoustružení dávky na 1. třísku)						posuv. měřítko ČSN 25 1238-150								
		d) Soustružit na 2. třísku tvar palců na Ø 36-0,4 a Ø 39-0,4		1	0,09			kalibr Mop 39-0,4 36-0,4								
		e) po osoustružení dávky na 2. třísku opět přeseřídit nože na 1. třísku														

Změny Čís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Poznámka:
2m	92	5245	96 1.1.87		Hrnčík	

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
Úplný vačkový hřídel		Vačkový hřídel	1 1152 002 5

Operace	Dílna / Pracoviště	Popis práce	Řezné podmínky a	i	v	s	n	Nářadí	Stroj	Dělník	Třída / Sazba	Čas Tp	Čas Tk	Mzda Tp Kčs	Mzda Tk Kčs	Druh normy
		Používat ochranných pomůcek f) díl odepnout a odložit na vozík. Pracuje ve dvoustrojové obsluze s druhým strojem.														
121.	344 / 4362 SPT 7	a) Upnout díl do unašeče za plošky 25 hll a na straně závitu do hrotu. Podepřít lunetami.						Přípravek 943-734-0.020 nůž 943-241-1.307 Tvar. měrka 943-525-0.071								
		b) V prac. cyklu soustružit na jednu třísku tvar palců na Ø 39-0,4 a Ø 36-0,4						Nastav. měřidlo 943-581-0.160 Nastav. měrka 943-569-2.181								
		c) díl odepnout a odložit na vozík. Pracuje ve dvoustrojové obsluze s druhým strojem.						kalibr Mop 39-0,4 36-0,4								
130.		VOLNÁ														
140.		VOLNÁ														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platnost	Dne	Podpis
	3m.	02-52	16/12-			

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 11

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														
													Ú.V.	1 1152	002 5	
150	344 / 4362	a) Upnout do hrotů						986-632-0.004 rovnací zařízení								
		b) Vyrovnat na max. házivost ± 0,1						986-400-0.110 nástavec H-Efa 12 trn s hlavicí								
160	344 / 5742 CHŠZ-N14	a) Upnout do hrotů, unášet za frézované plošky 25 h11														
		b) Brousit tvar palců 1x na průměry Ø 34,6 - 0,1 Ø 37,6 - 0,1 (Ø válc. části vaček)						brusný kotouč ČSN 22 4510 typ 411516030 unašeč. srdce 986-426-7.025 986-426-1.068 hrot								
		c) Kontrolovat: Ø 34,6 - 0,1; Ø 37,6 - 0,1 na všech palcích u každého kusu						986-423-0.035 sil. čelisti lunety tř. kalibr ČSN 25 3172 Ø 34,6 - 0,1 Ø 37,6 - 0,1								
		! Pracuje ve 2 stroj. obsluze s op. č. 260 !														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platňa	Dne	Podpis
			Výdej ex. 02-1221/78			

Poznámka:

LIAZ, n.p.

Výrobní postup · pokračování

Listů 27 List 12

Název skupiny	Čís. vykr. skupiny	Název součásti	Čísl. vykr. součásti
		Vačkový hřídel	~~01-002-1152~~

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														
170	344 / 4623	a/ Díl upnout do hrotu, zapolohovat v přípravku						986-441-1.328 polohovací přípravek					Č.V.	1 1152	002 5	
		b/ Vrtat postupně na 5-ti lož. čepech Ø 6,4 a napojit na hlavní.olej. kanál, zároveň zahloubit pod úhlem 120° do hloubky 0,8 + 0,2		1	14	R	780	986-222-3.099 spec. vrták 986-889-0.037 stojan								
		Zkontrolovat														
180	344 / 6236 / ~~LZR 05~~	VOLNÁ ~~Vyprat v alkonové lázni~~ ~~/číslo PNg 3/77/~~														

Změny	Čís.	Poč.	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	a	b													Poznámka:
	Kyb		em.	03-1059/79		H.															

LIAZ, n. p.

Počet listů 5 List 1.

NORMOVÝ LIST - SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Staré číslo výkresu:

Název součásti: Vačkový hřídel

Číslo modelu:

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
010.										záv. 01 externě
011.								režie		
020.		5		3,99		4,89		0,725	311	344
030.										volná
040.		5		9,78		4,89		0,725	311	344
050.		6		8,50		8,50		1,43	311	344
060.								režie		
070.		6		14,71		9,81		1,70	321	344
080.		5		6,30		6,30		0,93	311	344
090.		6		3,12		3,12		0,50	310	344
100.		5		6,95		6,95		1,031	311	344
110.		5		5,63		5,63		0,835	311	344
120										volná

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: Plášková
Dne: 4.9.79

NEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

ST 40 6554-74

LIAZ, n. p.

Počet listů 5 List 2.

NORMOVÝ LIST - SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu: 1 1152 002 5

Staré číslo výkresu:

Název součásti: Vačkový hřídel

Číslo modelu:

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
121.	„a"	6		10,55 ~~5,80~~		8,55 ~~5,80~~		1,481 ~~0,976~~	321 ~~311~~	344
122.	„a"	6		~~4,75~~		~~4,75~~		~~0,800~~	~~311~~	VOLNÁ ~~344~~
130.										volná
140.	„a"	~~4~~		~~1,83~~		~~1,83~~		~~0,229~~	~~310~~	VOLNÁ ~~344~~
150.		6		2,50		2,50		0,400	310	344
160.		6		19,18		9,59		1,614	311	344
170.		5		3,98		3,98		0,590	311	344
180.	„a"	~~4~~		~~1,76~~		~~1,76~~		~~0,220~~	~~310~~	VOLNÁ ~~344~~
181.				provádí se v operaci č. 190						

Pís	Poř	Doklad	Platí od	Dne	Podpis	Pís	Poř	Doklad	Platí od	Dne	Podpis
		03-5172/79	1.10.79								
„a"	4X	03-5246/76	1.1.80	18.12.79							

Vypracoval: Rubášová Dne: 4.9.79

Schválil: Pl[illegible] Dne: 4.9.79

DOD TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

ST 40 6554-74

výpočet podle normativu CNN 10 - 5 - 5 II/I

VL 1-1

závod-dílna	VÝPOČET NORMY ČASU	technologický díl	list č. / počet listů	[illegible]

Dílec

název	Vačkový hřídel
č.výkresu	1 1152 002 5 č.dílce
č.operace	040 tarif.třída 5
počet kusů	dávka
materiál	12 051.3 skup.obráb. 12b
rozměry materiálu	⌀54 - 1050
stav materiálu	
váha v kg-čistá	8,3 hrubá 19,3
výroba seřízená-neseřízená	

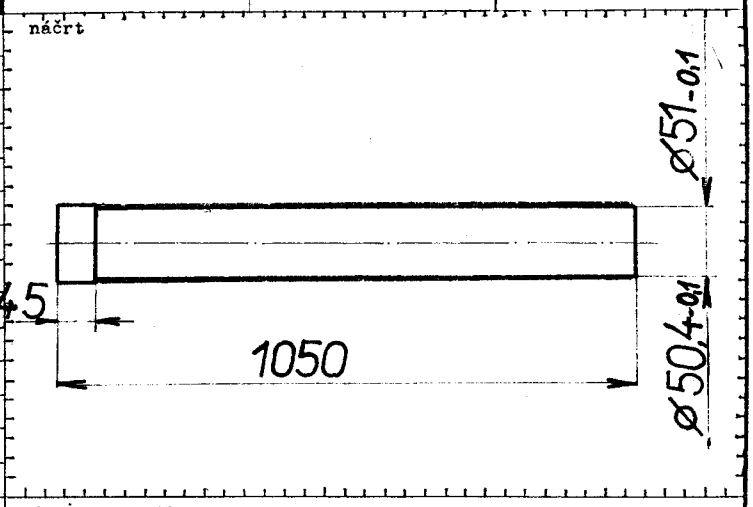
Stroj

pracoviště	4128 typ stroje SP 31
průtažná síla	příkon v kW 43
max.dov.zatížení suportu v kg	
velikost stroje	
počet obsluhovaných strojů	2

poznámka

výpočet t_S viz DP str. 50

náčrt



popis operace

Soustružit na 2 třísky - 1.⌀52, 2.⌀51$_{-0,1}$ a ⌀50,4$_{-0,1}$

Poř.čís.	popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_S	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	A_{12}	A_{13}	t_{A31}	norma č.tab	t_{B1} t_{B3}
1	Upnout, odepnout					0,55				73/A5	
2	Zasunout kryt					0,07				74/A-1	
3	Spustit stroj					0,05				74/A-3	
4	Najet do řezu a vyjet			0,09						74/B-1	
5	Soustružit současně hor-										
	ním a spodním suportem,										
	vzdálenost suportů 50 mm			3,52						výpočet	
6	Zpětný chod suportů			0,35						74/B-2	
7	Odsunout kryt					0,07				74/A-2	
8	Měření ⌀51 ve 3 místech	0,12.	3			0,36				73/C1	
9	Měření ⌀50,4 ve 3 místech	0,12.	3			0,36				73/C1	
	Přenos										t_{B1} t_{B3}

t_z $\frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$	Σ složek času	3,96	1,46	t_{B1}
$\frac{1,70}{5,66} = 0,3$	Σ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13}$ =		1,46	t_{B3}
t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A3} + t_{A13}$	t_{Ax} ..6..... %	0,06 . 3,96	0,24	
t_{Ak} pro ruč.práce $= t_{A1}$	t_{A1}		1,70	t_{B1}
	t_{A201} ..... %			t_{B201}
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32} = t_S$		3,96	t_{B3}
	t_A		5,66	t_B
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c = 5,66 \cdot 1,1$		6,22	$t_{Bc} = t_B \cdot k_c$

Vypočítal: Vach datum kontroloval datum

VL I-1

závod-dílna	VYPOČET NORMY ČASU	technologický celek	list č. / počet listů	výrobní

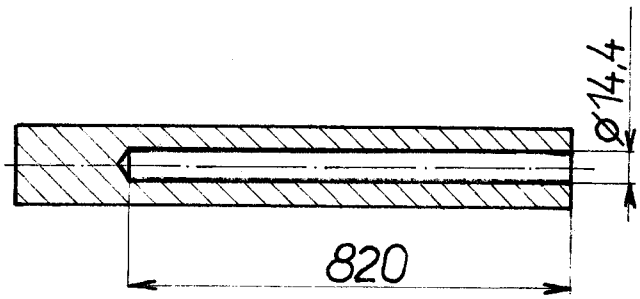
Dílec

název	Vačkový hřídel		
č.výkresu	1 1152 002 5	č.dílce	
č.operace	050	tarif.třída	6
počet kusů		dávka	
materiál	12 051.3	skup.obráb.	12 b
rozměry materiálu	⌀ 54 - 1050		
stav materiálu			
váha v kg-čistá	8,3	hrubá	19,3
výroba seřízená-neseřízená			

Stroj

pracoviště	4856	typ stroje	SZ 10
průtažná síla		příkon v kW	9
max.dov.zatížení suportu v kg			
velikost stroje			
počet obsluhovaných strojů	1		

náčrt



poznámka

výpočet t_S DP str. 53

popis operace

Vrtat ⌀14,4 v délce 820^{+5}

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 č.tab.	t_{B1} t_{B3}
1	Uchopit kus, vložit do vřetene, vyjmout					0,19				5A/2	
2	Upnout sklíčidlo, povolit					0,12				6/7a	
3	Podepřít 2. konec, odepnout					0,34				5A/3	
4	Najet vrtákem do řezu, odjet							0,46		3/21	
5	Spustit, zastavit stroj					0,09				3/1,3	
6	Vrtat ⌀14,4 v délce 825			7,36						výpočet	
7	Odjet vrtákem z otvoru					0,57				3/21	
8	Vyčistit otvor od třísek					0,34				8/12a	

Přenos

$t_z = \frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$	Σ složek času	7,36	1,65	0,46	t_{B1} t_{B3}
	Σ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13}$ =		2,11		t_{B1}
$t_z = \frac{2,25}{4,8} = 0,47$	t_{Ax} ..1,8.. %	0,018 . 7,62	0,14		t_{B3}
	t_{A1}		2,25	t_{B1}	
t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A3} + t_{A13}$	t_{A201} ..... %			t_{B201}	
t_{A1} pro ruč.práce $= t_{A1}$	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32} = t_S$		7,36	t_{B3}	
	t_A		9,61	t_B	
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c$ 9,61 . 1,13/ 2		5,43	$t_{Bc} = t_B \cdot k_c$	

Vypočítal: Vacek datum kontroloval datum

výpočet dle normativů MTS - N - A 42 a CNN 10 - 10 - 0 - II/I

VL 1-1

závod-dílna	VYPOČET NORMY ČASU	technologická dokumentace	list č. / počet listů	zpracovatel

Dílec

název	Vačkový hřídel
č.výkresu	1 1152 002 5
č.dílce	
č.operace	110
tarif.třída	5
počet kusů	
dávka	
materiál	12 051.3
skup.obráb.	12 b
rozměry materiálu	⌀ 54 - 1050
stav materiálu	
váha v kg-čistá	8,3
hrubá	19,3
výroba seřízená-neseřízená	

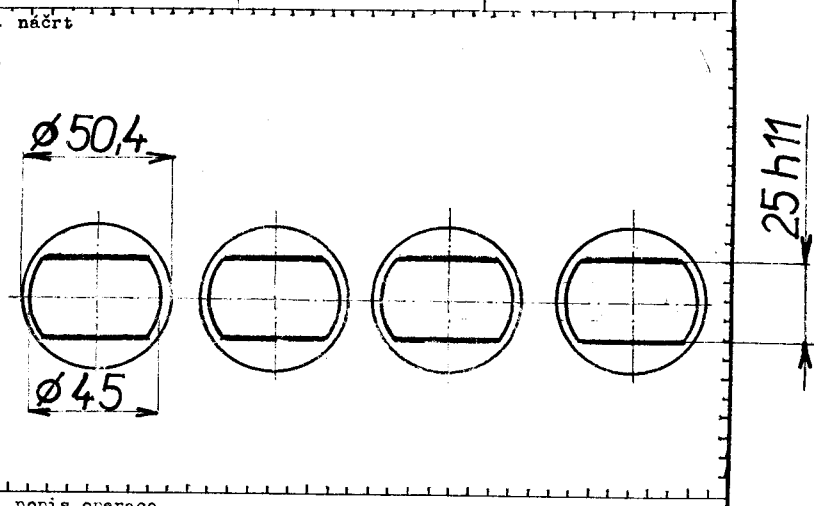
Stroj

pracoviště	5226
typ stroje	FA 4V
průtažná síla	
příkon v kW	8,6
max.dov.zatížení suportu v kg	
velikost stroje	
počet obsluhovaných strojů	2

poznámka

výpočet t_S DP str. 56

náčrt



popis operace

Frézovat 2 plošky pro unášení na míru 25 h 11

Poř.čís.	popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_S	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	A_{12}	A_{13}	t_{A31}	norma č.tab.	t_{B1} t_{B3}
1	Upnout do přípravku, vyjmout	0,8	4			3,20				17/4	
2	Spustit stroj					0,02				60/1	
3	Spustit posuv					0,02				60/3	
4	Najet do řezu			0,02						62	
5	Frézovat l=330, s_m=28	330/28	1	,75						výpočet	
6	Odjet zpět s_m = 630	330/630		0,52						výpočet	
7	Očistit	0,10	4				0,40			1/4	
8	Měřit	0,60	4				2,40			změřeno	
9	Odstranit otřepy	0,30	4				1,20			Z 3	
	Přenos			12,29		3,24	4,-				t_{B1} t_{B3}

k_z $\frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$	$\sum$ složek času		t_{B1}
$k_z = \frac{7,87}{16,16} = 0,49$	$\sum$ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13}$ =	7,24	t_{B3}
t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A3} + t_{A13}$	t_{Ax} ....5.... % 0,05 . 12,29	0,63	
t_{Ah} pro ruč.práce $= t_{A1}$	t_{A1}	7,87	t_{B1}
	t_{A201} ..... %		t_{B201}
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$ = 12,29 - 4	8,29	t_{B3}
	t_A	16,16	t_B
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c$ = 16,16 . 1,13 / 4	4,56	$t_{Bc} = t_B \cdot k_c$

Vypočítal: Tacel datum kontroloval datum

výpočet dle normativu CNN-10-2-2-0/III

VL 1-1.

závod-dílna	VÝPOČET NORMY ČASU	technologické dí	list č. / počet listů	[illegible]

Dílec

název	Vačkový hřídel		
č.výkresu	1 1152 002 5	č.dílce	
č.operace	170	tarif.třída	6
počet kusů		dávka	
materiál	12 051.3	skup.obráb.	12b
rozměry materiálu	ø 54-1050		
stav materiálu			
váha v kg-čistá	8,3	hrubá	19,3
výroba seřízená-neseřízená			

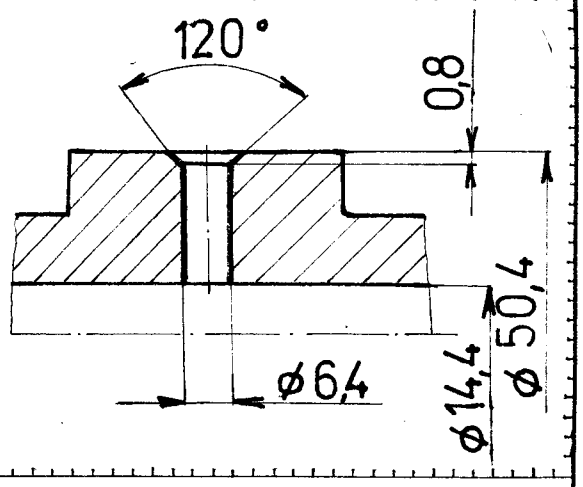
Stroj

pracoviště	4623	typ stroje	JÚS
průtažná síla		příkon v kW	2
max.dov.zatížení suportu v kg			
velikost stroje			
počet obsluhovaných strojů	2		

poznámka

výpočet t_S viz DP str.58

náčrt



popis operace

Vrtat na 5 ložiskových čepech otvor ø 6,4 a zahloubit do hloubky $0,8^{+0,2}$

Poř.čís.	popis úkonů	způsob výpočtu času	četnost	t_S	t_{A32}	t_{A1} A_{11}	A_{12}	A_{13}	t_{A31}	norma č.tab	t_{B1} t_{B3}
1	Vložit a vyjmout z priz-										
	matického přípravku					0,30				109/2	
2	Spustit, zastavit stroj					0,08				104/4	
3	Vrtat otvory			0,36						výpočet	
4	Najet a vyjet z řezu			0,06						126/A	
	Přenos									t_{B1} t_{B3}	
										t_{B1}	
										t_{B3}	

$t_z = \frac{t_{A1} + t_{A201}}{t_A}$	∑ složek času	0,42	0,38	t_{B1}
$\eta = \frac{0,39}{0,81} = 0,48$	∑ času $t_{A1} = t_{A11} + t_{A12} + t_{A13} =$		0,38	t_{B3}
t_{Ax} pro stroj.práce $= t_{A3} + t_{A13}$	t_{Ax} ··3····· % t_S = 0,03 . 0,42		0,01	
t_{A1x} pro ruč.práce $= t_{A1}$	t_{A1}		0,39	t_{B1}
	t_{A201} ····· %			t_{B201}
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$ = t_S		0,42	t_{B3}
	t_A		0,81	t_S
	$t_{Ac} = t_A \cdot k_c$ = 0,81 . 1,1		0,89	$t_{Bc} = t_B \cdot k_c$

Vypočítal: Vaněk datum kontroloval datum

LMZ n. p.

Počet listů: [illegible] List: [illegible]

NORMOVÝ LIST SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výrobku: [illegible]

Název součásti: [illegible]

Číslo modelu:

Staré číslo výrobku:

Číslo operace	NO	Počet	Čas přípravný Tpř	Čas hlavní mechanický Tmh	Čas AA 22	Čas pomocný Tpč	Hodin na 1 kusu Tpř	Hodin na 1 kusu Tpč	Tarif	Poznámka
[illegible]				[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]
[illegible]		9		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]
[illegible]		9		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		6		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]
[illegible]		6		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		9		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		6		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]
[illegible]		9		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]
[illegible]		6		[illegible]		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]										[illegible]

Po.	Pod.	Doklad	Plat. od	Dne	Podpis	Po.	Pod.	Doklad	Plat. od	Dne	Podpis	Vypracoval [illegible]
												Schválil
												Dne

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

LIAZ n. p.

Počet listů 2 List 1

NORMOVÝ LIST SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

Nové číslo výkresu 1 1152 002 5

Název součásti	Číslo modelu	Staré číslo výkresu
Vačkový kříždel		

Operace	ND	Třída	Čas přípravy tBC	Čas stroje nebo zařiz. tAC	Čas tA 32	Čas pracovníka tAC	Mzda za tBC	Mzda za tAC	Tarif	Poznámka
010				1,98		1,98		0,248	311	externě LIAZ 01
011										volná
020		5		6,22		3,11		0,460	311	344
030										volná
040		5		6,22		3,11		0,460	311	344
050		6		5,43		5,43		0,914	311	344
060										volná
070		6		14,71		4,90		0,850	321	344
080		5		6,30		3,15		0,465	311	344
090		6		0,50		0,50		0,080	310	344
100										volná
110		5		4,56		3,15		0,465	311	344
120										volná
121		6		4,00		2,00		0,346	321	344
122										volná

Symbol skupiny tarifu: 1. místo tarif. stupnice 2, tarif. stupnice 3, tarif. stupnice 5; 2. místo jednosměnný 1, dvousměnný 2, třísměnný 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 Vacek Dne 14. 5. 80

Schválil Dne

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

LIAZ n. p.

Počet listů 2 List 2

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 zařiz. tAC	Čas tA 32	Čas pracovníka tAC	Mzda za tBC	Mzda za tAC	Tarif	Poznámka
130										volné
140										volné
150		6		0,50		0,50		0,080	310	344
160										volné
170		6		0,89		2,00		0,346	321	344

Tarif. stupnice 2 / tarif. stupnice 3 / tarif. stupnice 5

jednosměnný 1 / dvousměnný 2 / třísměnný 3

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: Vacek

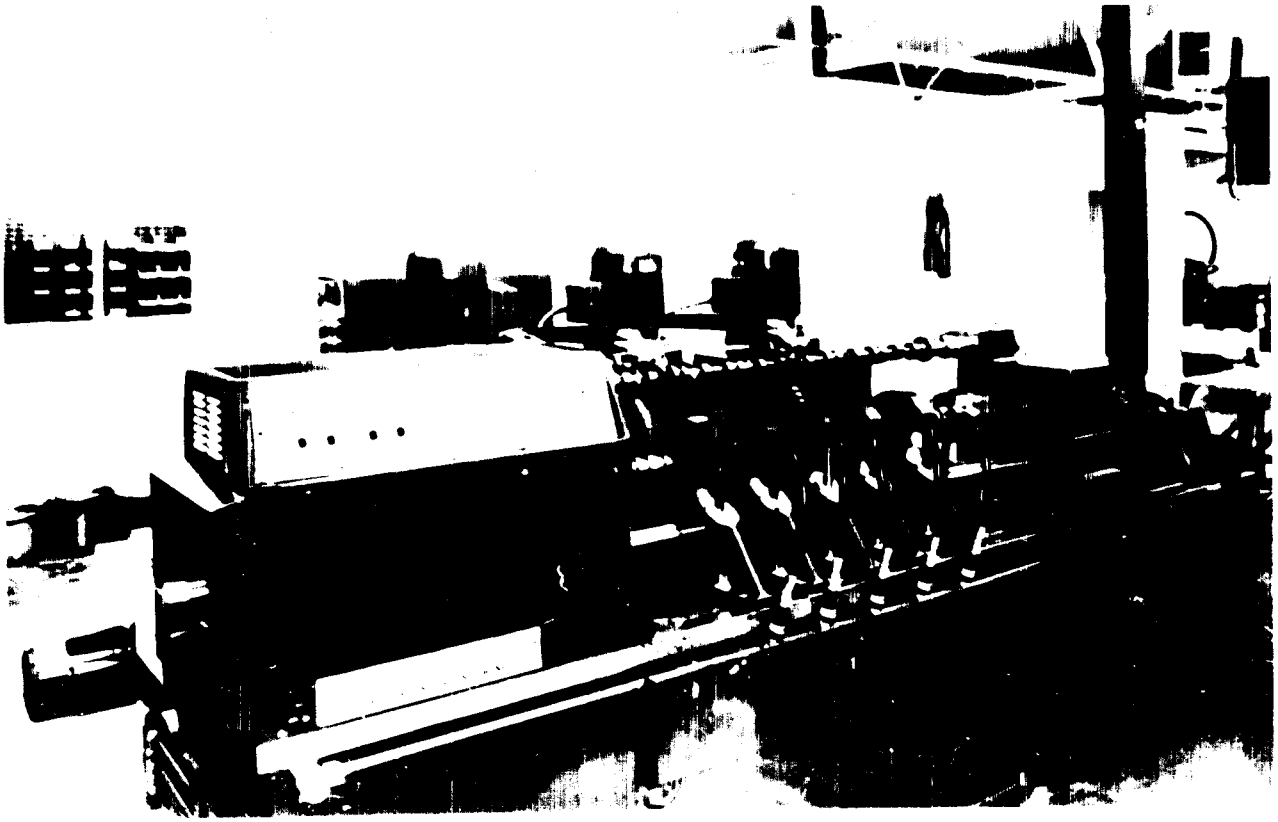
Dne: 14. 5. 80

Schválil

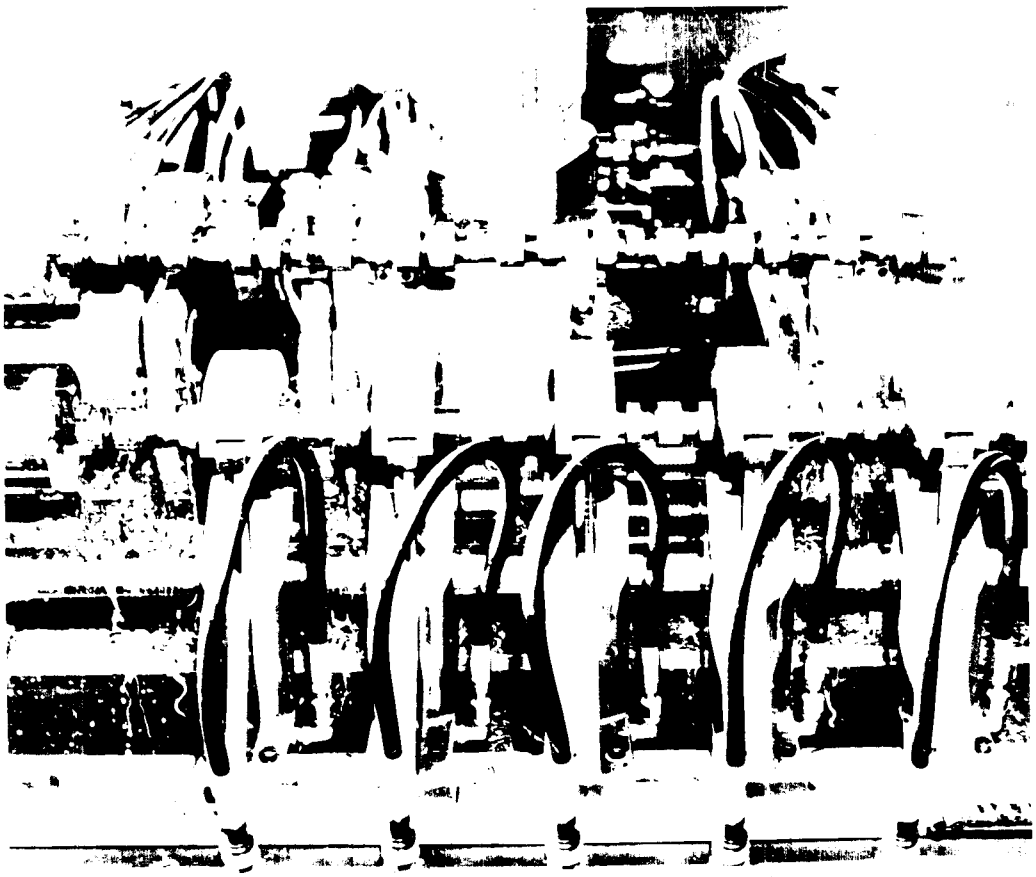
Dne

BEZ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU NEPLATÍ

Vero Duplex 1200/2

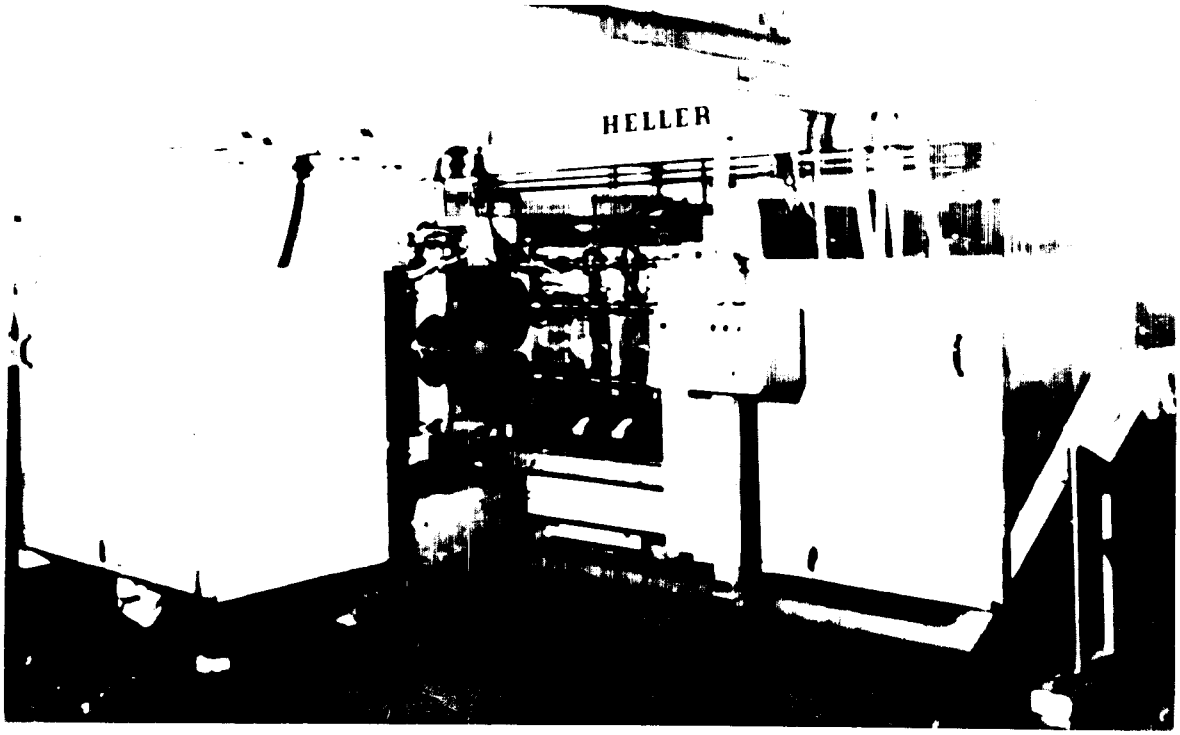


celkový pohled



ıl na obráběnou vačkovou hřídel /dole/ a vzorovou hřídel /nahoře/

Heller RFN 300/1200



celkový pohled