

Vysoká škola: strojná a textilní Liberec Katedra: obrábění a organizace

Fakulta: strojná Školní rok: 1963/64

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro s. Jana Kuneše
o strojírenská technologie

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

Název tematu: Návrh technologie opracování díla klikového
hřídele motoru Š 706 RT na stroji Bullard
v důlčících.

Pokyny pro vypracování:

- 1/ Prostudujte dosavadní technologický postup
- 2/ Prostudujte možnost použití stroje Bullard typu 1284
- 3/ Navrhněte technologii opracování na stroji Bullard
- 4/ Proveďte konstrukci přípravků
- 5/ Vypracujte technologický postup
- 6/ Proveďte srovnání a ekonomické zhodnocení původní a nové technologie

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13 července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC, JAROSOVA 5

+ V 80/1964

Rozsah grafických laboratorních prací: **cca 10 výkresů**

Rozsah průvodní zprávy: **cca 50 stran**

Seznam odborné literatury:

pasport stroje Bullard 1284

technologický postup n.p. Liaz Hanychov

Vedoucí diplomní práce: **Ing. Vladimír Krupička**

Konsultanti: **Jindřich Drapák, Liaz Hanychov**
Ing. Miloslav Stuna

Datum zahájení diplomní práce: **1. června 1964**

Datum odevzdání diplomní práce: **11. července 1964**

L. S.



[Signature]
Vedoucí katedry

[Signature]
Děkan

v **Liberci**

dne **22. dubna**

19 64

POLITICKO-HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM DP

Nejdůležitějším politicko-hospodářským úkolem socialistického strojírenského průmyslu je zavádět novou vyšší moderní techniku přispívající hlavní měrou k zvýšení produktivity práce, zlepšení jakosti a produktivity technologických a konstrukčních prací. Pro úspěšné plnění uložených úkolů strojírenství je třeba co nejdříve provést v podnicích všech jeho odvětví výměnu a modernizaci hlavního technologického zařízení a zavedení úplné mechanizace a automatizace ve všech úsecích strojírenských závodů. Je nutno využívat iniciativy i zkušeností nejen pokrokových techniků našich závodů, ale i bohatých zkušeností Sovětského svazu, který poskytuje všem spřáteleným zemím vědeckou a technickou pomoc v rámci dlouhodobých hospodářských smluv.

Záleží hlavně na nás všech jak rychle budeme s to dobrým plánováním, včasnou přípravou nové výroby a všestranným zaváděním nových metod práce, mobilizovat dosud skryté rezervy pracovních sil a strojního zařízení.

V posledních letech se věnuje otázkám mechanizace a automatizace mnoho pozornosti. Dosti podrobně se probírají mechanizované zařízení, mechanizace a automatizace jednotlivých výrobních pochodů celých dílen a jednotlivých cechů v různých výroбах. Jako příklady jsou uváděny některé zahraniční závody, kde byly již dávno podniknuty úspěšné kroky k řešení automatizace

výroby, z nichž zejména automatická linka na ku-
ličková ložiska a automatická továrna na výrobu
pístů v Sovětském svazu dávají správný pohled
na dokonalá řešení automatizace.

Přes poměrně rychlý rozvoj tohoto nového způ-
sobu výroby se opírají automatická zařízení do-
sud převážně o dosavadní konstrukce strojů a ta-
ké o dosavadní technologii. Je však jisté, že
automatizace bude s sebou přinášet novou techni-
ku a technologii. Při jejím zavádění bude nutno
konstruovat nové stroje, uplatňovat novou tech-
nologii a použít nových surovin a materiálu.

V mnoha našich závodech se již přistoupilo
k modernizaci starých dílen. Starší obráběcí
stroje, které v nich dosud převažují, se vymě-
ňují za nové, výkonnější, jež zmenšují fyzickou
námahu dělníka, zlepšují pracovní podmínky a zvy-
šují bezpečnost práce. Zavádějí se nové typy
strojů, které dnes v továrnách přispívají k mo-
dernizaci strojního parku a které bude možno v
budoucnu použít po malých úpravách do automatic-
kých linek nebo alespoň k částečnému zautomati-
zování výroby.

Podobné úkoly se řeší i v národním podniku
Liaz Hanychov, který ~~chce~~ zčásti modernizovat stá-
vajícím způsobem výroby klikových dílů pro motor
Škoda 706 použitím poloautomatu.

Zjištění vhodnosti použití tohoto stroje pro
úsek hrubování klikových dílů, vyřešení upína-
cího přípravku s ohledem na nedostatky, které
se v dnešní výrobě vyskytují a porovnání ná-
vrhu nového výrobního postupu se stávajícím
jsou hlavními úkoly této diplomové práce.

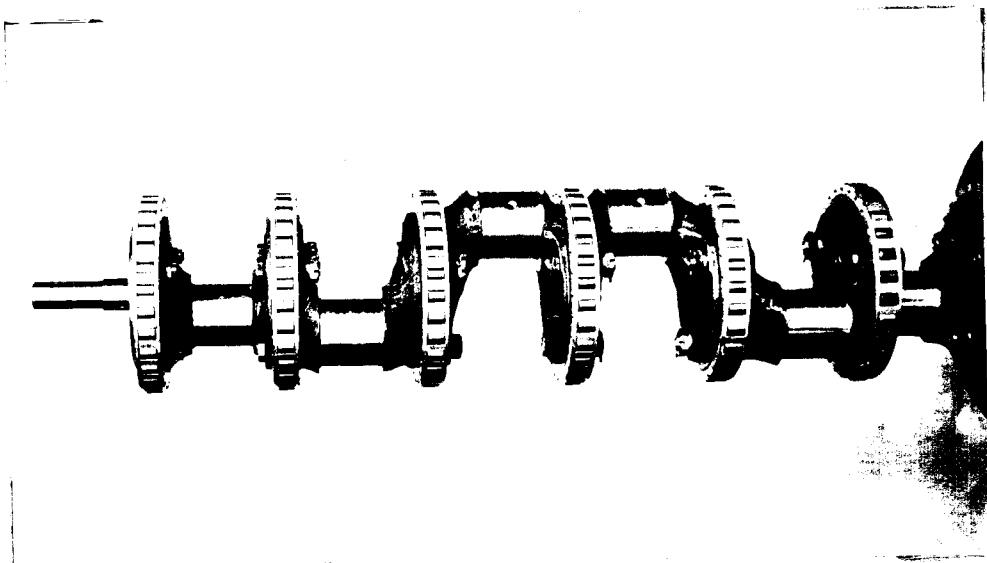
I. CHARAKTERISTIKA DÍLŮ KLIKOVÉHO HŘÍDELE MOTORU ŠKODA 706.

I.1 Všeobecné údaje.

Klikový hřídel motoru Škoda 706 je složen z šesti klikových dílů, které jsou vzájemně spojeny třemi šrouby./ Obr. 1 - klikové díly po montáži./ Jednotlivé díly jsou rozděleny do tří skupin, které mají oproti sobě některé zvláštnosti. Pro obráběcí hrubovací operace budeme rozlišovat pouze dva druhy klikových dílů:

klikové díly 2, 3, 4, 5, -střední klikový díl
klikové díly 1, 6, -krajní klikový díl

Krajní klikové díly se liší od středních hlavně vyšší vahou a menší šířkou. Váha odlitku se pohybuje v mezích od /16 - 18/kg. Jednotlivé díly jsou odlity z ocelolitiny ČSN 422661.1



Obr.1

Složení materiálu 422661.1:

C - 0,44%, Mn - 0,7 %, P_{max} - 0,05 %
S_{max} - 0,05

I.2 Tepelné zpracování

Po odlití je v odlitku výrazná dendritická struktura /primární krystalizace/. Odstranění primární krystalizace se provede normalizačním žíháním při teplotě nad A_{c3} . Podle výzkumné zprávy č. 572-6-SK 59 je nejvýhodnější teplota 880°C po dobu 6 hodin. Zvýšená teplota by měla za následek růst austenitického zrna. Při menší době než 6 hodin projevují se ve struktuře zbytky dendritické krystalizace.

Mechanické hodnoty v žíhaném stavu:

	60 - 70 kg/mm ²	... mez pevnosti
	30 kg/mm ²	... mez průtažnosti
	10 %	... tažnost
HB	177 - 215	... tvrdost

Zušlechťování na $75 - 85 / \text{kg/mm}^2$ zvýší se pevnost a mez průtažnosti. Po zušlechťování je třeba, aby byl materiál zakalen na martensit, protože požadovaná sorbitická struktura vzniká rozpadem martensitu. Nejdůležitější operací zušlechťování je popouštění. S vyššími teplotami klesá mez průtažnosti, pevnost a roste houževnatost. Podle výzkumné zprávy by mělo mít zušlechťování tyto hodnoty:

kalení 880°C 60 minut - voda
popouštění 640°C 40 minut - voda

Nesprávný postup při tepelném zpracování /normalizace, kalení, popouštění/ má za následek nesprávnou mikrostrukturu a tím i vadné mechanické vlastnosti.

Klíkový díl je podroben řadě obráběčských operací, a zde z hlediska trvanlivosti nástroje je

důležitá jeho obrobitelnost. Obrobitelnost je závislá mimo tvrdosti a pevnosti, také na mikrostruktuře. U středně uhlíkových ocelí /0,4-0,6/ % C působí na obrobitelnost tvar cementitu. Nejvýhodnější je zrnitý perlit, ve kterém má cementit tvar jemných kulových zrn rovnoměrně rozložených ve feritu. Mnohem horší obrobitelnost je při účasti lamelárního perlitu, kde cementit má tvar lupínek různých tlouštěk. Při sorbitické struktuře se dále obrobitelnost zhoršuje.

Poměrné koeficienty rychlosti otěru udává
Přikryl:

a/ zrnitý perlit s jemnými zrnky cementitu - 0,2

b/ lamelární perlit a ferit - 2,0

c/ sorbitický a lamelární perlit a ferit - 5,0

Materiál 422461.1 z hlediska obrábění i při dodržení správného tepelného zpracování a vzniku požadované sorbitické struktury bude vždy obtížně obrobitelným materiálem.

II. STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ KLIKOVÝCH DÍLŮ

Klikový díl přichází do závodu jako odlitek, který má slévárnou předobrobené čepy pro ložiska a ojnicí čep. Tyto plochy pak slouží jako ustavovací základny při navrtávání důlčků.

Ve výrobním postupu jsou uváděny pouze operace, které se budou v nové technologii měnit nebo přesouvat na jiná místa. Pro přehlednost jsou uvedeny i první tři operace:

1.operace: tryskání klikových dílů ocelovými broky z obou stran. Na otryskaném odlitku nesmí zůstat zbytky slévarenského písku a okují. Tato operace se provádí jen v případě potřeby.

2.operace: stříkání klikových dílů vnějších i vnitřních prostorů z obou stran.

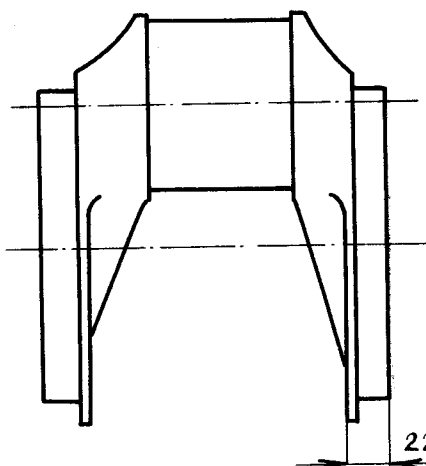
3.operace: navrtání důlčků v hlavním ojnicím čepu najednou.

4.operace: Obrábění čela

Protože řezné síly při odebírání přídatku ze slévárny na jednu třísku jsou velké a rameno kliky se deformuje, rozpíná se klikový díl rozpěrkou. Díl je ustaven na soustruhu SUR mezi hroty a čep je opřen o unašeč. Operace je prováděna nožem 32 x 32 ČSN 223712 S2B.

Úseky:

- a/ mezi ramena obrobku zatáhnout rozpěrku
- b/ upnout do hrotu silnějším ramenem k unašečí desce
- c/ soustružit čelo slabšího ramene na sílu 22 - 0,5 od vnitřní plochy
- d/ vyjmout díl, povolit rozpěrku
- e/ měřit: sílu 22 - 0,5



h ... hloubka třísky -
přídavek na obrá-
bění /3 - 6 mm/
 i ... počet třísek
 v ... řezná rychlost
v m/min.
 s ... posuv - mm/ot.
 t_k ... čas na obrobení
čela jednoho kusu
 M_z ... mzda na jeden kus

Řezné podmínky							
a	i	v	s	n	t_k	M_z	díl
45	1	72	0,31	118	3,95	0,40	střední
65	1	72	0,3	118	3,95	0,40	krajní

5.operace: díl upnout mezi hroty soustruhu FAY.

Nože: 32 x 32 ČSN 223712 K S2B

32 x 32 ČSN 223716 K S2

16 x 16 ČSN 223713 S2B

Úkony:

a/ mezi ramena dílu zatáhnout rozpěrku

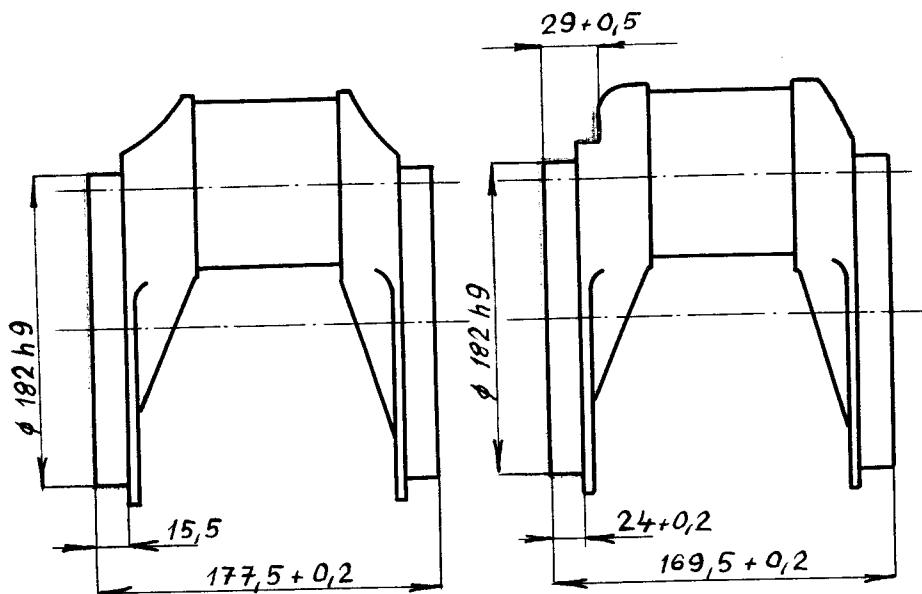
b/ upnout mezi hroty

c/ soustružit čelo ramene na celkovou délku $177,5 + 0,2$ a hlavní čep na $\varnothing 182 \text{ h9}$, v délce 15,5, srazit hranu $1/45^\circ$

c/ pro 1. a 6. díl:

soustružit čelo ramene na celkovou délku $169,5 + 0,2$; osazení boku silnějšího ramene v délce $29 + 0,5$ od čela, $\varnothing 182 \text{ h9}$ v délce $24 + 0,2$, srazit hranu $1/45^\circ$

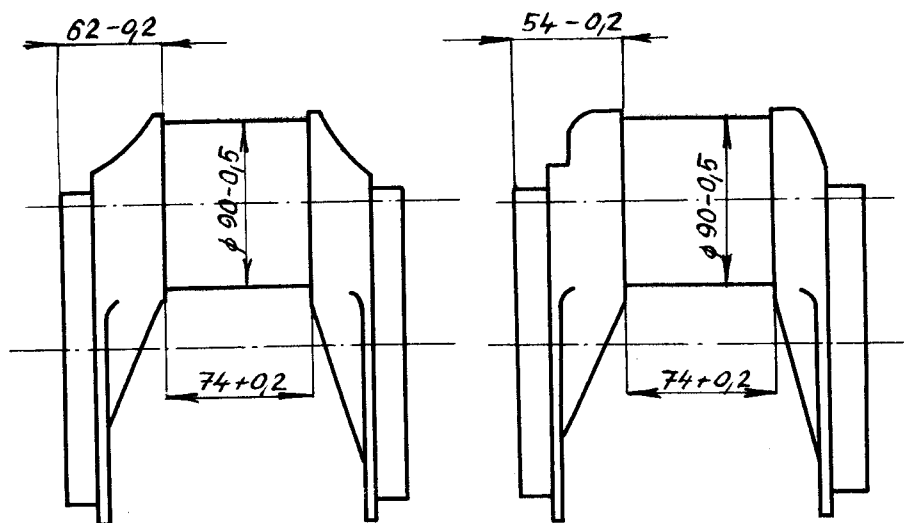
d/ měřit obrobené plochy



Řezné podmínky					
v	s	n	t_k	M_z	díl
57	0,27	100	3,40	0,39	střední
57	0,27	100	3,40	0,39	krajní

6.operace: Prohloubení důlčků

7.operace: hrubování ojnicního čepu na $\varnothing 90-0,5$,
v šíři $74 + 0,2$ ve vzdálenosti $62-0,2$
/u krajních $54-0,2$ / od čelní hrany
silnějšího ramene.



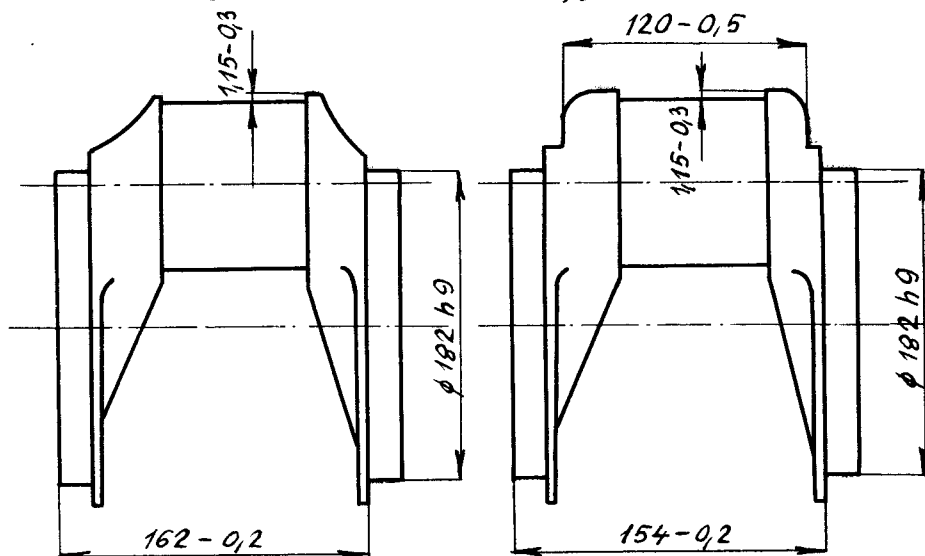
8.operace: soustružení ojničního čepu na čisto s přídavkem pro broušení, oprava nákržku u silnějšího ramene na $61,9 - 0,2$ /u krajních dílů $53,9 - 0,2$ /. Soustružit ojniční čep na $\varnothing 88,8 - 0,1$ v šíři $74,2 \pm 0,2$, oprava levého nákržku.

9.operace: Úkony:

a/ upnout do sklíčidla a opřít otočným hrotem /GISHOLT/

b/ soustružit $\varnothing 182 \text{ h9}$ s $r = 2,5$ u slabšího ramene v délce $162 - 0,2$ od silnějšího, a srazit hranu $1/45^\circ$, soustružit povrch ramen ojničního čepu na míru $1,15 \pm 0,3$ od nejvyššího místa

b/ u krajních dílů: soustružit $\varnothing 182 \text{ h9}$, $r = 2,5$ u čela slabšího ramene v délce $154 - 0,2$ od čela silnějšího, srazit hranu $1/45^\circ$, soustružit osazení na celkovou šířku $120 - 0,5$.



V novém návrhu výrobního postupu mají být na poloautomatu prováděny 4., 5. a 9. operace. Změny oproti dnešnímu budou v rozmezí 4. - 9.op. Další pořadí se shoduje s dnešním výrobním postupem.

III. VERTIKÁLNÍ 6-TI VŘETENOVÝ SOUSTRUŽ- NICKÝ POLOAUTOMAT MODEL 24 A VHOD- NOST JEHO POUŽITÍ

Několikavřetenové svislé soustružnické automa-
ty a poloautomaty náleží ke strojům vhodným ke
zproduktivnění, zmechanizování a zautomatizování
sériové výroby různých strojních součástí. Jsou
vhodné hlavně pro práci s obrobky přírubového
charakteru. Řada mnohých výhod jako např. zvýše-
ný výkon, lepší využití půdorysné plochy v dílně,
úspora strojů a pracovních sil, přehlednost vý-
roby, ukládání a upínání obrobku ve svislé ose
/výhodné hlavně z hlediska obsluhy/, zkrácení
vedlejších časů, daly podnět k zamyšlení nad obrá-
běním součástí dokonce tak složitých v upnutí pro
obrábění jako je klikový díl.

Od roku 1967 se počítá s výrobou nových moto-
rů M 630 s kovaným neděleným klikovým hřídelem,
takže počet obráběných dílů na poloautomatu se
zmenší. Výroba se omezí pouze na náhradní díly
pro motory dosud vyrobené. Pak bude možno přejít
od nově navržené technologie k úpravám, jako je
např. úprava stroje na dvojitou třívřetenku /viz
kapitola IV.3/.

III.1. Technický popis 6-ti vřetenového verti- kálního soustružnického poloautomatu typu 24 /obr. 2/.

Stroj se skládá z pěti základních dílů, jež
jsou umístěny vertikálně a to od zdola nahoru.

Jsou to: základ stroje

stůl s 6-ti vřeteny

suporty

věvec s rychlostními skříněmi a posuvy

pohon stroje a redukce

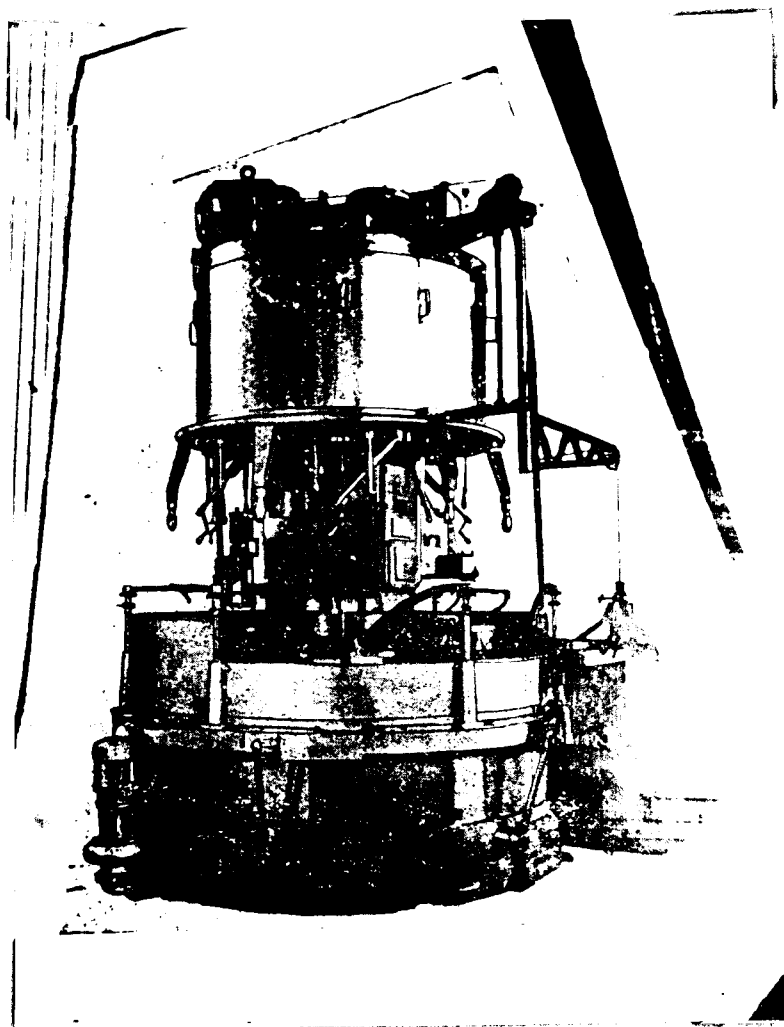
Základ stroje: je pevný odlitek válcového tvaru. Uvnitř je rozdělen na dvě vzájemně od sebe oddělené části, jež slouží jako nádrže na mazací a chladicí tekutiny. Na něm jsou umístěny dvě čerpadla pro centrální mazání a na chladicí tekutiny. Na základ stroje je namontován opěrný válec, jehož dolní část je podobná komolému kuželi, na kterém je horní šestihran. K pěti ze šesti hran jsou přimontována vedení z litiny, po kterých se pohybují saně se suportem. Šestá hrana není pracovní, nýbrž tak zvaná upínací. V této poloze se vyjímá opracovaný obrobek a upíná nový, neopracovaný. Uvnitř válce se nalézá mechanismus automatického otáčení stolu, který po skončení operace posune vřetena do další polohy na opracování.

Stůl: na kuželové části sloupu je montován stůl, jež je uložen na regulovatelném kuličkovém ložisku, umístěném na patě sloupu. Pracují-li suporty, je stůl v klidu. Zvláštní mechanismus t.zv. "výstřezník" vymezuje vůli v kuželové opěře stolu tím, že sedí pevně na třech bodech sloupu. Tím jsou zajištěna vřetena oproti hranám sloupu. Záměna dílců je pak nemožná.

Vřetena; 6 vřeten stolu, přecházející z jedné polohy do druhé, jsou poháněny od hřídele elektromotoru. 5 vřeten má pohon závislý na poloze, v každé se mohou měnit otáčky i posuvy. Šesté vřeteno se v upínací poloze netočí. Vřeteno opatřeno ložisky kuličkovým a válečkovým, aby byl zachycen axiální pohyb.

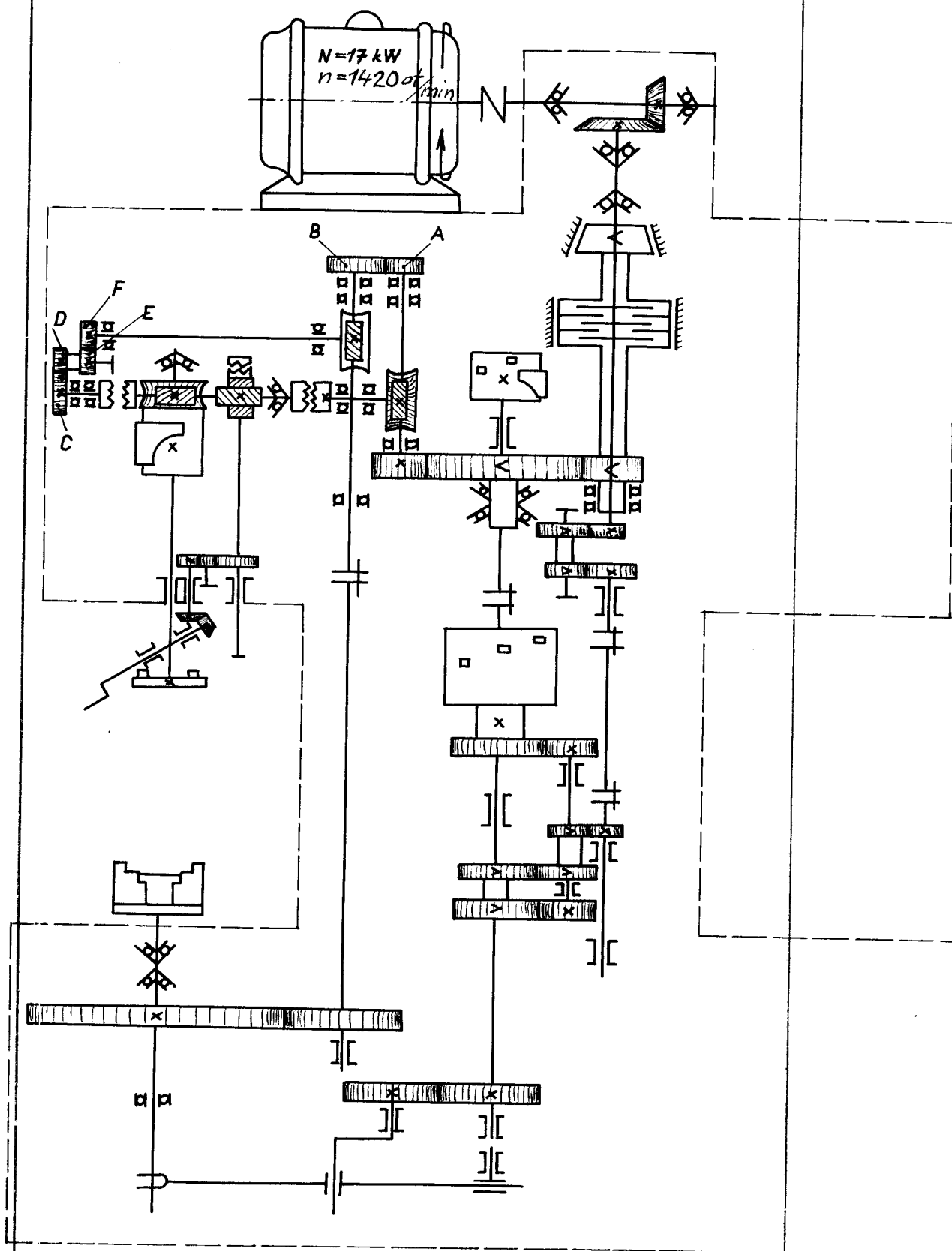
Dolní věnec: na sloupu je upevněna deska /dolního věnce/, jež slouží jako základní deska k montování rychlostních skříní. Rychlostní skříně

je nad každým pracovním vřetenem. Ústředním mechanismem v rychlostní skříní je buben posuvu, který získává pohyb buď od výměnných kol nebo nepřímo od hlavního hřídele skříně s neměnnou rychlostí.



Obr. 2

Pro rychlejší běh /viz kinematické schéma/. Na obvodě bubnu jsou přimontovány čelisti, jež tvoří na povrchu uzavřenou křivku/zářez/ s dvěma běhy. Křivka tvoří nedokončený závit; mírné stoupání slouží k pracovnímu posuvu suportu dolů a ostré stoupání k jeho rychlému návratu zpět.



Obr. 3

Křivky přemísťují kladku s táhlem. Táhlo prostřednictvím příruby je spojeno s kolejničkou, jež je opět spojena se suportem. Příruba dovoluje stavění po táhlu na 150 mm; tj. krajní polohy suportu mohou být o 150 mm větší než je rozměr výrobku.

Suporty: jsou polouniversální - dovolují práci svisle, od shora dolů, vodorovně do leva, na rozdíl od suportů universálních jenž dovolují práci zleva do prava a pod určitým úhlem. Suport je montován ze dvou dílů - dolní díl, saně. Saně získávají pohon od kolejničky, kterou obepínají zámkem; při otevření tohoto zámku k dorazu kolejnička prostřednictvím ozubeného kola uvádí v pohyb vodorovnou kolejničku, s níž je spojen hořejší díl suportu. Na vnější plochu suportu se upínají držáky nožů. Suporty jsou vyváženy proti závažím.

Druhy suportů:

jednoduchý vertikální - dovoluje vertikální pohyb /vodorovný pohyb není/

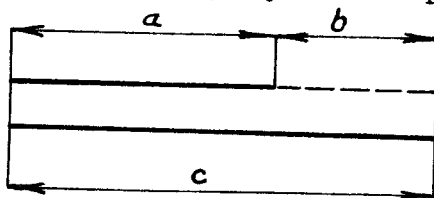
složitý - spojený - vertikální pohyb suportu i vodorovný

universální - vertikální posuv, vodorovný posuv a posuv saní pod určitým úhlem od 0 - 360°

duplex - vertikální posuv, vertikální posuv saní, vodorovný posuv saní

Velikost posuvu na suportech je možno seříditi vhodnou výměnou ozubených kol C, D, E, F /viz kinematické schéma/. Z tabulky mechanismu posuvu dané v pasportu lze podle žádaného posuvu určit počet zubů u jednotlivých kol. Obdobně se seřizují otáčky vřetene. Zde se vyměňují kola A, B.

Automatický cyklus suportu dělíme:



rychlý posuv - a
pracovní posuv - b
rychlý zdvih - c
Seřizování cyklu zna-
mená vlastně seří-
zení délek a a b

Obr.4

a uskutečňuje se stavitelnými čelistmi na dělicím disku.

Třecí příruba: rychlostní převodové skříně a skříně posuvu zabírají 5 - 6 sektorů na nižším věnci nad odpovídajícími suporty. Sektor nad upínacím místem je zaplněn frikčním diskem, který je umístěn přibližně mezi dolním a horním věncem - asi uprostřed. K zapnutí je nutno stlačit disky mezi páky umístěné nahomí a dolní části frikčního disku, při čemž horní páčky se seřizují ručně; dolní páčky se seřizují bubnem s křivkovými čelistmi, umístěnými ve středu části věnce, jež je seřizen hlavním měřícím vřetenem automatického pohybu/kin. schéma/.

Automatický cyklus: vypnutí - brzdění - puštění frikčního disku je časově sladěno za jednu otáčku stolu na jednu posici. Vypnutí frikčního disku je využito k zastavení hnacích ozubených kol vřetene, a zároveň také k současné přípravě začátku pohybu suportu dolů.

Pohon: hlavní hnací hřídel frikčního disku je poháněn v redukční skříně, jež je umístěna na horním věnci, který ve svém pořadí je upevněn na držácích skříně rychlosti a posuvu. Převod od hřídele motoru k frikčnímu hřídeli je řešen pomocí dvou kuželových ozubených kol. Elektromotor je umístěn na horní desce, kuželová ozubená kola jsou uváděna do pohybu prostřednictvím elastické spojky.

III.2. Závěr

Poloautomat je určen převážně pro práci s jednoduchými obrobky, u nichž s výhodou lze použít samočinného mechanického upínání. Práce dělníka se tak omezí na pouhou výměnu obrobku.

Obrábět klikový díl na poloautomatu je z důvodů upínání nevýhodné. Pouhé upnutí čelistmi, které by držely díl jen za ložiskový čep, je pro váhu, tvar a hlavně výšku obrobku těžko zajistitelné. Proto je nutná konstrukce speciálního upínacího přípravku, jenž by všechny podmínky žádaného upnutí splňoval.

Velkou výhodou poloautomatu je možnost výměny obrobku v hlavním pracovním čase / šestá upínací poloha/. Tím se dají úplně odstranit nebo alespoň značně zkrátit vedlejší časy.

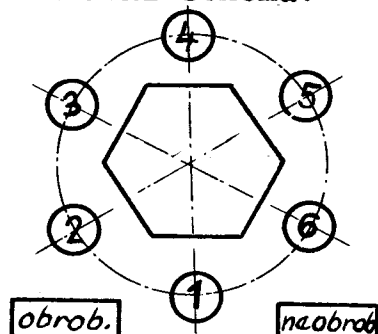
IV. MOŽNOSTI PROVEDENÍ OBRÁBĚCÍCH HRUBO- VACÍCH OPERACÍ NA POLOAUTOMATU

IV.1. Šestivřetenový svislý soustružnický poloautomat

Práce poloautomatu záleží v podstatě v tom, všechny pohyby potřebné k řízení stroje při operaci provádí t.zv. rozvodné ústrojí, aniž je dělník musí řídit ručně. Práce dělníkova při obrábění součástí se tedy při obsluze zjednodušuje. Omezí se na pouhé upnutí obrobku a sledování stroje.

Obrábění se provádí v pěti polohách. Šestá poloha je určena pro snímání obrobené součásti a upnutí nového obrobku, takže počet poloh, ve kterých se upínají nástroje, je vždy o jednu menší než celkový. Proto pracují u několika vřetenových poloautomatů nejen skupiny nástrojů v pracovních polohách, nýbrž zároveň s prací těchto skupin probíhá snímání a upínání součástí. Součást se postupně obrábí ve všech pracovních polohách až dojde opět do polohy výchozí a je nahrazena novým obrobkem. Doba soustružení jedné součásti se rovná době práce v jedné poloze, protože se při každém potočení stolu jedna obrobená součást vyjme. Jelikož obrábění klikového dílu se provádí z obou stran, je nutné jej otočit a soustružit i z opačné strany. Protože má druhá strana klikového dílu jinou šířku, musíme provést opracování na jiném stroji stejným způsobem jako prvou. Rozdíl zde pouze bude v různém seřazení automatického cyklu /jiné hodnoty pracovních posuvů a rychloposuvů/.

Pracovní schéma:



1 ... upínací poloha
2, 3, 4, 5, 6 ... pracovní poloha

Obr.5

Rozložení operací na jednotlivá vřetena lze provést např.:

1. poloha: upnutí dílu do přípravku
2. poloha: soustružení čela s poloviční hloubkou řezu
3. poloha: dokončení soustružení čela na délku od hrany ložiskového čepu
4. poloha: průměr 182 x 16 soustružit /u krajních klikových dílů průměr
5. poloha: $\varnothing$ 124 soustružení patky
6. poloha: sražení hran na všech průměrech

Pro porovnání jednotlivých možností využití poloautomatu, uvádím některé charakteristické veličiny, potřebné k zajištění správného chodu. U všech variant lze předpokládat náklady na nástroje přibližně stejné. Měnit se budou pouze:

počet strojů 2
upínací přípravky 12
úprava stroje 0
energie 34 kW
počet dělníků 2

IV.2. Poloautomat s vřetenovou hlavou

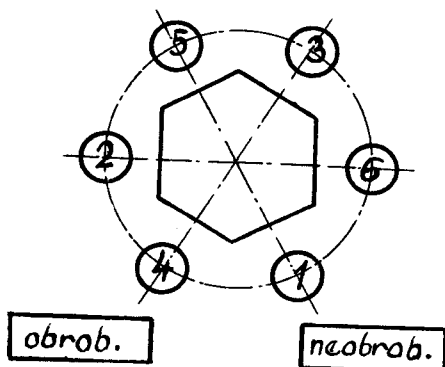
V této variantě využívám posledního vřetena k vrtání děr pro spojování klikových dílů. Na šesté vřeteno se připevní upravená vrtací třívřetenová hlava, pomocí které vyvrtáme všechny

tři otvory spojovací příruby dílu. Stejný technologický postup i technická úprava stroje se provede na druhém poloautomatu, takže klikový díl vyjde již ohrubován a s vyvrtanými děrami. Tím odpadne vrtací operace, zmenší se čas na opracování jednoho kusu, uspoří se vrtačka. Naproti tomu je velmi nákladná vrtací hlava, poměrně těžko lze zajistit synchronizaci vrtací hlavy s vřetenem poloautomatu a správné polohy vrtáku s klikovým dílem. Již na prvý pohled je zřejmé, že výhody této úpravy zdaleka nevyvážejí potíže, s kterými se zde setkáváme, a proto ji uvádím pouze jako teoreticky možnou.

počet strojů 2
upínací přípravky 12
úpravy na stroji vrtací hlava
energie 34 kW
počet obsluhujících 2

IV.3. "Dvojitá třívřetenka"

U poloautomatu lze jednoduchou úpravou změnit indexování stroje na dvojitě. Každé vřetenno se tedy pootočí přes jednu polohu, takže lze obrábět součást z obou stran bez snímání ze stroje.



Obr.6

se provede částečné opracování. Dále se součást

1,2.. upínací poloha
3,4,5,6 ... pracovní polohy

Do polohy/1/upneme součást neobrobenou. Při otočení stolu přes jednu polohu/4/ se dostane obrobek do polohy /2/, kde

obrábí v poloze /3/ a z ní se přesune do polohy /1/. Z první polohy se přemístí obrobek na /4/ a zároveň otočí opačnou stranou k suportu. V polohách /5/ a /6/ se obrobí zbývající plochy.

Rozložení operací na jednotlivá vřetena:

Pro jednoduchost píší postup pro střední díly.

1. poloha: upnutí obrobku do přípravku
2. poloha: soustružit čelo klikového dílu na vzdálenost 60,5 mm od hrany ojničního čepu
3. poloha: soustružit $\varnothing 182 \text{ h9}$ v délce 16 mm, a $\varnothing 124,5$ v délce
4. poloha: přepnutí z první polohy a obrácení obrobku na druhou stranu
5. poloha: soustružit čelo na vzdálenost 40 mm od hrany ojničního čepu
6. poloha: soustružit $\varnothing 182 \text{ h9}$ v délce, $\varnothing 124,5$ v délce

Počet strojů 1
upínací přípravky 6
úprava stroje indexování
energie 17 kW
počet obsluhujících 1

Při zpětném pohledu na probrané varianty se jeví nejvýhodněji "dvojitá třívřeténka", kde celkové náklady, uvažujeme-li obrábění klikového dílu pouze na jednom stroji, jsou ve srovnání s ostatními druhy úprav poloviční. Vzhledem k tomu, že se vyrábí v Liazu Hanychov ročně přibližně 100 000 klikových dílů, je nutno zjistit, zda-li bude možno využít předností, které nám tato varianta nabízí.

$$K_r = 100\,000 \text{ kusů}$$

$$E_s = 2\,110 \text{ hodin/rok}$$

$$n = 2 - \text{počet směn}$$

K_r ... počet vyrobených klikových dílů za rok

E_s ... 2100 hodin/rok - efektivní roční kapacita strojního pracoviště za jednu směnu

K_h ... počet vyrobených klikových dílů za hodinu

K_d ... počet vyrobených klikových dílů za jednu směnu

$$K_h = \frac{H}{E_s \cdot n} = \frac{100000}{4200} = 23,75 \text{ kusů}$$

$$K_d = K_h \cdot n \cdot 8 = 380 \text{ kusů}$$

Stejné množství dílů musíme ohrubovat na dvojitě třívřetence, počítáme-li s 85 % využitím stroje.

$$N_d = 17 \text{ kW}, \quad \gamma = 0,85$$

$$N_{už} = 14,45 \text{ kW}$$

$N_{už}$ se rozloží na pět pracovních vřeten po 2,9 kW.

Nejdelší operace - soustružení čela dílů:

řezné podmínky:

$$L = 45 \text{ mm}, \quad v = 37,2 \text{ m/min.}, \quad s = 0,28 \text{ mm/ot.}$$

čas na soustružení:

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{45}{106 \cdot 0,28} = 1,52$$

Výrobní takt je dán:

$$t_v = t_h + t_s = 1,57 + 0,20 = 1,77$$

$$K_d = \frac{T \cdot w}{z \cdot t_v} = \frac{0,8 \cdot 960}{2 \cdot 1,77} = 216 \text{ kusů}$$

t_v ... výrobní takt určený nejdelší operací

T časový fond jedné směny

w směnnost

.... využití jedné směny - 0,8 %

z počet průchodů klikového dílu strojem

VŠST LIBEREC	Obrábění dílů klikového hřídele	DP-STR. 277/64- 22
		11. ČERVENCE 1964
		J. Kuneš
Jelikož stávající výroba u hrubovacích operací je 380 kusů/den, je zřejmé, že kapacita poloautomatu typu 24, upraveného na dvojitou třívrstvenku, nestačí krýt denní výrobu. Z uvedeného lze usoudit, že pro obrábění dílů na hrubo bude nutno použít dvou strojů.		

V. UPÍNACÍ PŘÍPRAVEK

V.1. Funkce přípravku na strojích

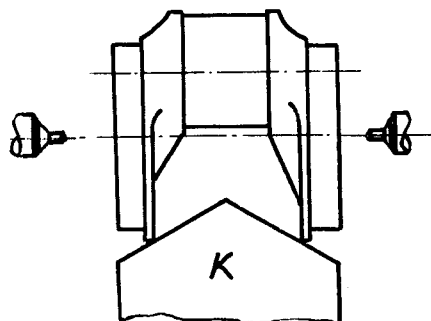
U každého obráběcího stroje, je nedílnou součástí upínací přípravek. Má velký vliv na jeho dobrou funkci a na plnění technologických předpokladů. Slabě dimensovaný upínač se snadno deformuje, při čemž se změní poloha obrobku a opracované rozměry jsou pak chybné. Proto se musí návrhu upínače věnovat velká péče, neboť jen tak může splnit všechny požadavky, které na něj klademe. Každý upínač je určen tvarem a velikostí obrobku, který upíná. Proto jej nelze jako celek normalizovat. Přesto se snažíme, abychom užili co nejvíce součástí typisovaných.

Na svislých soustružnických poloautomatech bývá jako upínací element universální sklíčidlo nebo mechanicky ovládané sklíčidlo přímo ze stroje. Pro velikost, váhu a tvar klikového dílu je takový způsob upnutí nepostačující, a proto hlavním úkolem pro hrubování dílu na poloautomatu bylo vedle zvolení nového výrobního postupu nutno navrhnout upínací přípravek, který by splňoval všechny kladené na něj požadavky, a navíc odpovídal i rozměrově /jde hlavně o точný průměr/modelu stroje, který se má užít.

V.2. Návrhy způsobů upnutí

- a/ Při návrhu přípravku jsem se pokoušel převést dnešní způsob upínání dílů na soustružích, t.j. způsob čistě hrotový, do svislého směru, tak jak klika bude soustružena /obr.7/. Dálčíky v dílu jsou navrtány do určité předem stanovené hloubky a stanou se tak výchozí plochou pro další obrábění. Pro zajištění

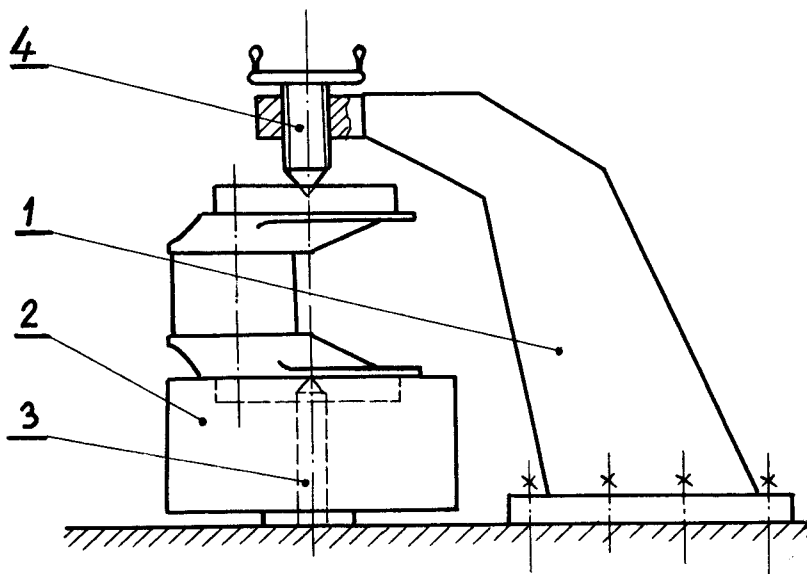
správné hloubky důlčků by bylo možné použít stejné osy jako při dnešním navrtávání. Osa hlavního



Obr. 8

čepu se vymezí vyrovnáním za předem již osoustružený hlavní a ojniční čep ze slévárny; hloubka důlčků je určena klínem K /obr.8/.

Obrobek se posadí důlčikem na pevný hrot /3/ /na obr. 7/, čímž se stanoví poloha vzhledem k suportům stroje a hlavní čep se upne v čelistích. Shora je přidržen koníkem /4/. Druhá strana se obrábí obdobně.



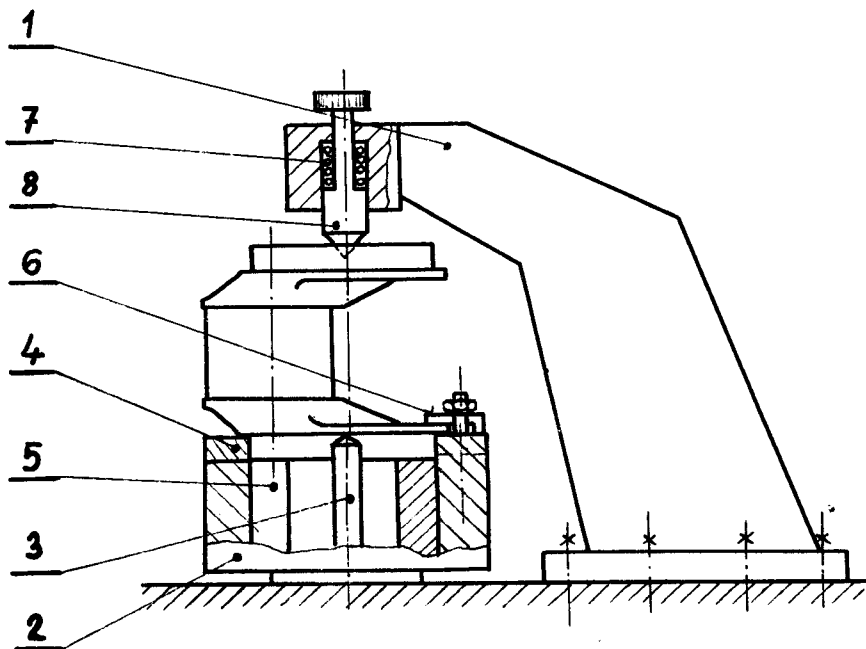
Obr. 7

Aby byla zajištěna dostatečná tuhost soustavy stroj - obrobek - nástroj, musí být voleny rozměry stojanu koníku velké. Středový jevotlivých

vřeten jsou od sebe vzdáleny 600 mm, průměr sklíčidel je 280 mm. Na přírubu stojanu tedy zbývá 250 mm. Největší potíže zde činí samotný hrot koníku, který při otáčení vřeten z jedné do druhé polohy překáží nožovému držáku nebo samotnému suportu. Tento nedostatek by se mohl odstranit pouze na úkor delšího vedlejšího času /odjezd suportu do vyšší polohy, kde by koník při otáčení stolu nepřekážel/. Při obrábění čela dílů by bylo nutno upravit nůž na ohnutý.

Přestože jde o jednoduchou a levnou konstrukci, která by byla realizovatelná, výhody které nám poskytuje zatím vzhledem k jiným druhům upnutí jsou malé a nemohou krýt nedostatky.

b/ Jako v předešlém návrhu, tak i v tomto jsou výchozími plochami důlčíky navrtané do určité hloubky. K upnutí klikového dílu je použito speciálně upraveného sklíčidla, s pevným hrotem nastaveným do výše určené druhem obráběné kliky.



Obr. 9

Čelistmi /5/, /obr. 9/, je možno pohybovat ve vertikálním směru každou samostatně. Česlitmi /4/ v horizontálním. Stojan /1/ je přišroubován ke stolu stroje pevně pouze v upínací poloze. Hrot /8/ je tlačěn pružinou /7/ do důlčíku klikového dílu.

Při upínání posadíme obrobek na hrot /3/, čímž vymezíme výšku čela obrobku oproti nožům suportu, a přitlačením hrotu /8/ do důlčíku jej ustředíme. Stlačením vodorovných čelistí upneme obrobek za ložiskový čep, dojedeme dosedacími lištami na čelo obrobku, a přitlačíme upínku /6/. Po zdvihnutí hrotu lze obrobek otočit z upínací polohy do pracovních. Mezi ramena dílů se upne rozpěrka.

Upnutí klikového dílu by bylo poměrně dosti pracné, ale velmi jednoduché. Obrábění čela a vůbec všech částí by nečinilo žádné potíže. O tom, zda přípravek dobře zachytí řezné síly, aniž by vznikaly deformace nebo velká namáhání, je nejlépe se přesvědčit zkouškami.

V.3. Volba konstrukce přípravku

Při třetím návrhu, který jsem rozpracoval více do hloubky, jsem vycházel ze zkušeností a poznatků n.p. Tatra Kopřivnice, který vedle Liazu je dnes jediný závod u nás, kde se dělené klikové hřídele vyrábějí.

S přihlédnutím k požadavkům kladeným na upínač, z nichž bylo nutno vzhledem k tvaru klikového dílu vyzdvihnout předně tuhost upnutí, jsem se snažil navrhnout universální řešení, v němž by bylo možné upínat všechny tři druhy klikových dílů. Uvážíme-li, že klikové díly se mají obrábět na svislém soustružnickém poloautomatu,

kde upnutí součásti jako je díl ve sklíčidle, po případě hrotech, je velmi těžké, je nutno zvolit ještě nějakou jinou upínací plochu než jsou ložiskový čep nebo důlčíky, která by sloužila zároveň jako plocha ustavovací.

V.4. Volba ustavovací základny a zdůvodnění potřeby změny sledu operací-----

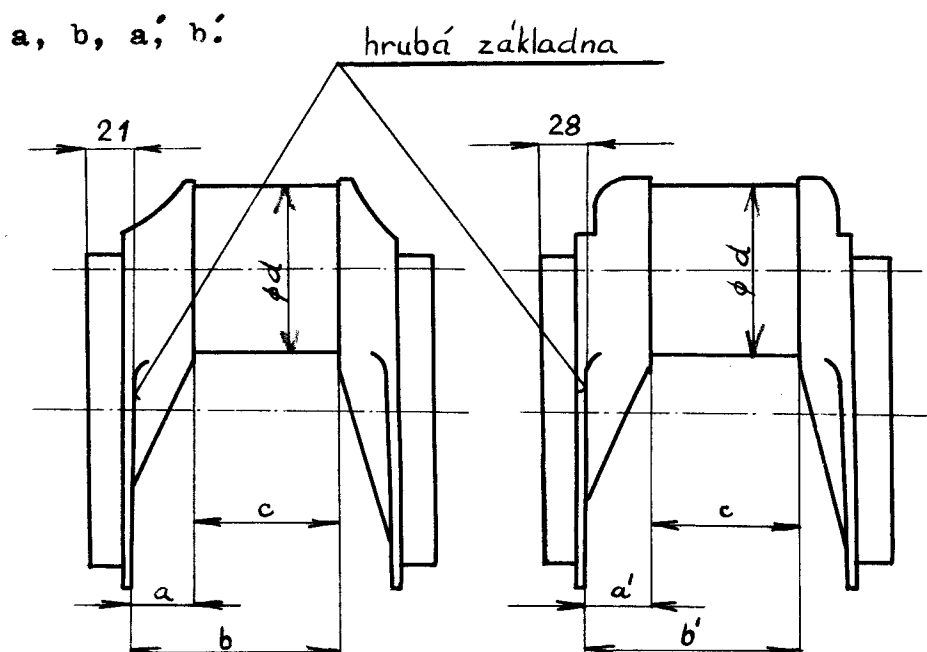
V našem případě se jedná o seriovou výrobu, a proto musí být ustavovací plochy čisté /obrobené/, aby byla zajištěna správná požadovaná šířka klikových dílů s tolerancemi:

u krajních $169,5 + 0,2$

u středních $177,5 + 0,2$

Při stávající technologii vychází se při soustružení od slabšího ramene kliky. Od vnitřní plochy dílů se soustruží čelo ve vzdálenosti $22 - 0,5$ /viz stávající výrobní postup - 4.op./. Tato soustružnická plocha je pak výchozí základnou pro ostatní operace.

V navrženém technologickém výrobním postupu volím za výchozí plochu obrobený ojniční čep, který bude také hlavní plochou upínací. Musí být obroben na určitou délku $c = 74 \begin{smallmatrix} +0,1 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$ u všech dílů stejnou/ a vzdálenost od hrubé základny, která se při obrábění nemění, a která by správně určila polohu ojničního čepu. Hrubá základna a výchozí plochy jsou patrné z obr. 10. Základnu volím od silnějšího ramene dílu. Ojniční čep se osoustruží na hrubo, ovšem rozměry již budou tolerovány. Stejně rozměry bude mít i čelist na přípravku /horní a dolní pánev/, do které se ojniční čep upne. Správné obrobení ojničního čepu závisí na vzdálenostech



Obr. 10

Výpočet míry a, b u středních dílů:

$$a = 60,5 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix} - 21 = 39,5 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$$

$$b = a + c = 39,5 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix} + 74 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0,0 \end{smallmatrix} = 113,5 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$$

Výpočet míry a', b' u krajních dílů:

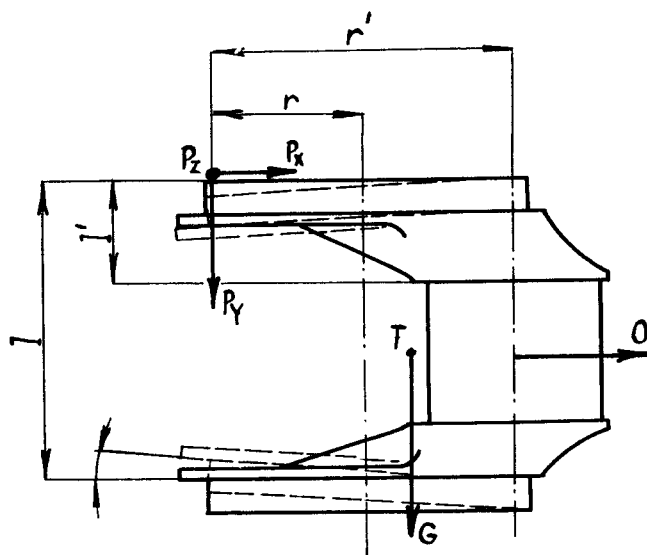
$$a' = 52 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix} - 28 = 24 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$$

$$b' = a' + c' = 24 \begin{smallmatrix} 0,0 \\ -0,2 \end{smallmatrix} + 74 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0,0 \end{smallmatrix} = 98 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$$

Tím, že byl zvolen ojnicí čep výchozí plochou pro hrubovací soustružnické operace, nastaly některé změny ve výrobním postupu. Soustružení ojnicího čepu /dnes 7. operace/ se přesune před hrubovací operace čela a hlavního čepu.

V.5. Síly působící při obrábění

Přestože působí klikový díl dojemem tuheho tělesa, je vzhledem k svému vyosení ojničního čepu při obrábění často tak namáhán, že vznikají deformace, klika se svírá a obráběné plochy např. čel se neobrobí rovnoběžně. Ve stávající technologii hrotové upnutí na soustruzích k tomu ještě napomáhá. Pro zvýšení tuhosti obrobku se dnes mezi ramena klikových dílů dává rozpěrka, která sice částečně zabrání sevření, ale kroucení dílu nikoli. Deformace při dnešním způsobu upnutí jsou znázorněny na obr. 11.



Obr. 11

Při upnutí za ojniční čep se zmenší jak ohybový, tak kroučící moment, způsobený řeznou silou P_z . Zabrání se také do značné míry svírání ramen dílu. Největší síla ve stávající technologii je při čelním soustružení - $P_z = 205 \text{ kg}$. Největší ohybové deformace způsobuje síla P_y , která je větší než síly ve směru x na jiných obráběcích plochách.

Namáhání při stávající a nové technologii:

Upnutí při stávající technologii:

$$M_o = P_y \cdot l \quad \text{ohybový moment od síly } P_y$$

$$M_k = P_z \cdot r \quad \text{krouťící moment způsobený} \\ \text{řeznou silou } P_z$$

Nová technologie:

$$M'_o = P_y \cdot l'$$

$$M'_k = P_z \cdot r'$$

Pro porovnání obou způsobů beru stejné řezné podmínky a stejné nože.

Již z naznačených výpočtů je vidět, že při upnutí za ojniční čep jsou ohybový i krouťící moment menší než při starém upnutí.

Klikový díl jako celek je při rotačním pohybu kolem hlavní osy vlivem vyosení ojničního čepu nevyvážen. Při největších otáčkách, které při hrubování kliky volím, bude odstředivá síla ojničního čepu:

$$O = \frac{G}{g} \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{6}{9,81} \cdot 0,08 \cdot \frac{2 \cdot 116^2}{30^2} \\ = 4,5 \text{ kg}$$

O odstředivá síla ojničního čepu

G 6 kg - přibližná váha vyosené části kliky

r vzdálenost těžiště vyosené části od hlavní osy

Vzhledem k velikosti řezné síly je možno odstředivou sílu zanedbat, vyvážíme-li ji protizávážím. Při výpočtu upínací síly bude možno vedle P_z počítat ještě s váhou kliky G_k . Váha dílu je oproti velikosti P_z malá, a proto ji lze ve výpočtech zanedbat.

V.6. Návrh částíVýpočet upínací síly:

Při výpočtu vyjdeme z řezné síly působící na obrobek. Obvodová síla P_z /rovná řezné síle/ v nejnepríznivějším místě: $P_z = 203 \text{ kg}$. Tato síla se však může zvětšit vlivem otupení nástroje až několikrát. Budeme proto uvažovat pro výpočet upínací síly:

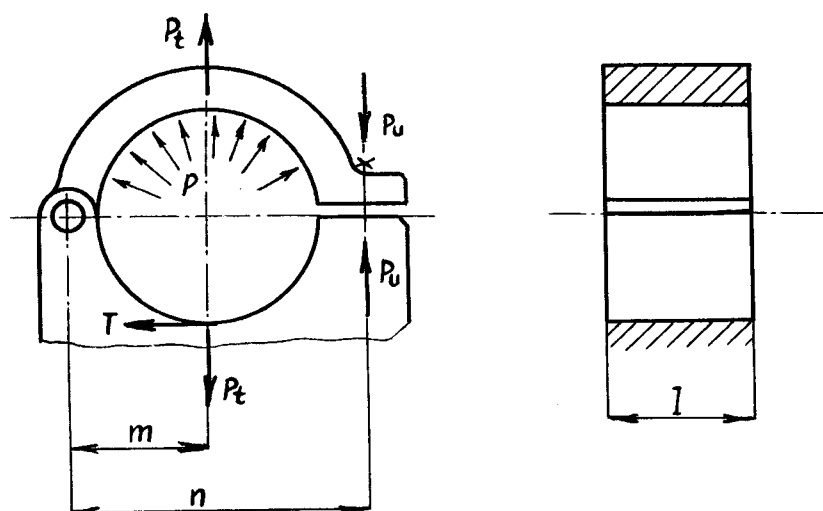
$$P'_z = P_z + 50\% P_z = 203 + 101,5 = 304,5 \text{ kg}$$

Tato síla se snaží otočit klikovým dílem kolem osy ojnicního čepu a vyvolá moment:

$$M_1 = P'_z \cdot r' = 304,5 \cdot 17 = 5160 \text{ kgcm}$$

Tento moment vznikne na klikovém díle, budeme-li uvažovat krajní případ, kdy klikový díl se neopře ložiskovým čepem o dva přidržovací šrouby/pozice 30 - výkres DP-ST 277/64-1/. V případě opření je pak moment značně menší.

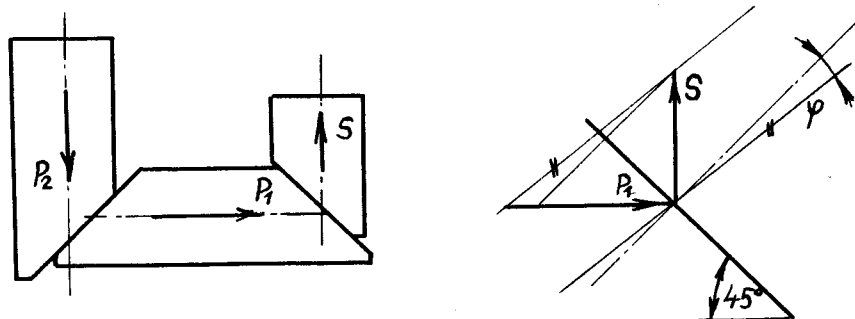
Za předpokladu, že koeficient tření na upínací vložce /horní a dolní pánev/ s kterou ojnicní čep přichází při upnutí do styku je: $f = 0,1$, je možné vyjádřit upínací sílu P_u a z ní zkontrolovat $\varnothing$ šroubu.



Obr. 12

VŠST LIBEREC	Obrábění dílů klikového hřídele	DP-STR. 277/64- 32
		11. ČERVENCE 1964
		J. Kuneš
$M_1 = T \cdot r$ $= N \cdot f \cdot r$ $= p \cdot F \cdot f \cdot r$ $p = \frac{M_1}{F \cdot f \cdot r} = \frac{5160}{66,6 \cdot 0,15 \cdot 4,5} = 11,5 \text{ kg/cm}$ P_u...upínací síla T....třecí síla r ... poloměr ojničního čepu L ... délka ojničního čepu $p \cdot 2r \cdot l = P_t$ $P_t = 11,5 \cdot 9 \cdot 7,4 = 766 \text{ kg}$ Moment sil působící na 1/2 objímky braný k čepu je roven nule. $P_u \cdot n - P_t \cdot m = 0$ $P_u = \frac{766 \cdot 7,8}{16,3} = 367 \text{ kg}$ $2P_u = 734 \text{ kg}$ $\sigma = \frac{2P_u}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{734}{1,57} = 466 \text{ kg/cm}^2$ Navržený šroub: M 20 /s okem/. Napětí ve šroubu je vyhovující. Ve skutečnosti bude klikový díl částečně přidržován proti otáčení ještě za ložiskový čep šrouby /30/, které i při špatném utáhnutí šroubu objímky nedovolí otáčení dílu kolem ojničního čepu. <u>Kontrola posuvových klínů</u> Přítlačnou sílu hrotu, jenž přidrжуje klikový díl, lze poměrně těžko stanovit. Proto je vhodnější vypočítat maximální sílu, kterou jsou schopny		

navržené klíny přenášet a porovnáme ji s přítlačnou.



Obr. 13

$$\frac{P_1}{S} = \tan(\alpha + \varphi) \cdot \xi$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \tan(\alpha + \varphi) \cdot \xi$$

$$\alpha = 45^\circ, \varphi = 5^\circ 43' / f = 0,1, \xi = 1,08$$

je koeficient, zahrnující ztráty třením válcových ploch klínu

$$\text{Plocha klínu: } F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 705 \text{ mm}^2$$

$$\text{Plocha klínu pod úhlem } 45^\circ: F' = \frac{F}{\sin 45^\circ} = 1000 \text{ mm}^2$$

Při dotlačení hrotu nastává případ, kdy klín /2/, /obr.13/ se stýká s klínem /1/, pouze v části styčné plochy. Tato plocha nesmí být menší než $1/4 F'$.

$$\text{Materiál klínů: 12020.1} \quad \sigma_{\text{dov}} = 30 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{dov}} = \frac{N \cdot s}{F}$$

Největší možný kolmý tlak na plochu F' :

$$N = \frac{30 \cdot 1000}{2} = 15000 \text{ kg}$$

$$P_2 = N \cdot \sin 45^\circ = 15000 \cdot 0,705 = 10500 \text{ kg}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\operatorname{tg} \alpha + \varphi / \cdot \xi} = \frac{10500}{\operatorname{tg} 45^\circ 5' 43'' \cdot 1,08} = 7900 \text{ kg}$$

$$S = \frac{P_1}{\operatorname{tg} \alpha + \varphi / \cdot \xi} = \frac{7900}{1,23 \cdot 1,08} = 5900 \text{ kg}$$

S síla, kterou lze hrot přitlačit do dílčíku, aniž by se stykové plochy porušily

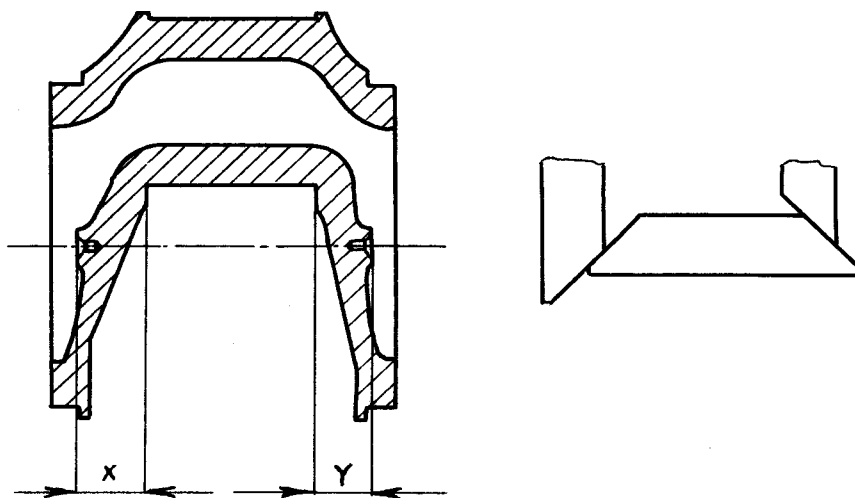
Skutečná síla bude podstatně menší než vypočtená. Navržené klíny jsou předimenzovány, protože neznáme vlastní přidržovací sílu. Tím je také zaručena vysoká trvanlivost styčných ploch.

Určení délky hrotů

Na přípravku se budou obrábět dva druhy klikových dílů z obou stran. Každá strana dílu je nestejně široká. Dílčíky ložiskového čepu jsou různě vzdálené od hrany ojnicního čepu:

u krajních dílů: $x = 20$ $y = 16$

u středních dílů: $x = 27$ $y = 16$



Obr. 14

Vzdálenosti x, y by musely vyrovnávat klíny větším posuvem. V mezním případě by společná styčná plocha byla velmi malá, a proto použiji dvou velikostí hrotů: 1. hrot 62 mm,
2. hrot 74 mm.

Pro soustružení klikových dílů středních na straně širšího ramene^a krajních z obou stran lze použít k přidržení obrobku menšího hrotu o délce 62 mm, nakresleného na výkrese /DP-ST 277/64-5/.

Pro obrábění slabšího ramene středních dílů prodlouženého hrotu - délka 74 mm. Hroty jsou výměnné a mohou se pomocí závitů zašroubovat do klínů /3/, /obr. 13/. Tato úprava částečně řeší univerzálnost přípravku tím, že lze upnout všechny díly.

Výpočty jsou provedeny pouze pro funkční části přípravku důležitých k správnému upnutí. Podrobnější výpočty neuvádím z důvodů pouhého návrhu.

V.7. Popis upínacího přípravku

Upínací přípravek /výkres DP-ST-277/64-1/ slouží k upnutí klikového dílu při obrábění na svislém soustružnickém poloautomatu. Jednotlivé části lze rozdělit do dvou základních skupin:

- nosná konstrukce
- funkční díly

Nosná konstrukce přípravku je svařena ze sedmi částí v jeden celek /DP-ST 277/64-2/, tvořící kostru dalším dílům. Na kotouč /police 1/ jsou přivařeny dvě stojny, které jsou spojovacími články mezi vřetenem a sedlem. Přenášejí veškeré zatížení vzniklé při obrábění z obrobku na stroj.

K sedlu je přišroubována jedna část pánve /11/, druhá část pánve /10/ k objímce /8/. Obě pánve přiložené k sobě tvoří lože pro ojnicí čep. Horní pánve /10/ je upravena pro obrábění patek dílů /DP-ST 277/64-4/. Objímka je na jedné straně přichycena otočně k tělesu sedla čepem, na druhé straně má drážku pro šroub, kterým lze po upnutí obrobku přitáhnout k sedlu.

V osách každé stojny jsou vyřezány dva závit pro upínací šrouby, jimiž se částečně zachycuje kroutící moment, vzniklý při obrábění od řezné síly. Šrouby přidržují kliku za osazení u ložiskového čepu. Druhého závitu se používá při obrábění druhé strany dílu, kde je postup obdobný.

Pro určení správné polohy klikového dílu v přípravku při upínání slouží srovnávací šrouby /29/, které se zašroubují podle druhů dílů a obráběné strany, do jednoho nebo druhého závitu. Pro krajní díly se musí užít upravených šroubů.

Přidržovací soustrojí pozůstává z dílčích válcových klínů /16/, /17/, /18/, pomocí kterých se přenáší síla vyvolaná utáhnutím šroubu /21/. Šroubový pohyb se převádí kuličkou /37/ na posuvny. Válcový klín má snahu setrvávat ve šroubovém pohybu. Aby byl zajištěn pohyb čistě posuvný, je v něm vyfrézována drážka, do které zapadá vodící dřík. Přes jednotlivé klíny se převede posuvný pohyb až na hrot zašroubovaný v posledním klínu. Hrot se vyměňuje podle druhu obráběného dílu.

Klíny se pohybují ve vodících pouzdrech, která jsou použita jednak za účelem menšího tření /ve srovnání s vodícími plochami v základním kotouči pos. 1/, lepšího vedení a lépe zajišťují

přenos síly /např. u pos. 15, kde pouzdra slouží jako opěra pro klín/.

Pružinky /19/, /20/ vracejí celé pohybové soustrojí při povolání šroubu /21/.

Celý přípravek je přišroubován šesti šrouby k vřetenu stroje. Osazení s vodící plochou je vysoustruženo přesně podle rozměrů vřetena. Postup při upínání.

Před upínáním jednoho druhu klikových dílů je důležité seřadit přípravek:

- a/ přešroubovat přidržovací šrouby do správných závitů
- b/ přešroubovat a vyměnit srovnávací šrouby
- c/ určit správnou velikost hrotu

Po těchto úpravách lze přistoupit k vlastnímu upnutí. Klikový díl se posadí na hrot /poloha důlčíku vzhledem k hrotu je zajištěna srovnávacími šrouby/, zvedne se do polohy upínací objímky tak, aby ojniční čep a objímka byly ve stejné výši. Objímku přitáhneme šroubem k sedlu. Nyní dotáhneme hrot do upnuté polohy a přidržovací šrouby na přírubu ložiskového čepu. V poslední fázi se dotáhne ložiskový čep.

V.8. Konstrukční návrh rozpěrky při upnutí klikového dílu v přípravku

Při obrábění má vektor řezné rychlosti větší-
nou obecný směr, a proto je třeba tuto sílu roz-
ložit do tří složek: P_z , P_y a P_x . Vzájemný vztah
mezi těmito složkami a celkovou řeznou silou je:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

Relativní velikost složky P_y vzhledem k síle P_z se zvětšuje s rostoucím poloměrem zakřivení ostří. Při otupeném ostří může relativní velikost

vzrůst na hodnoty větší než P_z . Při obrábění čel klikových dílů se takový případ vyskytuje velmi často.

Spočítáme-li trvanlivost nože při dnešních řezných podmínkách, vidíme, že oproti předpokládané je znatelně menší. Je-li:

$$L = 45 \text{ mm}, \quad v = 72 \text{ m/min.}, \quad s = 0,31 \text{ mm},$$

$$n = 118 \text{ ot/min.}, \quad z = 12,$$

pak trvanlivost ostří vypočítáme:

$$L = t_h \cdot s \cdot n$$

$$t_h = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{45}{118 \cdot 0,31} = 1,3$$

Průměrná trvanlivost nástroje:

$$T = z \cdot t_h = 15 \cdot 1,3 = 19,5 \text{ min.}$$

L délka soustružení

v řezná rychlost

s posuv

n otáčky vřetene

z průměrný počet klikových dílů obrobených
jedním nožem na jedno ostření /sledováno
ve výdejně a ostřírně/

Přestože byly řezné podmínky určeny podle normativů, řezná rychlost snížena koeficienty pro povrch s kůrou a přerušovaný řez, velké procento opotřebovaných nožů je právě v místě, kde břit přichází do styku s kůrou. Další příčinou nadměrného opotřebování a přímého vylamování nožů jsou tvrdá místa na povrchu klikových dílů s přímým vlivem nepřesného tepelného zpracování, která nož vylomí.

Nástroje se vyměňují až po otupení. V oblastech, kdy ještě nejsou docela tupé a soustruží se s nimi, vznikají velké síly P_y , které se přenáší na obrovek a svírají jej. Z těchto důvodů

se při stávajícím způsobu obrábění rozpíná mezi ramena dílů rozpěrka. Dělník, který rozpěrku rozpíná, neodhadne přesně u každého dílu velikost síly, a často rozevře nad nebo pod správnou hodnotu. Vzhledem k tomu, že na pracovišti se střídají směny, jsou tyto rozdíly mnohem větší. Deformace některých klikových dílů při obrábění bývají tedy různě veliké. Je možné snížit buď více nebo méně velikostí rozpěrné síly. I když jde pouze o hrubovací operace, a je někdy možné při dalším obrábění nesprávně obrobené plochy opravit, přesto nerovnoběžnost ploch ztěžuje další soustružení/nestejná tloušťka třísky/.

Rozpěrka z klikového dílu zdaleka neudělá tuhý obrobek, ale pouze se mu přiblíží. Zachycuje jen ohybové momenty od síly P_y , kdežto kroutící momenty způsobené silou P_z nikoli. Z těchto úvah jsem vycházel při návrhu rozpínacího mechanismu.

Pro posouzení obou způsobů upnutí klikových dílů /starého a nového/, jsem provedl tyto závěry: za předpokladu stejných rezných podmínek pro oba způsoby upnutí je M_k vzniklý při obrábění na soustruhu menší než M_k' vzniklý při upnutí dílu do přípravku/zhruba poloviční/. Vzhledem k tomu, že zkroucení je funkcí veličin:

$$\varphi = f / M_k; l; G; I_p /$$

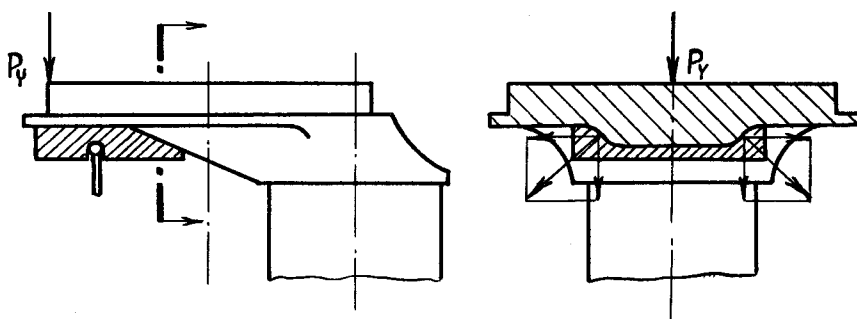
lze usoudit, že φ' bude menší než φ vlivem větší tuhosti ramene kliky a menším l . Zkroucení činilo obrábění vždy menší potíže než svírání ramen obrobku. Pro přiblížení k ideálně tuhému obrobku jsem uvažoval oba způsoby namáhání. Při upnutí dílu za ojnicí čep přípravku, je ohybový moment působící sevření dílu také menší. Z těchto důvodů navrhuji přípravek vyzkoušet bez rozpěrného zařízení. V případě nepříznivých

výsledků provést zkoušky s rozpěrnou deskou.

Popis rozpěrného mechanismu

V principu zde jde o podobné řešení jako je přidržovací ústrojí zakončené hrotem u vlastního upínacího přípravku. Celý systém je umístěn v sedle přivařeném ke stojnám, které je upraveno oproti původnímu jak velikostí tak i tvarem z důvodů velkých rozměrů rozpínacích klínů. Velikost nutného zdvihu rozpínací desky a silové namáhání nedovolují menší provedení.

S přihlédnutím k malému vnitřnímu využitelnému prostoru sedla je použito k přenosu síly^z vodového do svislého pohybu klínů poněkud odlišných tvarů od klínů použitých v přidržovacím ústrojí. Rozpěrná deska musí zachytit částečně i krouticí moment. Aby tento úkol správně splnila, je nutné ji použít v místě klikového dílu, kde příruba ložiskového čepu /vnitřní strana ramen/ přechází z rovné části k ojničnímu čepu. Pak jsou rozpěrnou deskou zachyceny síly /na obr. 15/:



Obr. 15

Je-li rozpěrná deska uložena blíže k ose ojničního čepu, nelze patřičně zachytit ohybový moment. /Zmenší se rameno od osy ojničního čepu k rozpěrce./ Proto je umístěna do největší vzdálenosti, aniž by se tím narušil tvar sedla a ovládání vlastního upínacího zařízení. Této podmínce

VŠST LIBEREC	Obrábění dílů klikového hřídele	DP-STR. 277/64- 41
		11. ČERVENCE 1964
		J. Kuneš

vyhovuje alternativa znázorněná na výkrese DP-ST 277/64-9.

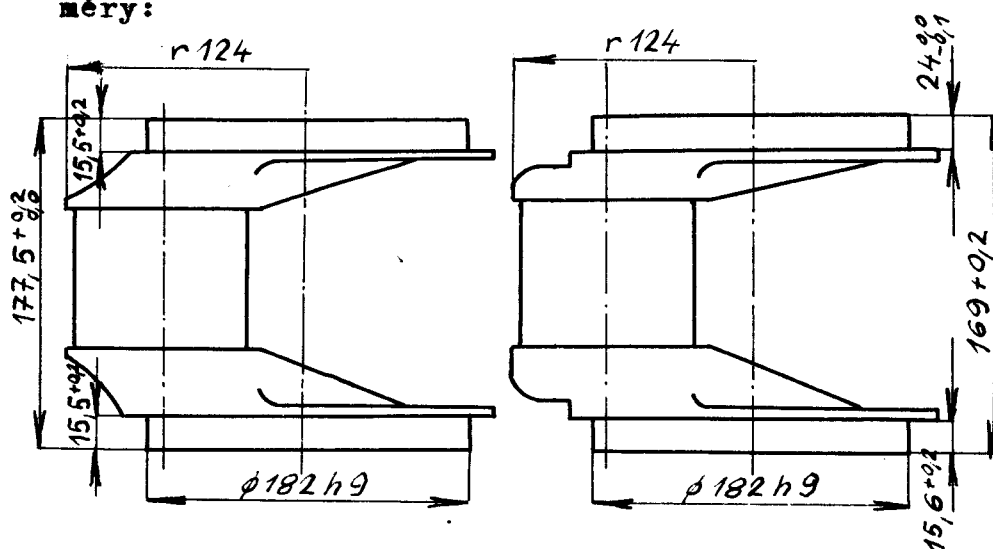
Po upnutí klikového dílu do přípravku rozpínáme rozpěrný mechanismus. Šroubový pohyb se přenesse od šroubu přes kuličku na válcový klín /2 /, ve kterém je vyfrézována drážka. Na styčnou plochu klínu dosedá plochý klín pohybující se ve svislém pohybu /3/. Klín je veden ve vodícím pouzdru /5/ a je ukončen závitem, na který je našroubován kulový kloub /6/.

Rozpěrná deska znázorněná na obr. 15 má pro krajní díly jiné rozměry než pro střední. Výroba desek se provede podle klikových dílů.

VI. STANOVENÍ NOVÉHO VÝROBNÍHO POSTUPU HRUBOVACÍCH SOUSTRUŽNICKÝCH OPERACÍ NA POLOAUTOMATU

VI.1. Rozměry klikového dílu po hrubovacích operacích

Odlitý klikový díl, přicházející ze slévárny se soustruží v hrubovacích operacích na tyto rozměry:



Obr. 16

Hloubka řezu při hrubovacích operacích je tedy dána již slévárnou. Odlitky mají přídavky často nerovnoměrné a tak se mnohdy stává, že v některých místech jsou velké až 6 mm. S touto eventualitou je nutné počítat při návrhu řezných podmínek.

VI.2. Návrh řezných podmínek

Při obrábění je vždy nutno používat hospodárných řezných podmínek, při nichž má trvanlivost břitu optimální hodnotu. Pro hrubování je výhodné volit co největší hloubku řezu a pokud tomu dovoluje nástroj, stroj a obrobek, i co největší hodnotu posuvu. Řezné rychlosti raději menší.

Vzhledem k tomu, že hrubování se bude provádět na šestivřetenovém poloautomatu, musí mít každé pracovní vřeteno zajištěnu určitou část energie z celkového příkonu stroje. Poloautomat model 24 má příkon 17 kW.

$$N_{el} = 17 \text{ kW}, \quad \gamma = 0,85$$

$$N_{už} = 14,45 \text{ kW}$$

$$N_{už \text{ v}} = \frac{N_{už}}{5} = \frac{14,4}{5} = 2,7 \text{ kW}$$

V normativech většinou vycházíme z řezných podmínek a hledáme odpovídající výkon elektromotoru, který je vyčíslen již v účinnosti 0,85, proto lze volit výkon na vřeteno 3,4 kW.

Při návrhu řezných podmínek jsme omezení velikostí výkonu připadající na jedno vřeteno. Na každém vřetenu budeme provádět jinou práci, z čehož plynou různé velikosti zatížení a různá spotřeba elektrické energie. Proto je možné na některém z vřeten překročit příkon, který na něj připadá, ovšem jen tehdy, bude-li na jiném nevyužit. Celkově součet příkonu v jednotlivých polohách nesmí překročit $N_{už}$. Rozdíly výkonů na vřetenech mají být pokud možno malé.

VI.3. volba řezných podmínek

Řezné podmínky jsou voleny z normativů /1963/.

Obrábění ložiskového čepu - vnější podélné soustružení.

Soustružený $\varnothing 182$

obrobitelnost materiálu ČSN 422661.1 ... 13 b

$$\tilde{\sigma}_s = 75 \text{ kg/mm}^2$$

nůž - 25 x 25, ČSN 223716 S2

Pro hloubku řezu $h = 3 \text{ mm}$ a $N = 3,4 \text{ kW}$ jsou
 $v' = 105 \text{ m/min.}$ $s = 0,32$

$$v = v' \cdot k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot k_{v3} \cdot k_{v4} \cdot k_{v5}$$

$k_{v1}; k_{v2}; k_{v3}; k_{v4}; k_{v5}$ koeficient pro tří-
du obrobitelnosti; vliv povrchové kúry;
přerušovaný řez; pro trvanlivost 90 min.

h ... hloubka řezu v mm

v' ... řezná rychlost podle tabulek bez uvažování
specifických vlastností obrobku pro T 45min.

v ... řezná rychlost v m/min.

s ... posuv v mm/ot.

N ... výkon elektromotoru připadající na jedno
vřeteno v kW

$$v = v' \cdot k_{v1} \cdot k_{v4} = 105 \cdot 0,8 \cdot 0,81 = 68 \text{ m/min.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{D} = \frac{68000}{3,14 \cdot 182} = 98 \text{ ot/min.}$$

Velikost řezných odporů ovlivňuje řada činitelů,
které určují průběh procesu řezání: fyzikální
vlastnosti obráběného materiálu, velikost a tvar
odebírané třísky, řezná rychlost, jakost ostří
atd.

Výpočet řezného odporu lze provést pomocí měrného
řezného odporu, stanoveného empiricky:

$$k_s = \frac{c_k}{s^{y_k}} \cdot \sqrt[6]{\frac{6_s}{72}} \cdot 0,63$$

$$= \frac{152}{0,32^{0,21}} \cdot 1,03 = 199$$

$$P_z = k_s \cdot h \cdot s = 199 \cdot 3 \cdot 0,32 = 191,5 \text{ kg}$$

k_s ... měrný řezný odpor

P_z ... tangenciální složka řezného odporu v kg

... pevnost obráběného materiálu v tahu

c_k ...

y_k ... exponenty - pro posuv 0,2 mm/ot.

$$c_k = 152, \quad y_k = 0,21$$

Soustružení čela

Soustružnický nůž 25 x 25 ČSN 223712 S2 B
Hloubku řezu je nutno volit vzhledem k výkonu stroje pouze 3 mm, i když v některých místech je dvojnásobná. Hloubku řezu rozdělíme na dvě třísky. Řez při soustružení je přerušovaný; zmenšením průřezu třísky se zmenší i nárazy na nůž. Ten nebude tak rychle opotřebován a jeho trvanlivost vzroste.

Hloubka řezu 3 mm, $N = 3,4$

$k_{v1} = 0,80$; $k_{v2} = 0,65$; $k_{v3} = 0,70$; $k_{v5} = 0,82$;

$v = 37,2$ m/min.

$n = \frac{1000 \cdot v}{D} = 80$ ot/min.

$k_s = \frac{152}{0,35 \cdot 0,21} \cdot 1,03 = 195$

$P_z = 195 \cdot 3 \cdot 0,35 = 202,5$ kg

Soustružení patek

Soustružnický nůž ČSN 223718 S2 B

$N = 3,2$ kW $v' = 120$ m/min.

$h = 2 - 4$ mm $s = 0,32$ mm/ot.

$v = k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot k_{v3} \cdot k_{v5} \cdot v' = 32$ m/min.

$n = 65$ ot/min. $k_s = 161$

$p = 161 \cdot 3,5 \cdot 0,32 = 176$ kg

Stejně řezné podmínky jsou voleny pro hrubování osazení boků u krajních dílů, kde jde podobně jako u patek o přerušovaný řez na přibližně stejném ϕ a kde na řezné podmínky má vliv kůra po odlití.

Výpočet hlavních obráběcích časů pro jednotlivé operace

Čas na obrobení ložiskového čepu: t_{hl}

$$L = t_h \cdot s \cdot n \qquad t_h = \frac{L}{s \cdot n}$$

L ... délka obráběného povrchu v mm

s ...posuv v mm/ot.

n ...otáčky/min.

Střední díly: $L = 15,5$ mm $s = 0,32$ $n = 98$

$$t_{hl} = \frac{L'}{n \cdot s} = \frac{25,5}{98 \cdot 0,32} = 0,813 \text{ min.}$$

L' - obráběná délka s přídavkem na obrábění 4 mm
pracovního posuvu před začátkem obrábění

$$L' = 15,5 + 6 + 4 = 25,5$$

Krajní díly: $L_{\max} = 24$ mm - u silnějšího ramene

$L = 15,5$ mm - u slabšího ramene

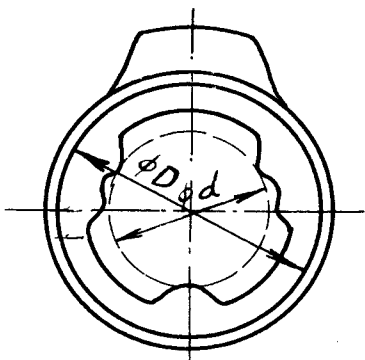
$$t_{hl \max} = \frac{L'_{\max}}{n \cdot s} = \frac{34}{98 \cdot 0,32}$$

$$= 1,08 \text{ min.}$$

$$L'_{\max} = L_{\max} + 6 + 4 = 34$$

$$t_{hl} = 0,813$$

Čas na obrobení čela:



$$L = \frac{D - d}{2} = \frac{182 - 110}{2} = 37 \text{ mm}$$

přídavek na obrábění 3 mm
ložiskový čep je předhru-
bován slévárnou.

$$L' = L + 3 + 4 = 45 \text{ mm}$$

$$t_{hč} = \frac{L'}{n \cdot s} = \frac{45}{80 \cdot 0,35}$$

$$= 1,6 \text{ mín.}$$

Obr. 17

Čas na obrobení patek:

Ø 124

Střední díl: $L = 13$ $s = 0,32$ $n = 65$ ot/min.

$$L' = 13 + 2 + 2 = 17$$

$$t_{hp} = \frac{L'}{n \cdot s} = \frac{17}{65 \cdot 0,32} = 0,815 \text{ min.}$$

VI.4. Rozdělení hrubovacích operací na vřete- na poloautomatu

V dnešním výrobním postupu se hrubovací operace provádějí celkem na pěti soustruzicích, z nichž na dvou Sur 350 se obrábí čelo slabšího ramene, na Fař a Schiss druhé čelo a ložiskový čep /u krajních dílů osazení boků silnějšího ramene/ a na Gisholtu ložiskový čep u slabšího ramene a patky. Všechny tyto operace mají být provedeny na poloautomatu typu Bullard. Předběžně vypočítaná výrobní kapacita pro model 24 byla v případě použití jednoho stroje nepříznivá /viz str. 20/, přesto že se jevila, co se týče pořizovacích nákladů, jako nejvýhodnější. Z těchto důvodů je použito pro hrubování dvou strojů.

Při rozdělování jednotlivých prací mezi vřetena poloautomatu je nutno dbát, aby strojní čas byl na všech vřetenech stejný při zachování hospodárných řezných podmínek /tj. bez snížení řezných rychlostí k vyrovnání dob/ nebo se jen nepatrně lišil. Jednotlivé časy na obrábění pro klikový díl: $t_{hc} = 1,6 \text{ min.}$

$$t_{hl} = 0,813 \text{ min.}$$

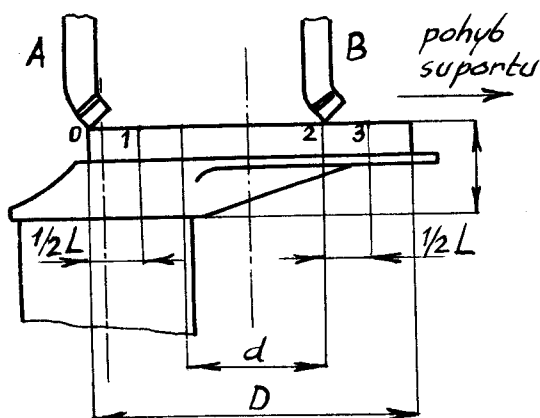
$$t_{hp} = 0,815 \text{ min.}$$

Nejdelší z časů je zde čas na obrobení čela, který zároveň bude určovat i takt stroje. Pracovní časy na vřetenech se poněkud od sebe liší. Jestliže těmito operacemi obsadíme pracovní vřetena, bude stupeň nevyužití některých vřeten značně veliký /rozdíl vzniklý mezi nejdelší a kratšími obráběcími dobami na vřetenech/. Stupeň

využití poloautomatu bude menší.

Z hlediska rovnosti časů je nejvýhodnější čas na obrábění čela zkrátit na polovinu, čímž se zmenší i takt stroje, časy na vřetenech se částečně vyrovnají. Toho lze dosáhnout:

- a/ zvětšením posuvu - nepřipadá v úvahu, protože zde jde o přerušovaný řez. Při větším posuvu jsou velké nárazy na nůž - hrozí vylamování plátku.
 - b/ použitím nástroje s větším výkonem - jsme omezeni jednak výkonem stroje, dále na odlitku jsou tvrdá místa, na nichž se nůž často vylamuje, náklady na nástroje by narůstaly do vysokých hodnot.
 - c/ rozdělením nejdelší operace na více vřeten. Jelikož jsme při hrubování značně omezeni výkonem na vřeteno a velikost přídatku daných slévárnou se pohybuje od $\frac{1}{3}$ až 6 mm/, musíme čelo soustružit na dvě třísky, t.zn., že na každém vřetenu volíme hloubku řezu $h = 3$ mm. Tím již není možné rozdělit obráběcí délku na další dvě vřetena, neboť zbývají ještě tři operace.
- Jediná možnost, jak zkrátit $t_{h\check{r}}\check{h}$, je použití dvou noží na jednom suportu /viz obr. 18/.



Každý nůž projede ve skutečnosti pouze poloviční obráběnou délku. Nůž A vyjíždí z polohy 0 do 1 a s ním současně nůž B z polohy 2 do 3. Čas na obrobění čela

Obr. 18

s použitím obou nožů se zkrátí na polovinu.
k ... vzdálenost obrobeného čela od hrany ojnic-
ního čepu

Vedle vhodného určení optimálních řezných podmínek na poloautomatu je důležité zvolit správný sled operací. Na prvních vřetenech je vhodné obrábět plochy, které by při soustružení v dalších polohách mohly zvětšit hloubku třísky a s ní i řezné odpory v jiných operacích. Takový případ může nastat při soustružení hlavního čepu před soustružením osazení /u krajních dílů/.

VI.5. Návrh výrobního postupu s použitím dvou nožů při soustružení čela

- 1.poloha: upnutí obrobku do přípravku
- 2.poloha: soustružení čela na vzdálenost $k=4$ od hrany ojnicního čepu dvěma noži
- 3.poloha: soustružení čela na délku $k=1$ od hrany ojnicního čepu dvěma noži
- 4.poloha: soustružení patek $\varnothing 124,5 - 0,1$ / u krajních dílů osazení boku silnějšího ramene/
- 5.poloha: soustružení hlavního čepu $\varnothing 182$ h9 v délce,
- 6.poloha: sražení hran $1/45^\circ$ u ložiskového čepu

Použitím dvou nožů se takt stroje značně zmenší. Při zachování stejných řezných podmínek bude nejdelší operace soustružení ložiskového čepu u krajních dílů.

2/3 klikových dílů z celkového počtu jsou střední, 1/3 klikových dílů z celkového počtu jsou krajní. Krajní klikové díly mají některé obráběné plochy delší než střední. Čas na jejich obrobení bude delší. Aby se nemuselo počítat s různě velkými časy pro jednotlivé díly, volím pro oba druhy čas průměrný ležící v jejich rozmezí.

Řezné podmínky na stroji budou nastaveny pro oba druhy stejně velké, kdežto automatický cyklus ~~na~~ suportů bude nutno pro každý druh dílů zvlášť seřídit. Klikové díly se budou vyrábět v cyklech:

4 dny - výroba středních

2 dny - výroba krajních

Použitím dvou nožů se hlavní časy v jednotlivých operacích zkrátí na:

$$t'_{hč} = 1/2 t_{hč} = 0,90 \text{ min.}$$

$$t_{hl} = t_{hl} = 0,98 \text{ min.}$$

$$t_p = t_p = 0,81 \text{ min}$$

t_h' . . . obrábecí čas v nové technologii

Průměrný stupeň využití:

$$\phi = \frac{t_{hl} + t_{hp}}{2} = 0,9 + 0,81/2 = 0,855 \text{ min}$$

$$= \frac{0,855}{0,98} = 87\%$$

ϕ vyjadřuje dobu obrábění na vřetenech porovnanou s nejdelší operací. Využití vřeten je 87%.

Při použití dvou nožů pro obrábění čela se řezná síla dvakrát zvětší. Podle sovětské Strojírenské výroby je možné řeznou sílu připadající na jedno vřeteno vypočítanou z výkonu stroje u poloautomatu typu 1283 pět krát překročit. Konstrukce typu 24 je v podstatě stejná, takže je možné uvést podobné předpoklady. Součet zatížení na vřetenech nesmí však překročit výkon elektromotoru stroje.

Pro nástroje na suportech je vhodné volit stejnou trvanlivost. Po opotřebení je možno provést výměnu najednou. Řezné podmínky jsou voleny pro trvanlivost nožů 90 minut. Teoreticky by se měly vyměňovat součastně. Tvrdá místa

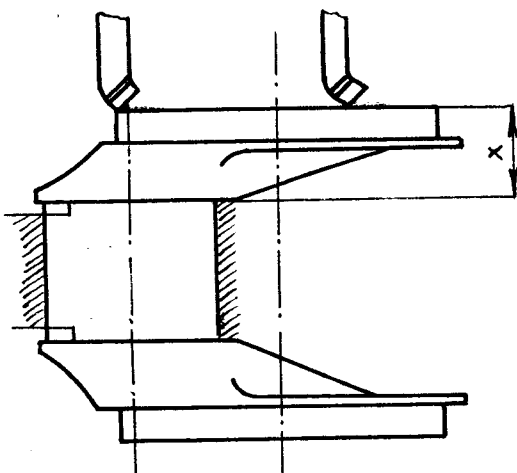
na povrchu materiálu, slévarénské pecky vyskytující se hlavně na čele dílů a přerušovaný řez snižují často trvanlivost čtyři krát./ Ve stávajícím výrobním postupu lze jedním nožem obrobit průměrně 15 dílů na čele/.

V navrženém postupu se používá pro soustružení čela čtyř nožů, z nichž každý obrábí polovinu délky při hloubce řezu rovné $1/2$ přídatku na hrubování. Čas na obrobení čela /hlavní/ v nové technologii je dvaapůl krát kratší než ve stávající. Trvanlivost ostří se tedy 2,0 x prodlouží. Částečně se zvětší také vlivem menší hloubky řezu /asi o 50%/. Vliv řezné rychlosti a posuvu se zhruba vyrovnají. Celková trvanlivost nože se tak zvýší o 250%. Z těchto předpokladů vycházím při určení ročních nákladů na nože pro čelní soustružení v nové technologii /ekonomické zhodnocení/.

VI.6. Výrobní postup obrábění klikových dílů na šestivřetenovém poloautomatu

1. poloha: Upnutí klikového dílu za ojniční čep slabším ramenem k hrotu.

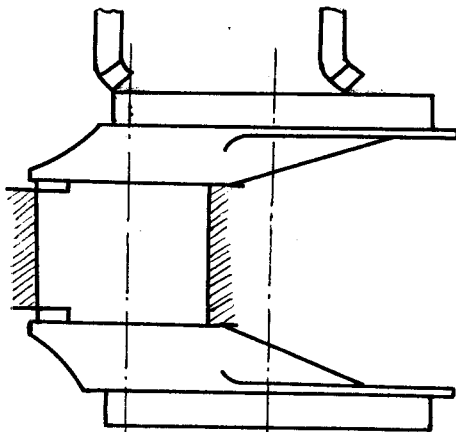
2. poloha:



Soustružení čela na
vzdálenost $x = 64,5$
/ u krajních $x = 56,5$ /
od hrany ojničního
čepu dvěma noži:
25 x 25 ČSN 223712
S2 B

Řezné podmínky					
L	v	s	n	t_k	kus
45	7,2	0,35	80	0,90	střední
65	37,2	0,35	80	1,15	krajní

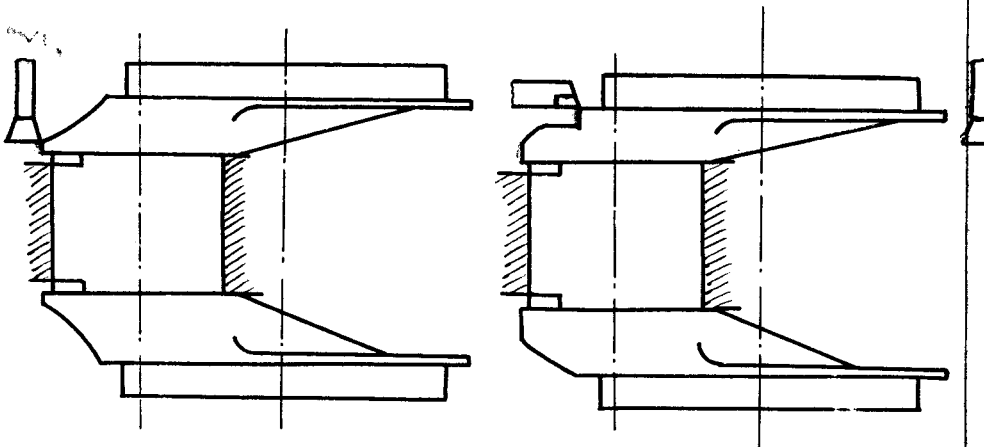
3. poloha:



Soustružení čela na
vzdálenost $x' = 62$
/ u krajních $x' = 54$ /
od hrany ojnicního
čepu dvěma noži:
25 x 25 ČSN 223712
S2 B

Řezné podmínky					
L	v	s	n	t_k	kus
45	37,2	0,35	80	0,90	střední
65	37,5	0,35	80	1,15	krajní

4. poloha:

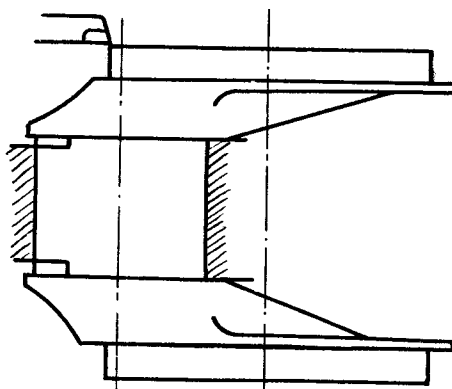


Soustružení patky $\varnothing 124,5 - 0,1$, / u krajních
dílů osazení boku silnějšího ramene na délku 31,5
od hrany ojnicního čepu./

25 x 25 ČSN 223718 S2 25 x 25 ČSN 223716 S2

Řezné podmínky				
L	v	s	n	t_k
17	32	0,32	65	0,815

5. poloha:



Soustružení ložisko-
vého čepu do vzdále-
nosti 46,5 / u kraj-
ních dílů 32,0/
32 x 32 ČSN 223716
S2

Řezné podmínky				
L	v	s	n	t_k
15,5	68	0,32	98	0,81
12,5	68	0,32	98	1,08

6. poloha: Sražení hran $1/45^\circ$ u hlavního čepu

Stejným způsobem se obrobí i druhá strana
klikového dílu na jiném poloautomatu.
Zavedením nového výrobního postupu se přesune
hrubování ojnicního čepu před operace na polo-
automatu. Po nich se provede soustružení ojnic-
ního čepu načisto.

VII. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍ A NOVÉ
NAVRŽENÉ TECHNOLOGIE

Celkový obraz o zavedení nového stroje a nové výroby nám dává ekonomický propočet. Podle nákladů na jednici výroby ve staré a nové technologii můžeme přesně určit, zda zavedení stroje do výroby bude účelné.

Přesně stanovit ekonomický výpočet je těžko proveditelné, neboť jen dílenskou režii ovlivňuje přes čtyřicet položek. Jelikož nebylo možné zjistit všechny položky dílenské režie, jsou ve výpočtu uvedeny jen ty, jejichž hodnoty byly dosažitelné a které výpočet ovlivní nejvíce.

Stará technologie.Jednicové mzdy

$$4.\text{op.} - t_k = 3,95 \quad M_{zk} = 0,40$$

$$5.\text{op.} - t_k = 3,40 \quad M_{zk} = 0,39$$

$$8.\text{op.} - t_k = 2,98 \quad M_{zk} = 0,30$$

$$t_c = 10,33 \quad M_{zc} = 1,09$$

Jednicové mzdy za rok:

$$JM_r = JM \cdot 100000 = 109000 \text{ Kčs}$$

Náklady na stroje

Sur: $P_1 = 82346 \text{ Kčs}$ - pořizovací náklady

$O_1 = 43823 \text{ Kčs}$ - odpisy /celkové/

$Z_1 = 38523 \text{ Kčs}$ - zbytková cena

Sur: $P_2 = 84410 \text{ Kčs}$ Fay: $P_3 = 41500 \text{ Kčs}$

$O_2 = 68376 \text{ Kčs}$ $O_3 = 6684 \text{ Kčs}$

$Z_2 = 16034 \text{ Kčs}$ $Z_3 = 34816 \text{ Kčs}$

Gisholt: $P_4 = 156794$ Kčs Schiess: $P_5 = 42776$ Kčs
 $O_4 = 121395$ Kčs
 $Z_4 = 35399$ Kčs

Sociální režie

Činí 18% JM

$S_r = 109000 \cdot 0,18 = 19600$ Kčs

Roční odpisy:

$O_{r1} = 0,155 \cdot P_1 = 12800$ Kčs

$O_{r2} = 0,120 \cdot P_2 = 10300$ Kčs

$O_{r3} = 0,213 \cdot P_3 = 8900$ Kčs

$O_{r4} = 0,187 \cdot P_4 = 29400$ Kčs

$O_{r5} = 0,187 \cdot P_5 = 8000$ Kčs

Celkové roční odpisy: $O_r = \sum_7^5 O_r = 69400$ Kčs

Náklady na nástroje:

Ve všech operacích mimo soustružení čela bude použitý počet nástrojů stejný.

Starý výrobní postup: čelo se soustruží na jednu třísku jedním nožem - $z=1$.

$K_r = 100000$ kusů - roční výroba klikových dílů

$K = 15$ - počet dílů obrobených jedním nožem

/sledováno na pracovišti a ve výdejně/

Normálně opotřebené nože:

$n_o = 9$ x - počet ostření/měřeno před a po broušení/

$t_o = 5$ min. - čas na ostření

z celkového počtu nožů opotřebených je počet normálně opotřebených 80 %.

Nadměrně opotřebené nože:

$n_1 = 5$ x

$t_1 = 10$ min.

z celkového počtu nožů ... 20 %

Na soustružení čela pro 100000 dílů spotřebujeme N nožů:

$$N = \frac{K_r}{100 \cdot K} \left[\frac{80}{n_o \cdot 1} + \frac{20}{n_1 \cdot 1} \right] = \frac{100000}{100 \cdot 15} \left[\frac{80}{10} + \frac{20}{6} \right] =$$

756 nožů

Nový výrobní postup:

trvanlivost jednoho nože je 2,5x větší než ve staré.

K = 45 klikových dílů

Normálně opotřebené nože: 90 %

Nadměrně opotřebené nože: 10 %

$$N_1 = \frac{K_r \cdot z}{100 \cdot K} \left[\frac{90}{n_o \cdot 1} + \frac{10}{n_1 \cdot 1} \right] = \frac{100000 \cdot 4}{100 \cdot 45} \left[\frac{90}{10} + \frac{10}{6} \right] =$$

= 948 nožů

z - počet nožů obrábějících jedno čelo

V novém výrobním postupu se zvětší počet nožů o 192 kusů.

Náklady na 192 nožů:

cena nože: 24,50 Kčs

$$C_n = 192 \cdot 24,50 = 4670 \text{ Kčs}$$

Náklady na ostření:

$$C_o = \frac{192 \cdot M_o}{100 \cdot 60} \left[90 \cdot t_o + 10 \cdot t_1 \right]$$

$$\frac{192 \cdot 7,50}{100 \cdot 60} \left[90 \cdot 5 + 10 \cdot 10 \right] = 132 \text{ Kčs}$$

 $M_o = 7,50$ - hodinová sazba v ostřírně

Celkové náklady na 192 nožů:

$$C_{n\check{c}} = C_n + C_o = 4670 + 132 = 4802 \text{ Kčs}$$

Pro soustružení obou čel-náklady 2 x větší.

$$C_n = 2 \cdot C_{n\check{c}} = 9604 \text{ Kčs}$$

Elektrická energie

Příkon elektromotoru stroje Sur 350 12 kW

Při práci je zatížen na 55 %

Při chodu naprázdno na 10 %

Soustruh je zatížen 2/3 doby chodu

$$S_{p1} = 2/3 \cdot 12 \cdot 0,55 + 1/3 \cdot 12 \cdot 0,1 \\ = 4,8 \text{ kW}$$

$$C_{el} = S_{p1} \cdot C_{kw} \cdot z \cdot 1/n_h = \frac{4,8 \cdot 0,12 \cdot 2}{23,8} \\ = 0,0485 \text{ Kčs/kus}$$

C_{el} ... cena elektrické energie na 1 kus

C_{kw} ... cena 1 kW

n_h počet kusů za hodinu

z počet strojů, na kterých se operace provádí

$$S_{p2} = 4,8 \text{ kW}$$

$$S_{p3} = 5,4 \text{ kW}$$

$$C_{e2} = 0,0242$$

$$C_{e3} = 0,0273$$

$$S_{p4} = 5,4 \text{ kW}$$

$$S_{p5} = 4,8 \text{ kW}$$

$$C_{e4} = 0,0273$$

$$C_{e5} = 0,0485$$

Cena elektrické energie pro všechny hrubovací op.

$$C_{ek} = \sum C_e = 0,1758 \text{ Kčs/kus}$$

Cena elektrické energie za rok:

$$C_{er} = C_{ek} \cdot 100000 = 17580 \text{ Kčs}$$

Výrobní plocha:

Podle naměřených hodnot v Liazu Hanychov připadá na půdorysný rozměr stroje s potřebnou plochou pro obsluhu a skladování dílů: $F = 20 \text{ m}^2$

Celková plocha pracoviště:

$$F_c = F \cdot 5 = 20 \cdot 5 = 100 \text{ m}^2$$

Celkové roční náklady na výrobu:

$$C_c = JM + S_r + C_e + O_r$$

$$= 109000 + 19600 + 17580 + 69400 = 215000 \text{ Kčs}$$

Nová technologie;

V nové technologii se jedná o obrábění klikových dílů na poloautomatu. Seřízení stroje /nastavení otáček a posuvů/ si provede dělník sám. Také seřízení přípravku.

Náklady na roční výrobu klikových dílů pro 1 stroj:

Jednicové mzdy:

Čas potřebný k výrobě jednoho klikového dílu:

$$t_k = t_h + t_v = 0,98 + 1,15 = 2,13 \text{ min.}$$

Mzda v 5E třídě činí: 6,08 Kčs

$$JM = t_k \cdot m_z = 2,13 \cdot 0,113 = 0,24 \text{ Kčs/kus}$$

$$JM_r = JM \cdot 100000 = 24000 \text{ Kčs}$$

pro 2 stroje: $JM_r = 48000 \text{ Kčs}$

Sociální režie:

Činí 18 % JM

$$S_r = 48000 \cdot 0,18 = 8650 \text{ Kčs}$$

Náklady na stroje:

Pořizovací náklady na 1 stroj: 494200 Kčs

Odpisy za rok: 92500 Kčs

Odpisy pro 2 stroje: 185000 Kčs

Náklady na přípravek:

Celková pořizovací cena 12 přípravků je odhadnuta na: $C_p = 18000 \text{ Kčs}$

Započítáváme ji do výrobních nákladů celou, neboť je zkonstruován /přípravek/ pouze pro výrobu klikových dílů a po ukončení výroby nebude mít použití. Výroba klikových dílů je plánována do roku 1967, přípravky budou použity jen 4 roky. Na jeden rok lze do výroby započítat:

$$C_{pr} = 1/4 C_p = 4500 \text{ Kčs}$$

Elektrická energie:

Výkon elektromotoru poloautomatu - 17 kW

2/3 chodu je motor zatížen na - 85 %

1/3 chodu - běh naprázdno

$$S_p = 1/3 \cdot 17 \cdot 0,1 + 2/3 \cdot 17 \cdot 0,85 = 10,225 \text{ kW}$$

$$C_{ek} = \frac{S_p \cdot C_{kw}}{n_h} = \frac{10,225 \cdot 0,12}{24} = 0,052 \text{ Kčs/kus}$$

$$C_{er} = C_{ek} \cdot 100000 = 0,052 \cdot 100000 = 5200 \text{ Kčs}$$

Pro 2 stroje: $C_e = 10400 \text{ Kčs}$ Výrobní plocha:Celková plocha poloautomatu včetně obsluhy a
skladování dílů:

$$F_c = 30 \text{ m}^2$$

Celkové roční náklady:

$$\begin{aligned} C_c &= JM + S_r + O_r + C_e + C_{pr} \\ &= 48000 + 8650 + 185000 + 10400 + 9000 \\ &= 261050 \text{ Kčs} \end{aligned}$$

Porovnání nákladů na výrobu klikových dílů/rok:

Dnešní výrobní způsob: 215000 Kčs

Nový výrobní způsob: 261050 Kčs

Úspora - 46050 Kčs

Porovnání výrobních ploch:Výrobní plochy ve stávajícím zp.: 100 m²Výrobní plochy v novém způsobu: 30 m²Úspora 70 m²

Závěr.

Soustružení klikových dílů na svislém soustružnickém šestivřetenném poloautomatu se z hlediska obrábění zdá být realizovatelné při použití upínacího přípravku.

Značné úspory jednicových mezd a výrobních ploch v navrženém výrobním postupu nestačí krýt vysoké náklady strojů vložených do výroby a zvětšené náklady na nástroje.

Z uvedeného ekonomického propočtu vyplývá, že stávající způsob hrubování dílů je pro 100000kusů/rok úspornější než postup na poloautomatu.

Závěrem děkuji s.ing Vl.Krupičkovi, ing M.Stunovi z VŠST Liberec a J.Drapákovi za konsultace , závodu n.p.LIAZ Liberec za ochotné poskytnutí podkladů pro vypracování diplomové práce.

Jan Krupička

V Liberci 11.července 1964

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Technologický postup výroby klikových dílů -
n.p. Liaz Hanychov a Tatra Kopřivnice

Pasport 6-ti vřetenového svislého soustružnického
poloautomatu typu 24

Přikryl: Nauka o obrábění

Kaširín: Strojírenská výroba

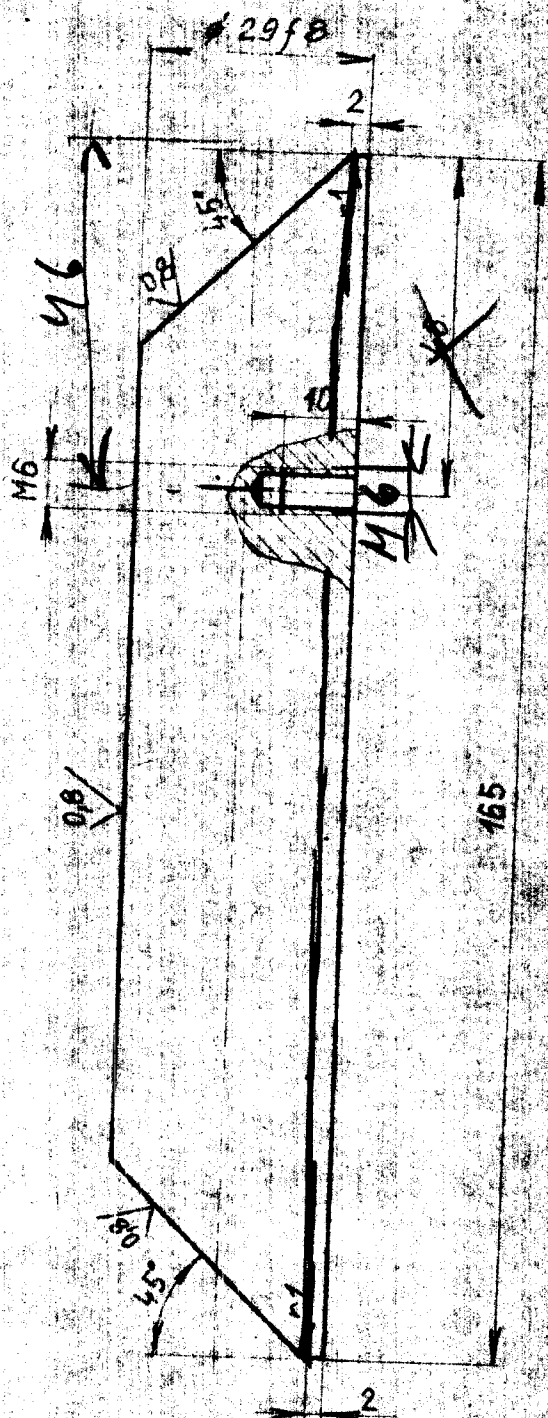
Výzkumná zpráva č. 572 - 6 - SK 59

SEZNAM VÝKRESŮ

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| DP-ST-277/64-1 | Upínací přípravek |
| DP-ST-277/64-2 | Základní kus - svařenec |
| DP-ST-277/64-3 | Objímka |
| DP-ST-277/64-4 | Pánev upínací objímky |
| DP-ST-277/64-5 | Hrot 62 |
| DP-ST-277/64-6 | Hrot 74 |
| DP-ST-277/64-7 | Pouzdro |
| DP-ST-277/64-8 | Klín |
| DP-ST-277/64-9 | Rozpěrné zařízení |
| DP-ST-277/64-10 | Nožový držák |
| DP-ST-277/64-11 | Využití poloautomatu |

O b s a h .

	Politicko-hospodářský význam DP	 1
I.	Charakteristika dílů klikového hřídele motoru Škoda 706	 3
II.	Stávající technologie obrábění klikových dílů	 6
III.	Vertikální 6-ti vřetenový soustružnický poloautomat model 24 a vhodnost jeho použití	 10
IV.	Možnosti provedení obráběcích hrubovacích operací na poloautomatu..	17
V.	Upínací přípravek	 23
VI.	Stanovení nového výrobního postupu hrubovacích soustružnických operací na poloautomatu	 42
VII.	Ekonomické zhodnocení stávající a nově navržené technologie	 54
	Závěr	 60
	Seznam použité literatury	
	Seznam výkresů	 61
	Obsah	 62



6.3 [0.8]

HR_c = 54-56

OSTRÉ HRANY NA 0.5/45°
SRAZIT

Up. zma. ?!

12 020.1

17 DP-ST-277/64-1

$\phi 35 \times 170$

7 kusů

11. VII. 1964

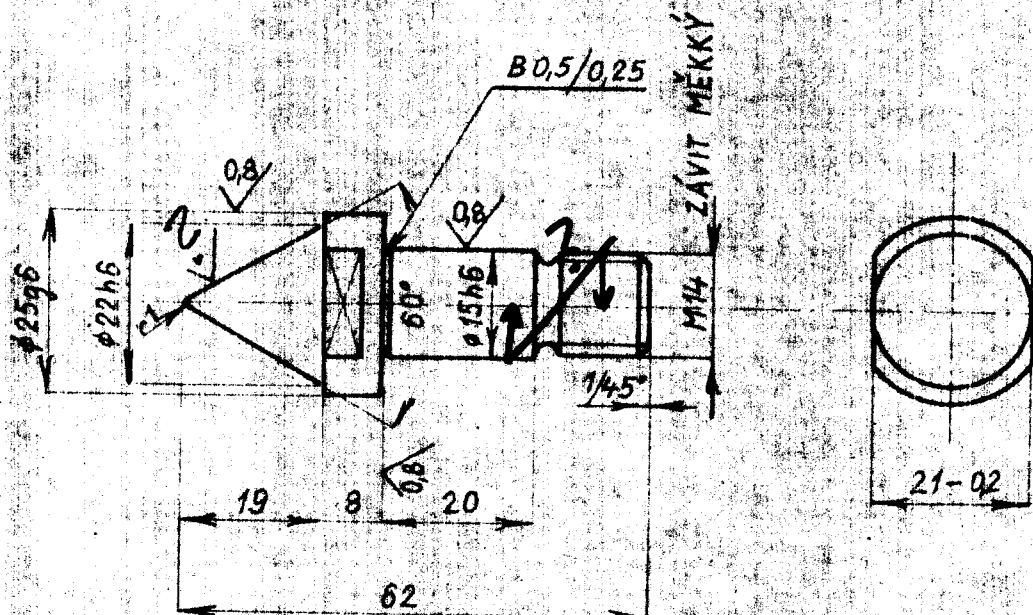
KLÍN

DP-ST-277/64-8

1:1

6.3 / [0.8]

Hac 56-58



OSTRÉ HRANY SRAZIT 0.5/45°

Pročítá se na zrcu!

14 220.3

12 DP-ST-277/64-1

$\phi 20 \times 65$

J. Kunc

1:1

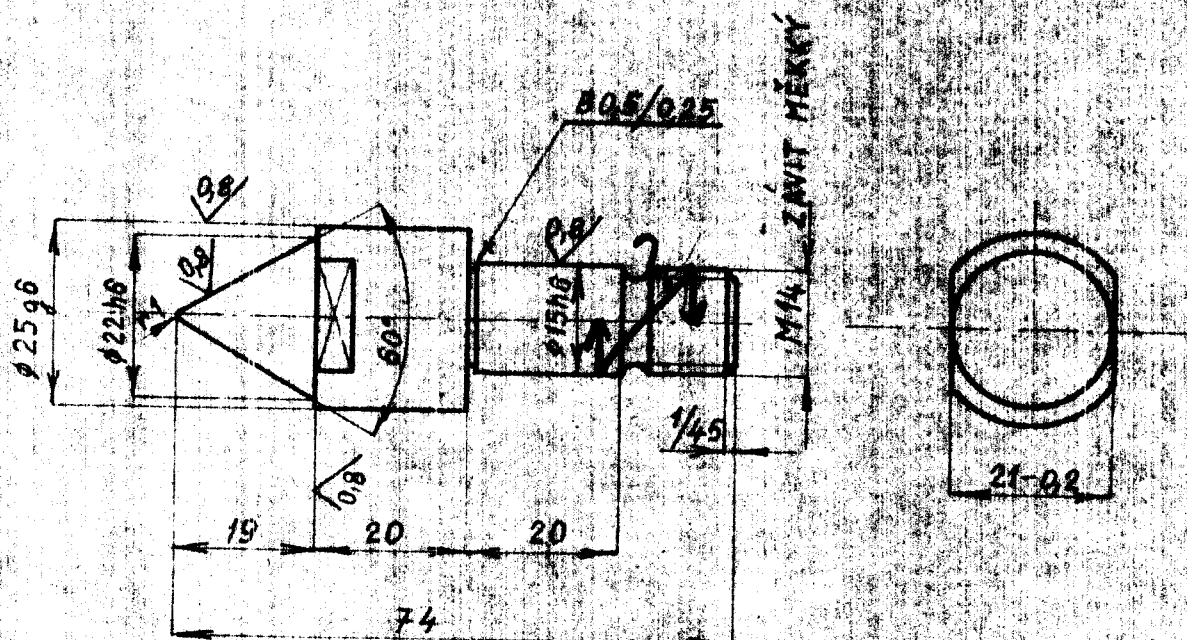
11. VII. 1964

HROT

DP-ST-277/64-5

6.3 [0.8]

H_{max} 56-58



OSTRÉ HRANY SRAZIT 0.5/45°

14 220 3

28 x 85

12 DP-ST-277/64-1

J. K. K.

17. 11. 1964

1:1

HROT

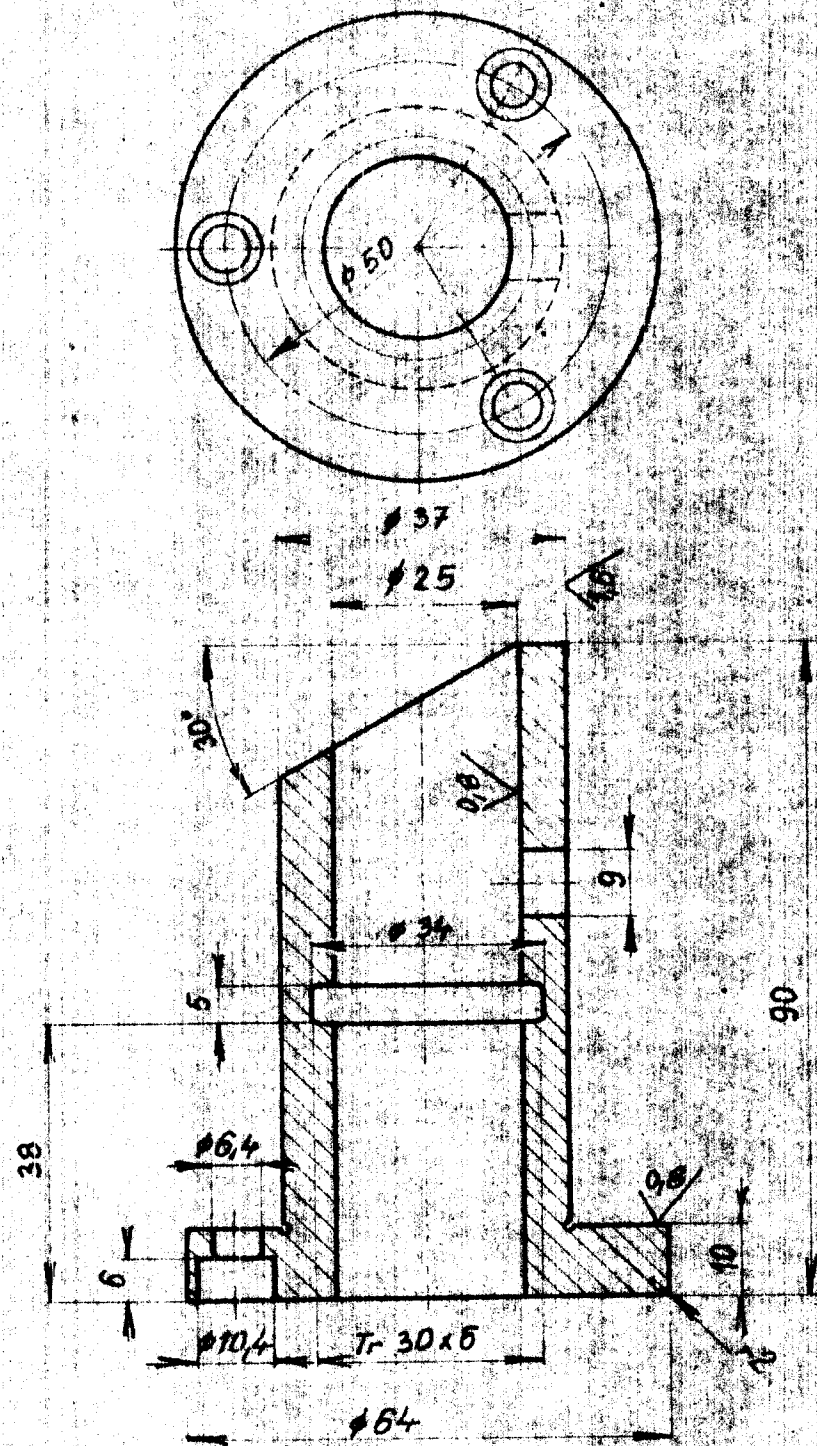
DP-ST-277/64-6

0,5 / 1,6 / 0,8

HR_c = 54 + 56

OSTRÉ HRANY 0,5/45°

SRAZIT



hp-zmee-?

14 220.3

15 DP-ST-277/64-1

Ø 70 x 95

J. Kunc

1:1

11. VII. 1964

POUZDRO

DP-ST-277/64-7