

Vysoká škola: strojní a textilní
v Liberci

Katedra: obráběcích strojů a metro-
logie

Fakulta: strojář

Školní rok: 1978/79

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro

S e h a r z o Ivana

obor

23-34-6 Výrobní stroje a zařízení

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:

Jednoúčelové zařízení pro vrtání čepů v bloku

motoru s n. n. L1/2 k motoru

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zhodnocení staré technologie..
- 2) Navržení nového způsobu opracování.
- 3) Stanovení režimních podmínek.
- 4) Navrh jednoúčelového zařízení.
- 5) Ekonomické hodnocení.

Právo se řídit směrnicemi
pro státní zkoušky č. 31
JČT 6 614312 75
Liberec 1, 04.0.1978
Předseda
1978b.

V 10/11/78

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, OKO ŠKOLA 5
PSC 461 17

V Š S T L I B E R E C

Fakulta strojní

Ober 23 - 34 - 8

Výrobní stroje a zařízení

zaměření

konstrukce obráběcích strojů

Katedra obráběcích strojů a metrologie

Diplomová práce

Jednoučelové zařízení pro vrtání děr v bloku
motoru pro n.p. LIAZ Rýnovice

Jméno autora SCHWARZ Ivan

Vedoucí práce - ing. Oldřich Musil KOS

Konzultant - ing. Vladimír Gabriel KOS

Rozsah práce a příloh

Počet stran⁴⁴.....

Počet obrázků¹⁷.....

Počet výkresů⁹.....

Počet kusovníků⁷.....

MDT 621.95 : 621.43 - 222

Datum 25.5.1979.

Vysoká škola: strojní a textilní
v Liberci

Katedra: obráběcích strojů a metro-
logie

Fakulta: strojní

Školní rok: 1978/79

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro S c h w a r z e Ivana
obor 23-34-8 Výrobní stroje a zařízení

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: Jednouúčelové zařízení pro vrtání děr v bloku
motoru pro n.p. LIAZ Rynovice

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zhodnocení staré technologie.
- 2) Navržení nového způsobu opracování.
- 3) Stanovení rezných podmínek.
- 4) Návrh jednouúčelového zařízení.
- 5) Ekonomické hodnocení.

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky / č.j. 31
27/62-HH/2 ze dne 13. července
1962. Věstník MŠK č. 71, část 24 ze
dne 31. 8. 1962 § 19 zák. č. 113/53 Sb.

V 105/1979 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUD. NÍSKA 5
PSČ 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: 5 - 10 výkresů

Rozsah průvodní zprávy: 30-40 stran

Seznam odborné literatury:

Píšč: Obráběcí stroje

Svěrák: Stavebnicové obráb.stroje

Cerha: Hydraulické mechanismy v oboru výrobních strojů.

Normativy řezných podmínek.

Schmidt: Příručka řezných nástrojů.

Vedoucí diplomové práce: Ing.Oldřich Musil

Konsultanti: Ing.Vladimír Gabriel.

Datum zahájení diplomové práce: 9.10.1978

Datum odevzdání diplomové práce: 25.5.1979

L. S.


Doc. Ing. Vojtěch Dráb, CSc

Vedoucí katedry

Doc. RMDr. Bohuslav Stříž, CSc

Děkan

V Liberci

dne

3. 10.

1978

Anotace

Jméno IVAN SCHWARZ

MDT 621.95 : 621.43 - 222

Název diplomové práce

Jednoúčelové zařízení pro vrtání děr v bloku motoru

pro n.p. LIAZ Rýnovice

VŠST LIBEREC

Fakulta strojní, katedra obráběcích strojů a metrologie

Datum 25.5.1979

Diplomová práce 166/79

Počet stran ...⁴⁴.....

Počet obrázků ...¹⁷.....

Počet výkresů ...⁹.....

Počet kusovníků ...⁷.....

OBSAH PRÁCE

Návrh jednoúčelového zařízení pro vrtání otvorů pro průchod oleje v bloku váleč. Je řešen problém praskání bloků v místě těchto otvorů a je navrženo zařízení, řešící odstranění těchto poruch.

"Histopřírodně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně a použitím uvedené literatury"

V Liberci dne 25.5.1979

Ivan Schwarzer
.....
vlastnoruční podpis

OBSAH

- 1.0.0. Úvod
- 2.0.0. Popis staré technologie výroby otvorů
- 3.0.0. Rozbor možných příčin vzniku trhlin
- 3.1.0. Bránění smrštivosti
- 3.2.0. Vliv teplotního gradientu a nestejně tloušťky stěn
- 3.3.0. Mechanické a tepelné namáhání
- 3.4.0. Možnosti snížení napětí v odlitcích
- 3.5.0. Návrh nové technologie výroby otvorů
- 4.0.0. Volba vhodného způsobu vrtání
- 4.1.0. Nástroje s vyjížděním a řezu
- 4.1.1. Šroubovitý vrták
- 4.1.2. Šnekový vrták
- 4.1.3. Kopinatý vrták
- 4.2.0. Nástroje s nepřerušovaným pracovním pohybem
- 4.2.1. Nástroje s vnějším odvodem třísek
- 4.2.1.1. Dělový vrták
- 4.2.1.2. Korunová vrtací hlava
- 4.2.2. Nástroje s vnitřním odvodem třísek
- 4.2.2.1. Vrtací hlava do plna
- 4.2.2.2. Vrtací hlava na jádro
- 4.2.2.3. Vyvrtávací hlava
- 4.3.0. Určení konkrétního způsobu vrtání
- 5.0.0. Stanovení řezných podmínek
- 5.1.0. Možnosti volby řezných podmínek
- 5.1.1. Stanovení řezných podmínek tabulkovým způsobem
- 5.1.2. Stanovení řezných podmínek analyticky
- 5.1.3. Stanovení řezných podmínek pomocí kalkulačů
- řezných podmínek
- 5.1.4. Stanovení řezných podmínek pomocí normativů
- 5.2.0. Konečná volba řezných podmínek
- 6.0.0. Návrh koncepce stroje
- 6.1.0. Popis pracovního cyklu stroje

- 6.2.0. Návrh stojanu
- 6.3.0. Návrh posuvové jednotky
- 6.4.0. Návrh vrtací jednotky
- 6.4.1. Výpočet řemenového převodu
- 6.4.2. Kontrola ložisek
- 6.4.3. Kontrola šroubů
- 6.5.0. Návrh podávacího mechanismu
- 6.6.0. Návrh upínače
- 6.6.1. Rozbor sil pro upínání
- 6.6.2. Popis upínače
- 7.0.0. Ekonomické zhodnocení
- 7.1.0. Výsledky ekonomického zhodnocení
- 8.0.0. Závěr

1.0.0. ÚVOD

Národní podnik LIAZ Rýnovice je jedním z největších výrobců naftových vznětových motorů v ČSSR. Tyto motory se montují do nákladních automobilů, tahačů návesů, zemědělských tahačů zn. LIAZ, do autobusů, dále je používají ve svých výrobcích i mnohé jiné podniky jako napříkl. n.p. Uničovské strojírny Uničov, n.p. SSAZ Nové Páke, Stavební stroje Nové Město n.M. do stavebních a silničních strojů a pod.

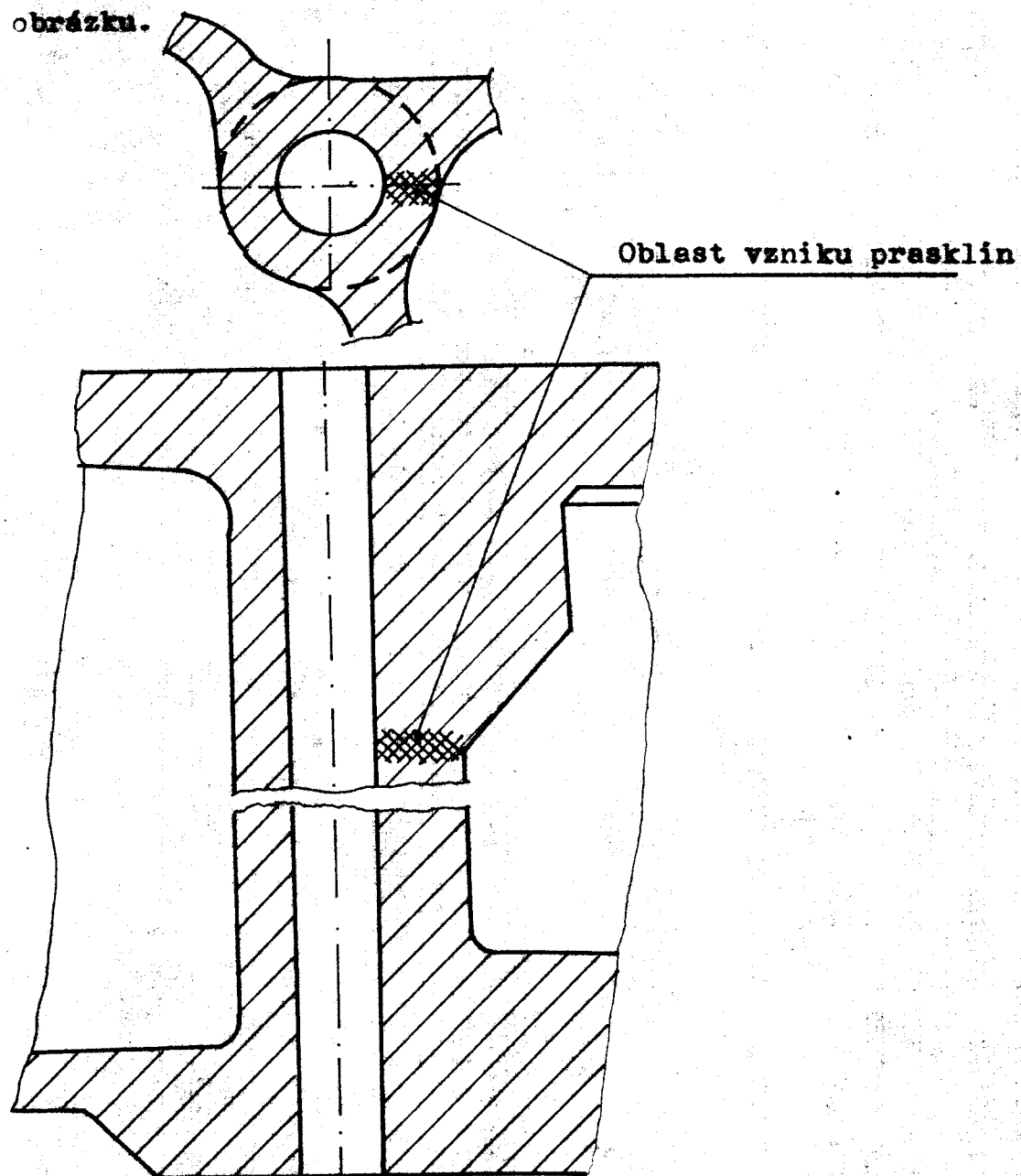
Při provozu těchto motorů občas dochází k poruchám, jejichž příčinou je vznik prasklin v okolí otvorů pro průchod oleje v bloku válců. Konstruktivní řešení odstranění příčin této závady by si vyžádalo vysokých nákladů, především spojených se změnou tvaru odlitku. Tato skutečnost si vyžádala nutnost hledání jiné cesty k odstranění této závady s nižšími finančními náklady. To je také náplní této diplomové práce. Jsou zde rozebrány možné příčiny vzniku prasklin, popsány cesty k jejich odstranění a navrženo konkrétní řešení tohoto problému, které spočívá na opracování stávajících odlitků navrženým jed nouúčelovým obráběcím strojem.

2.0.0. POPIS STÁŘE TECHNOLOGIE VÝROBY OTVORŮ

Otvory o průměru 14 mm a délce 260 mm v bloku válců se vyrábějí přímo ve slévárně odléváním tak, že se do formy vkládají jádra. Kvalita těchto otvorů byla pro daný účel vyhovující, a proto nebyly již dále opracovávány. Výroba jader pro otvory je velmi obtížná. Jádra mají velkou délku při značné štíhlosti, takže dochází k jejich borení při manipulaci a vkládání do lících forem. Důležitá je i jakost formovacího materiálu, zejména jsou vysoké nároky na homogenitu materiálu jader.

3.0.0 ROZBOR MOŽNÝCH PŘÍČIN VZNIKU TRHLIN

Za provozu dojde ke vzniku trhlin v oblasti patrné z obrázku.



Obr. 1.

Příčin může být několik:

3.1.0 Bránění sárstivosti

3.2.0 Vliv teplotního gradientu a nesteržné tloušťky stěn.

3.3.0 Mechanické a tepelné namáhání.

3.1.0. BRÁNĚNÍ SMRŠTIVOSTI

Tento jev vzniká, působí-li odpor formy /jádra/ proti smršťování odlitku. To má za následek vznik napětí. Vzniklé napětí nazýváme smršťovací. Zákonitostí pro vznik smršťovacího napětí nelze vyjádřit obecně, protože závisí hlavně na tvaru odlitku a dále na pevnosti nebo rozpadavosti formy a jader, tedy na vlastnostech formovacích a jádrových směsí. Zpravidla však vede odpor formy a jader proti smršťování jen k deformaci odlitku, projevující se tím, že výsledné celkové smrštění odlitku je menší, než se očekávalo výpočtem se známých součinitelů tepelné roztažnosti litého kovu. Proto odlitky skříňových tvarů s velkými jádry se smršťují obvykle méně, než jednoduché odlitky hranolů.

3.2.0. VLIV TEPLOTNÍHO GRADIENTU A NESTEJNÉ SÍLY STĚN

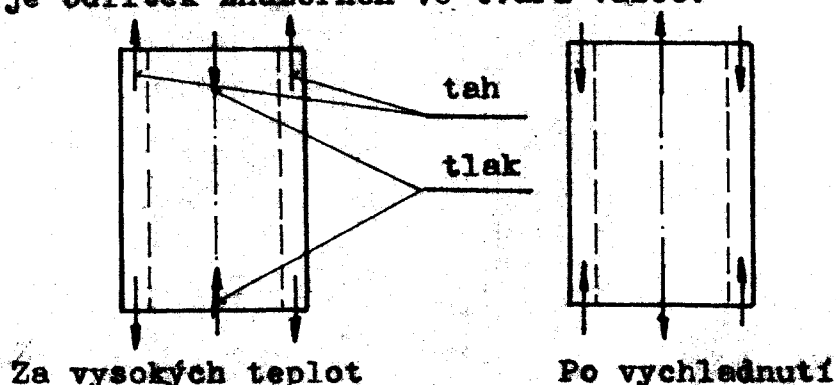
Protože odlitek má nestejně silné stěny, vzniká napětí po vychladnutí vlivem nestejného ochlazování a smršťování za vyšších teplot.

Povrch odlitku se ochlazuje rychleji, než okolí tepelné osy. Rozdíl teplot mezi povrchem a středem odlitku je dán příčným teplotním gradientem. Okolí tepelné osy se i v tuhém stavu ochlazuje a smršťuje ~~určitým~~ zpěděním větší povrchu odlitku.

Povrch odlitku můžeme považovat za rychleji chladnoucí část - tenkou stěnu. Vnitřek za pomaleji chladnoucí část - silnou stěnu. Je zřejmé, že ve stěně o síle s mohou nastat mezi povrchem a teplotou t_p a vnitřkem stěny s teplotou t_v tyto jevy:

Nerovnoměrná krystalizace, rozdílné vylučování nové fáze na povrchu a uvnitř odlitku, deformace teplejšího kovu v oblasti tepelné osy za vyšších teplot a posléze po úplném vychladnutí vznik napětí mezi povrchem a vnitřkem stěny.

Toto napětí vzniká v příčném i podélném směru. V podélném směru vzniká v chladnější smršťující se povrchové vrstvě napětí v tahu. Vnitřek odlitku, který brání smršťování povrchové vrstvy, bude namáhán na tlak. Za vysokých teplot se toto napětí vyrovná částečně, nebo úplně plastickou deformací. Při dalším chladnutí se pak smršťuje vnitřek odlitku více. Toto větší smrštění středu odlitku podél jeho osy způsobí výsledné napětí opačného smyslu. Povrch bude namáhán na tlak smršťujícím se vnitřkem odlitku. V tomto vnitřku pak bude napětí v tahu ve směru osy odlitku. Celý průběh vzniku napětí nakreslen v obrázku, kde pro názornost je odlitek znázorněn ve tvaru válce.



Obr. 2.

Vznik napětí v radiálním směru.

Povrch válce se smršťuje radiálně k ose odlitku. Vnitřek je tímto smršťováním radiálně stlačován, povrch je namáhán na tlak ve směru tangenciálním. Z vysokých teplot a z toho vyplývající malé pevnosti v tahu lze předpokládat, že se deformuje /roztáhne/ povrchová vrstva, protože vnitřek odlitku je prakticky nestlačitelný. Při dalším ochlazování až do úplného vychladnutí odlitku se smrští chladnější povrchová vrstva méně, teplejší vnitřek pak více.

Smršťování v povrchové vrstvě podle lit. /1/

$$\varepsilon_{fp} = \alpha(t_p - t_0)$$

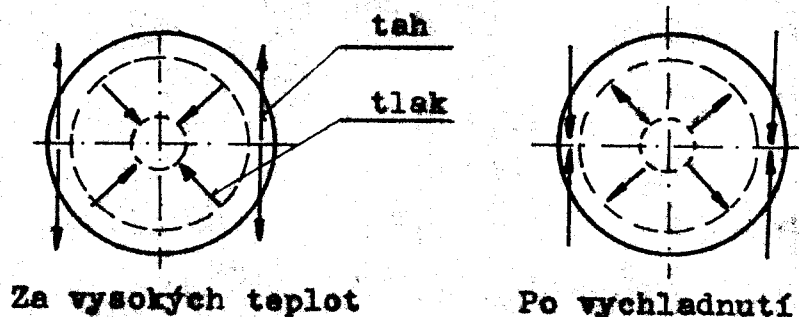
smršťování uvnitř odlitku:

$$\varepsilon_{fv} = \alpha(t_v - t_0)$$

protože při chlazení $t_v > t_p$ bude $\varepsilon_v > \varepsilon_p$
 Mezi povrchem a vnitřkem odlitku nastane radiální
 napětí v tahu

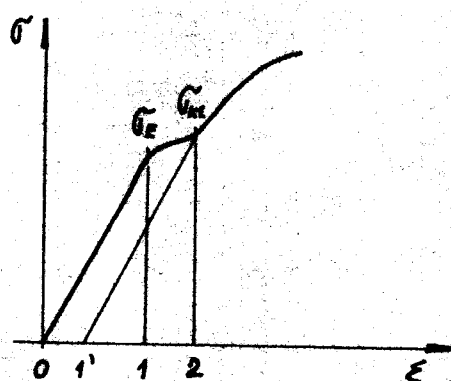
$$\sigma = \varepsilon E$$

Vznik radiálního napětí je vidět z obrázku



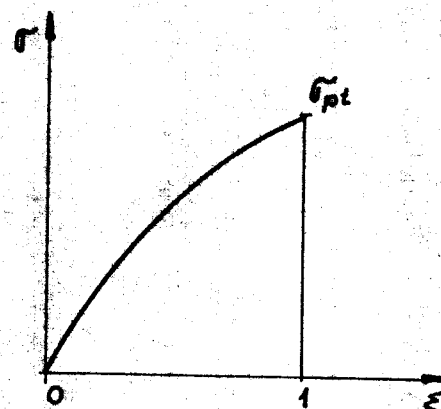
Obr. 3.

Jsou-li silné a tenké části odlitku uspořádány symetricky k jeho ose, nijak se napětí navenek neprojeví, zůstává v odlitku utajeno. Jestliže napětí překročí mez pružnosti materiálu odlitku, nastane v namáhané části trvalá deformace. Ani tato deformace nebývá na odlitku patrná. Jestliže však napětí překročí mez pevnosti materiálu, vzniká porušení odlitku - prasklina. Materiál odlitku se při tom chová podle zákonitostí, jež známe ze zkoušení materiálu na tah.



Houževnaté materiály

Obr. 4.



Křehké materiály

Obr. 5.

Na obr. č. 4 je závislost napětí na měrném prodlou-

žení. Při prodloužení / pružné deformaci / se zvětšuje napětí přímoúměrně od 0 až po mez pružnosti σ_r . Této meze se dosáhne při prodloužení odpovídající bodu 1. Zvětšuje-li se prodloužení dále, vzrůstá napětí pomaleji, až po mez kluzu σ_m . Toto napětí vzniklo v odlitku při prodloužení označeném bodem 2. Zruší-li se nyní namáhání odlitku, např. odstraněním zbytkového napětí, zmenší se prodloužení, ale nikoliv až na výchozí rozměr 0, nýbrž do bodu 1'. Prodloužení 0 - 1' zůstane v odlitku jako trvalá deformace. U materiálů s malou tažností nebo u materiálů křehkých /dle obr. č. 3./ je mez kluzu prakticky shodná s mezí pevnosti. Vznikne-li zbytkové napětí v odlitku z takového materiálu a zvětšuje-li se na tuto mez - odlitek se poruší. Prasklina je rovné nebo nepravidelné roztržení stěny odlitku, vzniklé při nízkých teplotách. Povrch praskliny je zpravidla zrnitý, čistý, jen zřídka kdy barveně naběhlý.

Prasknutím odlitku se zrušila jeho pružná deformace. Šířka praskliny ukazuje velikost deformace všech částí odlitku, které se zúčastnily vzniku napětí. Rezevření praskliny je charakteristickou známkou toho, že v odlitku bylo zbytkové napětí. Tím se liší praskliny vzniklé zbytkovým napětím v odlitku od prasklin vzniklých jiným způsobem na příkl. rázem.

3.3.0. MECHANICKÉ A TEPELNÉ NAMÁHÁNÍ

V provozu motoru je oblast otvoru silně tepelně namáhána, při tom teplota materiálu není ve všech místech stejná. To má za následek nestejně prodloužení materiálu ve všech místech odlitku a z toho vyplývající vznik pnutí. Oblast otvoru je za provozu i značně namáhána mechanicky, především chvěním.

3.4.0. MOŽNOSTI SNÍŽENÍ NAPĚTÍ V ODLITCÍCH

Má-li se snížit zbytkové napětí v odlitku, můžeme postupovat dvěma způsoby:

- a/ Upravit konstrukci odlitku a technologické podmínky při odlévání tak, aby napětí v odlitku buď nevzniklo, nebo vzniklo jen nepatrné.
- b/ Napětí, které zůstává v hotovém odlitku po jeho vychladnutí dodatečně vhodným způsobem zmenšit.

3.5.0. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE VÝROBY OTVORU

Každé ze tří druhů napětí může v našem případě vést ke vzniku trhliny, zvláště působí-li dvě, nebo všechny tři současně a dojde k jejich sečtení.

Při změně technologie - otvor se nebude odlévat, využíváme oba způsoby odstranění pnutí. Jde jak o zásah do konstrukce odlitku, tak i odstranění pnutí dodatečně po vychladnutí. Při konstrukční změně žádné z napětí nevymizí. Dojde pouze k jejich rozložení po celém oběmu materiálu v prostoru otvoru. Většina nehomogenit se hromadí v prostoru osy otvoru. S těmito nehomogenitami je spojen i vznik největších napětí. A právě odebráním tohoto oběmu materiálu, dojde k uvolnění a snížení všech napětí oproti předcházejícímu způsobu, kdy byly otvory předlévány. To je hlavní důvod, pro který je volena operace vrtání, která by měla vést k odstranění výskytu prasklin, nebo alespoň k podstatnému snížení jejich počtu.

4.0.0. VOLEBA VHODNÉHO ZPŮSOBU VRTÁNÍ

Je nutno vrtat otvor o průměru 14 mm délky 260 mm.

Poměr L/d je 18,6. Protože $L/d > 5$, jedná se o vrtání hlubokého otvoru. Hluboké otvory, t.j. otvory jejichž délka je větší než pětinašobek průměru se mohou vyskytovat jak v hřídelích, válcích, rotorech, tak i v ojnících, tělesech čerpadel, bloecích motorů a válečné technice.

Vzhledem k obtížnému chlazení nástroje a odvodu třísek z místa řezu, není možno použít při výrobě těchto otvorů technologie obvyklé při výrobě kratších otvorů. K tomu, aby bylo možno odstraňovat průběžně třísky z otvoru, je třeba nástrojem často vyjíždět, nebo použít oběhového systému řezné kapaliny, který by zaručil bezpečné odplavování třísek a chlazení nástroje, který je velmi tepelně namáhán. Jestliže prvního způsobu odstraňování třísek se dnes převážně používá pouze při vrtání malých otvorů šroubovitým vrtákem vrtacími jednotkami s automatickým vratným pohybem, pro vrtání otvorů větších průměrů bylo postupem doby vyvinuto několik úspěšných metod, které plně zabezpečují odvod třísek a chlazení nástroje.

Nástroje pro vrtání hlubokých otvorů

Nástroje s nepřerušovaným pracovním pohybem

Nástroje s vnějším odvodem třísek

- dělový vrták

- korunový vrták

Nástroje s vnitřním odvodem třísek

- vrtací hlava do plně

- vrtací hlava na jádro

- vyvrtávací hlava

Nástroje s kombinovaným odvodem třísek

- vrták "coromant"

- vrták "Roboti"

Nástroje s vyjžděním z řezu

- šroubový vrták

- šnekový vrták

- kopinatý vrták

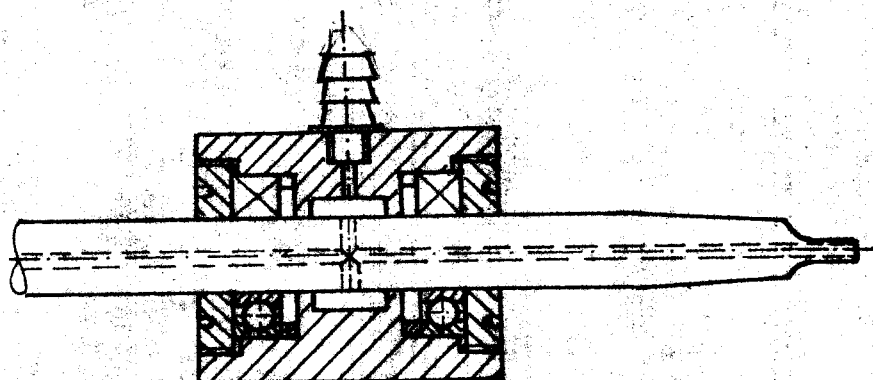
- trubkový vrták

4.1.0. NÁSTROJE S VYJÍŽDĚNÍM Z REZU

4.1.1. ŠROUBOVITÝ VRTÁK

Vrtání šroubovitým vrtákem na rozdíl od soustružení patří mezi vícebřité obrábění. Při vrtání odřezávájí současně dva břity dvě třísky. Proces vrtání je určen rotačním hlavním pohybem a přímočarým vedlejším posuvným pohybem. Ke zhotovování hlubokých otvorů je šroubovitý vrták méně vhodný, neboť odvádění třísek a chlazení břitu je obtížné. Proto je nutné z otvoru často vyjíždět, což ztěžuje konstrukci celého vrtacího zařízení a snižuje jeho technicko-ekonomickou účinnost.

Pro lepší chlazení nástroje a odvádění třísek se používá úprava šroubovitého vrtáku. Chladicí kapalina je přiváděna k ostří měděnými trubičkami, které jsou připájeny v drážkách vrtáku, nebo otvory vytvořenými v těle vrtáku. Přívod kapaliny ke stopce se děje speciální otečnou objímkou.

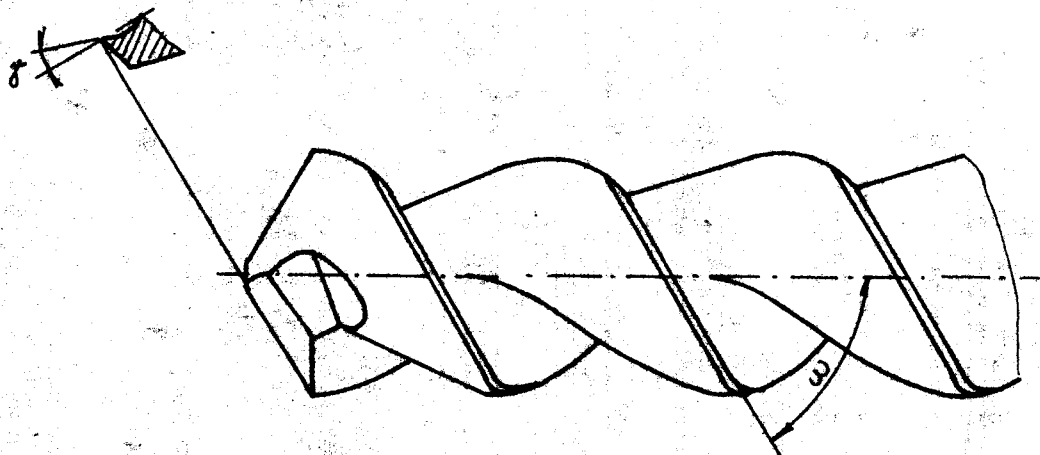


Obr. 6.

Dalším zlepšením účinnosti šroubovitých vrtáků je možnost odstupňovaného vrtání na několika stanicích s postupným zmenšováním vrtaného průměru. Tohoto způsobu se užívá k vrtání nasacích otvorů v klikových hřídelích. Výhodou je kratší čas operace než

při vrtání s vyprazdňováním, lepší chlazení a větší životnost vrtáku.

4.1.2. ŠNEKOVÝ VRTÁK

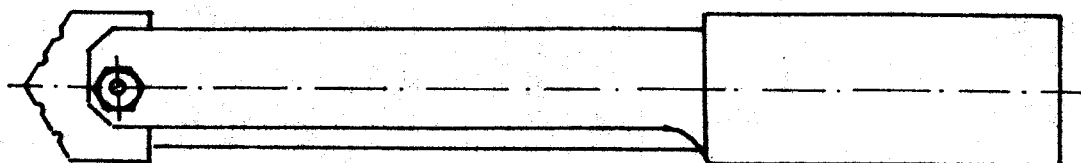


Obr. 7.

Je to možnost vyzkoušená v SSSR pro rozměry otvorů $L/d = 14$. Tato konstrukce má některé zvláštnosti.

- a/ Velký úhel sklonu šroubových drážek $\omega = 60^\circ$, zajišťující výhodné podmínky pro odvod třísek.
- b/ Trojúhelníkový profil drážek pro třísky, lehce vyrobitelný úhlovou frézou.
- c/ Nezávislost řezné části na úhlu sklonu šroubové drážky, což umožňuje použít optimálních úhlů pro různé obráběné materiály.
- d/ Rovinnou plochu hřbetu i tvarovou plochu čela se žlábkem pro lámání třísek.

4.1.3. KOPINATÝ VRTÁK



Obr. 8.

Je vhodný pro vrtání v rozsahu průměrů od 25 do 150 mm. Tyto nástroje mají vyměnitelnou břitovou destičku, zasazenou do válcovité vrtací tyče potřebné délky. Oproti šroubovitým vrtákům mají větší tuhost a podstatně nižší cenu. K zlepšení odvodu třísek z místa řezu je vrtací tyč provrtána a řezná kapalina je přiváděna až k místu řezu.

4.2.0. NÁSTROJE S NEPŘERUŠOVANÝM PRACOVNÍM POHYBEM

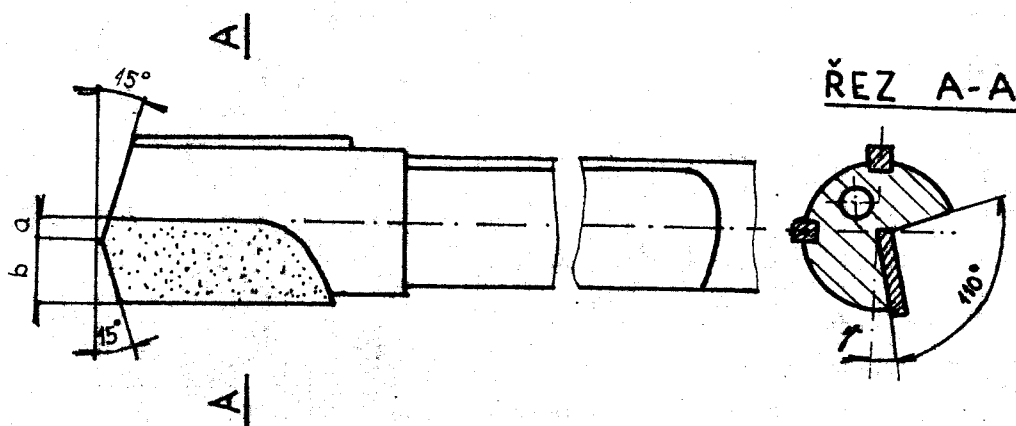
4.2.1. NÁSTROJE S VNĚJŠÍM ODVODEM TRÍSEK

4.2.1.1. DĚLOVÝ VRTÁK

Dělový vrták je nejstarší a nejjednodušší druh nástroje pro vrtání hlubokých otvorů. U tohoto nástroje je kapalina přiváděna pod tlakem otvorem v těle vrtáku a odchází spolu s třískami drážkou tvaru "V", vytvořenou v těle nástroje. Řezná část těchto nástrojů může být z rychlořezné oceli, ale většinou bývá ze slinutých karbidů.

Předností těchto nástrojů proti šroubovitému vrtáku je větší produktivita práce a přesnost otvorů. K nevýhodám patří ta skutečnost, že použití těchto nástrojů

předpokládá instalaci tlakového okruhu řezné kapaliny na vrtacím stroji. Ve srovnání s jinými speciálními nástroji pro vrtání hlubokých otvorů existuje u dělového vrtáku určitá omezenost volby řezných podmínek daná nízkou tuhostí profilevé stopky nástroje.



Obr. 9.

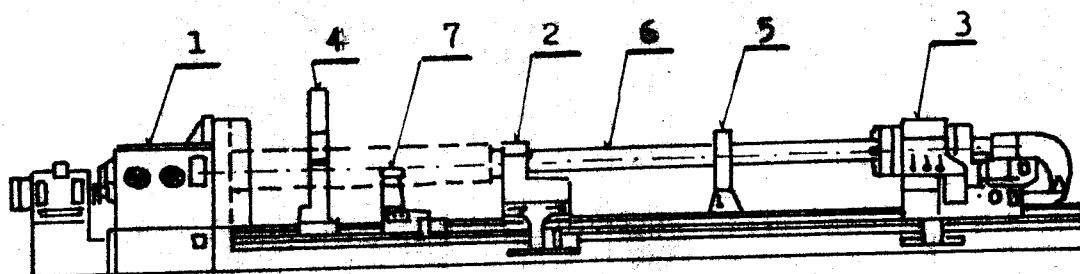
4.2.1.2. KORUNOVÁ VRTACÍ HLAVA

Pro vrtání větších průměrů otvorů v rozsahu 25 ÷ 500 mm se používá trepanačních korunových hlav s řeznými plátky ze sliutých karbidů, nebo rychlořezné oceli. Rychlořezná ocel nachází uplatnění u nástrojů větších průměrů, kde se doposud použití sliutého karbidu neosvědčilo. Protože nástroj není schopen se zavrtat sám a musí být veden, používá se pro tyto nástroje navrtávacích pouzder, nebo speciálních vodících čoček.

4.2.2. NÁSTROJE S VNITŘNÍM ODTOKEM TŘÍSEK

U tohoto způsobu vrtání je řezná kapalina přiváděna pod tlakem k ostří vnějším nástroje, prostorem mezi vrtací tyčí a stěnou otvoru. Z místa řezu odchází pak spolu s třískami vnitřním nástroje a vrtací tyče do nádoby na třísky, kde se odděluje od třísek a stéká do sběrné nádoby.

Celkové uspořádání vrtacího stroje, pracujícího touto metodou je znázorněno na obrázku.



Obr. 10.

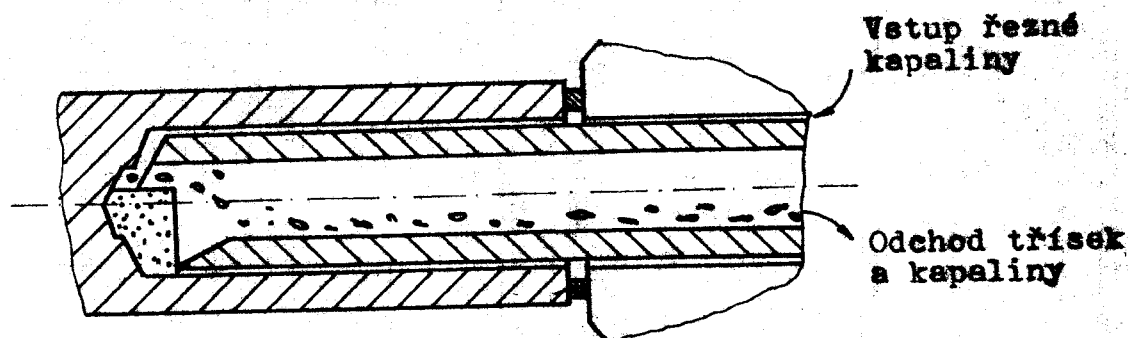
Při tomto uspořádání je vrtací tyč 6 upnuta ve vrtacím suportu 3 a prochází jedním nebo několika opěrnými ložisky 5 do tlakové komory 2, která je vosaďní částí opatřena také vrtacím pouzdrem. Pro zavedení nástroje do obrobku, je nutno předvrtat otvor nejméně do hloubky rovnající se délce vodících plátek nástroje, nebo je nutno přední část tlakové komory opatřit navrtávacím pouzdrem. Touto metodou označovanou také někdy jako metoda BTA /Boring and Trepaning Association/ je možno vrtat třemi druhy nástrojů:

4.2.2.1. VRTACÍ HLAVA DO PLNA

4.2.2.2. VRTACÍ HLAVA NA JÁDRO

4.2.2.3. VYVRTÁVACÍ HLAVA - pro rozšiřování dříve zhotoveného otvoru.

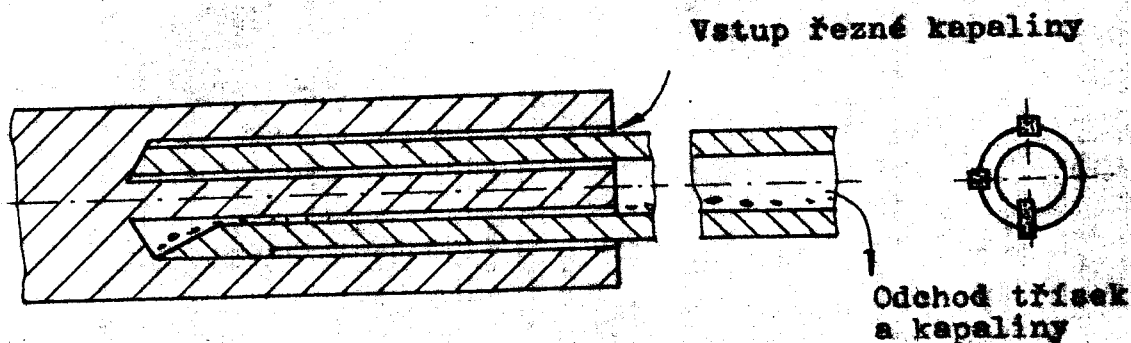
Při vrtání je možno použít takového uspořádání vrtacího stroje, při kterém se nástroj otáčí a posouvá, zatím co obrobek je pevně upnut, nebo uspořádání při kterém se otáčí obrobek a nástroj koná pouze posuvný pohyb, případně je možno použít rotujícího nástroje i obrobku.

4.2.2.1. VRTACÍ HLAVA DO PLNA

Obr. 11.

Malé vrtací hlavy do $\varnothing 20$ mm jsou pevně spojeny s vrtací tyčí, u větších průměrů je vrtací hlava našroubována na dutou tyč několikachodým plochým závitem s velkým stoupáním, aby byla zaručena dobrá rozebiratelnost. Řezné síly jsou zpravidla zachycovány dvěma vodítky. Špička řezného plátku je umístěna mimo osu nástroje, takže je na tomto kritickém místě ostří docilováno určité řezné rychlosti.

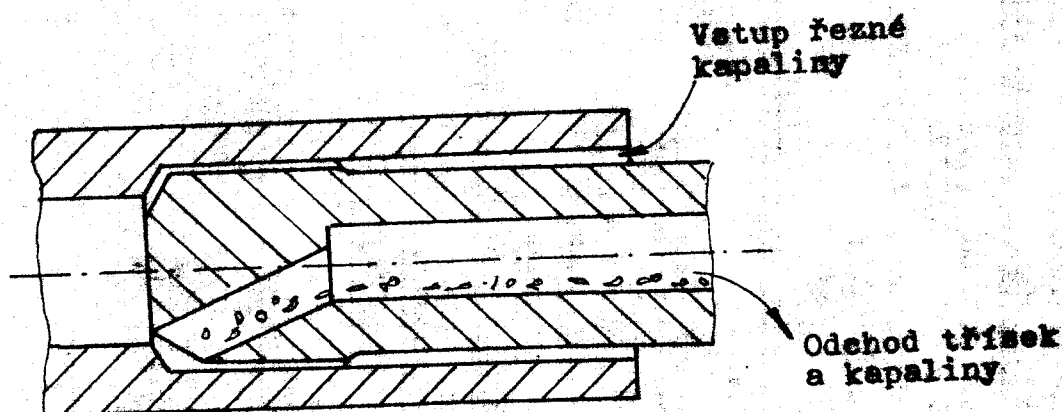
Pro zavedení vrtací hlavy je třeba použít vrtacího pouzdra, nebo předvrtat otvor v obrobku nejméně na délku vodítek vrtací hlavy.

4.2.2.2. VRTACÍ HLAVA NA JÁDRO

Obr. 12.

Vrtací hlava na jádro odebírá prstenec materiálu široký 20 - 30 mm, takže uprostřed otvoru zůstává celistvé jádro. U průběžných otvorů může být jádro po skončení práce vytaženo, zatím co u neprůchozích otvorů musí být upícháno speciálním nástrojem, nebo utrženo. Pro utržení jader menšího průměru se používá tak. zv. "trhacích hlav". Tato hlava se našroubuje na vrtací tyč místo vrtací hlavy a najede s ní až na dno otvoru. Tím dojde k odtlačení jádra ze středu a posléze otočením obrobku nebo vrtací tyče k jeho namýknutí.

4.2.2.3. VYVRTÁVACÍ HLAVA



Obr. 13.

Vyvrtávací hlavu je možno použít jako nástroje pro rozšiřování otvorů předvrtaných vrtací hlavou do plna nebo na jádro, se případně jako dokončovací nástroj u obzvláště kvalitních otvorů. Vyvrtávací hlava je opatřena jedním stavitelným nožem. Analogicky jako oba ~~typy~~ předchozích nástrojů, je vyvrtávací hlava opatřena spravidla dvěma vodičky ze slinutého karbidu. Protože vyvrtávací hlava odebírá většinou malý průřez třísky, nestačí řezné síly k dostatečnému přitlačení hlavy na vodička a vyvrtávací hlava má sklon k vibracím.

4.3.0. URČENÍ KONKRETNÍHO ZPŮSOBU VRTÁNÍ

Po veškerých úpravách, které jsou zřejmé z konstrukčního řešení vrtacích nástrojů zůstává vrtání hlubokých děr šroubovitým vrtákem nejméně přesné, avšak na druhé straně velmi levné.

Běžných jednobřitých vrtáků s vnějším odváděním třísek se dnes používá v malosériové a kusové výrobě. Ve výrobě hromadné a sériové je častěji nahražován tento typ vrtáku vrtacími hlavami s vnitřním odváděním třísek.

Velkou výhodou jednobřitých nástrojů s vnitřním odváděním třísek je, že třísky nepoškozují vrtaný otvor a břit nástroje. Další výhodou je možnost velby velkých posuvů v důsledku trubkové stopky, proti profilové stopce dělového vrtáku a delší životnost nástrojů.

U otvorů o průměru 14 mm a délce 260 mm, které je třeba v bloku válců vrtat není vyžadován kvalitní povrch, ani nejsou vysoké požadavky na toleranci otvorů, protože slouží pouze k průtoku oleje. Jednobřítými nástroji lze dosáhnout velmi jakostního opracování povrchu otvoru, ovšem při podstatně delších časech na operaci. Proto se ekonomicky i technologicky nejvýhodnější jeví použití šroubovitých vrtáků. Nevyžadují speciální konstrukci stroje i čas na operaci je daleko kratší než při použití jednobřitého nástroje. Největším problémem u tohoto způsobu je odstraňování třísek. Proto se používá vrtacích jednotek s vyprazdňováním. S vrtákem je nutno často vyjíždět, což značně prodlužuje čas celé operace. Proto bylo zvoleno nekonvenční uspořádání obráběcího stroje s vrtací jednotkou, vrtající ze spodu. Toto uspořádání umožňuje plynulý odchod třísek působením gravitační síly a odstraňuje použití speciálních posuvových jednotek pro vyjíždění z řezu a navíc podstatně zvětšuje produktivitu celého zařízení.

Další zvýšení produktivity by bylo možné použitím vrtáků s destičkami ze slinutých karbidů. To by však vyžadovalo zvýšit otáčky včetně a výkon celé vrtací jednotky.

Také by byly vyšší nároky na tuhost celého zařízení. Při daném rozsahu výroby, t.j. 20.000 - 25.000 kusů ročně plně vyhovují vrtáky z rychlořezných ocelí.

5.0.0 STANOVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK

Vrtání hlubokých děr je velmi náročnou vrtáckou operací, kde zejména nástroj je značně namáhán vlivem špatného odchodu třísek a zhoršeného chlazení ostří zejména u ocelí. Namáhání vzniká i vlivem značné délkový nástroje při velké štihllosti a není jej proto možno a hlediska tuhosti dostatečně dimenzovat.

5.1.0. MOŽNOSTI VOLBY ŘEZNÝCH PODMÍNEK

5.1.1. STANOVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK TABULKOVÝM ZPŮSOBEM

5.1.2. ANALYTICKY

5.1.3. POMOCÍ KALKULÁTORŮ ŘEZNÝCH PODMÍNEK

5.1.4. POMOCÍ NORMATIVŮ ŘEZNÝCH PODMÍNEK

5.1.1. STANOVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK TABULKOVÝM ZPŮSOBEM

Tento způsob se používá v dílenské praxi nejčastěji. Obsahuje různé směrnice pro volbu jednotlivých řezných podmínek zpracované tabulkovým způsobem, v některých případech kombinované s nomografickým vyjádřením zákonitostí. Hodnoty v tabulkách byly určeny buď empiricky, na základě zkušeností a prakticky ověřeny, nebo analyticky. Hlavní náplní tabulek řezných podmínek je tabulkové zpracování kombinací hodnot hloubky řezu, posuvu a hospodárné řezné rychlosti.

5.1.2. STANOVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK ANALYTICKY

Analytické určování řezných poměrů je oproti tabulkovému způsobu zdlouhavější, je však přesnější, neboť

umožňují brát v úvahu zákonitosti řezného procesu pro konkrétní podmínky práce.

Analytická metoda je vhodná pro stanovení řezných podmínek v sériové a hromadné výrobě, při čemž podle objemu výroby se volí i přiměřený stupeň vědeckého zjištění příslušných zákonitostí.

Maximální přípustný posuv závisí na pevnosti vrtáku, posuvového mechanismu, výkonu stroje a tuhosti technologické soustavy stroj - nástroj - obrobek. Pak maximální posuv podle lit. /2/:

$$s_{\text{dov}} = c_s \cdot d^{x_s} \cdot k_t \quad [\text{mm./ot}]$$

$$s_{\text{dov}} = 0,075 \cdot 14^{0,6} \cdot (1 \div 0,5) = 0,365 \div 0,182 [\text{mm. /ot}]$$

k_t koeficient vyjádřující hloubku otvoru

Pro výpočet řezné rychlosti platí vzorec:

$$v = \frac{c_v \cdot d^{x_v}}{T^{\frac{1}{T_n}} \cdot s_{\text{dov}}^{y_v}}$$

$$v = \frac{10,5 \cdot 14}{50 \cdot (0,365 \div 0,182)} = (31,79 \div 21,68) [\text{m. /min.}]$$

d průměr otvoru / 14 mm /

T trvanlivost ostří / 50 min. /

s posuv

pro posuv $s \leq 0,3$ je $c_v = 10,5$, $x_v = 0,25$;

$$y_v = 0,55 ; \frac{1}{T_n} = 0,125$$

5.1.3. VOĽBA ŘEZNÝCH POMĚRŮ POMOCÍ KALKULÁTORŮ

U nás se používá kalkulátor čs. konstrukce typu K 1. Kalkulátor řeší 4 základní rovnice pro hospodárnou řeznou rychlost, užitečný výkon, otáčky a strojový čas na 100 mm délky soustružení. Řešení rovnic spočívá v tom, že logaritmy hodnot jednotlivých parametrů jsou

představovány nastavitelnými odpory zapojenými do odporového můstku. Při optimálních řezných podmínkách je můstek vyvážen. Velkou nevýhodou kalkulatoru je, že příslušné rovnice řeší s konstantně nastavenými hodnotami exponentů.

5.1.4. VOLEBA ŘEZNÝCH PODMÍNEK PODLE NORMATIVŮ

Pro vrtání platí normativy řezných podmínek:

VRTÁNÍ - ČSN - 10 - 20 - I/I a I/II.

Řezné podmínky jsou vypracovány pro normalizované nástroje a geometrii břitu podle ČSN.

S ohledem na životnost nástrojů, jakost a přesnost prováděné práce se doporučuje, aby nástroje byly ostřeny strojně a tím se předcházelo značným ztrátám na nástrojích. Při ostření vrtáků je nutné, aby hlavní břity byly stejně dlouhé a podbroušeny pod stejným úhlem, jinak dochází k vyosení vrtáku a k rozhazování. To je důležité právě při vrtání hlubokých děr, kde vyosení o malý úhel způsobuje velkou odchylku středu vrtáku na konci díry. Dochází i k velkému namáhání vrtáku. Délka hlavních břitů se kontroluje šablonou nebo lupou. Při vrtání se špatně naostrěný vrták pozná podle nestejně silné třísky, vycházející z drážek vrtáku při vrtání. Doporučuje se užívat vrtáku s kuželovou stopkou z důvodu tuhosti i lepšího středění.

Je nutno kontrolovat osové a obvodové házení v upnutém stavu na stroji.

Trvanlivost ostří nástrojů při vrtání byla počítána a ověřena zkouškami, a v některých případech byly zjištěny velmi rozdílné hodnoty, hlavně vlivem soustavy stroj - nástroj - obrobek. Vlivem různé obrobiteľnosti chlazení ostří a pod. V důsledku toho byly voleny průměrné hodnoty používané z hlediska hospodárnosti a to tak, že trvanlivost malých vrtáků je menší než trvanlivost velkých. Pro náš případ je trvanlivost $T = 50$ min.

Při volbě řezných podmínek vycházíme z obrobiteľnosti materiálu. Je to souhrn vlastností materiálu, které mají přímý vliv na volbu řezných podmínek a v důsledku toho určují vhodnost jednotlivých materiálů k obrábění. Zkouškami bylo zjištěno, že při vrtání různých druhů materiálů za naprosto shodných řezných podmínek t.j. stejné řezné rychlosti, posuvu, účinném chlazení, týmž nástrojem dochází k nesteranné trvanlivosti ostří a otupení nástroje. Z toho vyplývá, že k dosažení stejné trvanlivosti a otupení ostří nástroje je nutné zvolit u různých materiálů vhodnou řeznou rychlost, podle toho, zda materiál má lepší nebo horší obrobiteľnost. Obrobiteľnost jednotlivých druhů materiálů je závislá zejména na:- chemickém složení materiálu

- jeho mechanických vlastnostech
- způsobu tepelného zpracování
- způsobu mechanického zpracování

Obrobiteľnost materiálu je ovlivněna i způsobem obrábění.

Materiál ČSN 422420 má tyto mechanické vlastnosti:

pevnost $\sigma_{pt} = 190 \div 240$ [MPa]

tvrdost $170 \div 240$ [HB]

Obrobiteľnost určujeme podle tvrdosti $170 \div 200$ [HB] $\rightarrow$ 11a
 $200 \div 240$ [HB] $\rightarrow$ 10a

U bloku motoru je průměrná tvrdost 220 [HB] a tomu odpovídá obrobiteľnost 10 a.

Z toho vyplývají tyto řezné podmínky:

posuv $s \dots 0,22$ [mm./ot]

otáčky $n \dots 355$ [ot./min]

výkon $N \dots 0,5$ [kW]

trvanlivost ostří $T \dots 50$ min.

5.2.0. KONEČNÁ VOLBA ŘEZNÝCH PODMÍNEK

Z analytického výpočtu vyplývá, že možný rozsah posuvů je $0,182 \div 0,365$ [mm/ot] a rozsah rychlostí pro zvolenou trvanlivost $T = 50$ min. je $31,79 \div 21,68$ [m/min.]

Této rychlosti odpovídají otáčky $723 \div 492,9 \text{ ot/min}$
 Byly zvoleny hodnoty ležící přibližně uprostřed rozsahu spočteného, které odpovídají hodnotám z normativů řezných podmínek. Protože nebyly přesně dodrženy podmínky, na které jsou normativy počítány, jedná se o vrtání zespoda bylo by vhodné provést zkoušku k ověření získaných hodnot řezných podmínek.

6.0.0. NÁVRH KONCEPCE STROJE

Výroba $20.000 \div 25.000$ ks bloků ročně si vyžádala konstrukci jednoúčelového stroje jehož největší výhodou je snížení vedlejších časů.

Maximální možný čas na operaci v minutách je pro 300 pracovních dnů v roce, dvousměnný provoz a 80 % využití pracovní doby tento:

$$T_1 = \frac{300 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 60}{25.000} = 9,2 \text{ min.}$$

Čas operace T_2 je:

Čas pracovního posuvu pro délku vrtané díry $l_1 = 260 \text{ mm}$

$$t_p = \frac{l_1}{s \cdot n} = \frac{260}{0,22 \cdot 355} = 3,3 \text{ min.}$$

Čas potřebný pro njetí k otvoru a vyjetí z otvoru rychloposuvem pro celkovou délku pohybu navržené posuvové jednotky $l_0 = 360 \text{ mm}$

$$t_r = \frac{(l_0 - l_1) + l_1}{v_r} = \frac{(360 - 260) + 360}{6.000} = 0,1 \text{ min}$$

v_r = rychlost posuvu

Čas vedlejší potřebný k dopravení bloku válců do stroje, ustavení, upnutí a odepnutí je asi $t_v = 3 \text{ min.}$

Pak čas celé operace je

$$T_2 = t_p + t_r + t_v = 3,3 + 0,1 + 3 = 6,1 \text{ min.}$$

Protože $T_2 > T_1$, tj. maximální možný čas na operaci je větší než potřebný, navržený způsob vrtání vyhovuje. Jak je vidět, zařízení má ještě dostatečné rezervy a bylo by jím možné opracovávat až 37.000 bloků válečů ročně.

6.1.0. POPIS PRACOVNÍHO CYKLU STROJE

Celé zařízení pracuje ve zcela automatickém cyklu.

Činnost člověka se zde omezuje pouze na kontrolu práce stroje. Celý cyklus probíhá takto:

Ke stroji je po válečkové trati dopraven blok. Pomocí tyče opatřené západkami, ovládané přes kulisový mechanismus hydraulickým válcem je blok přemístěn do upínače. Zde se ustaví do přesné polohy a upne. Pak dojde k současnému vyvrtání všech tří otvorů. Během vrtání se podávací tyč přesune zpět do výchozí polohy. Po vyvrtání děr dojde k odepnutí bloku a pomocí podávací tyče se blok vysune z pracovního prostoru.

6.2.0. NÁVRH STOJANU

Na základové desce, svařené z válcovaného profilového materiálu je umístěn celý stojan. Základová deska slouží zároveň jako základ pro připojení konstrukce upínače a části válečkové trati.

Stojan se skládá ze dvou částí:

a/ stojan vodorovný SV 650 x 1000

b/ stojan svislý SS 650 x 1250

Oba jsou výrobkem n.p. TOS Kačim. Jsou to odlitky akřínového tvaru z materiálu ČSN 422421. Vnitřní prostor stojanu svislého je řešen s ohledem na umístění závaží

pro vyvážení pracovní jednotky.

Výrobce dodává stojany s opracováním ploch v jakosti 12,5 a přídatkem na dokončení.

6.3.0. NÁVRH POSUVOVÉ JEDNOTKY

V zařízení je užitá posuvová jednotka JPH 400, jejíž výrobce je n.p. TOS Kuřim. Je připevněna na oba stojany a částečně zasahuje i do základové desky. Má tyto vlastnosti:

Pracovní posuv plynule měnitelný $10 \div 250$ mm/min.

Rychloposuv 6 m/min.

Celková váha jednotky 470 kg

Posuvová jednotka se používá pro připevnění pracovních vřeteníků pro operace vrtací, vystružovací, zahlubovací, vyvrtávací a frézovací. Na pracovní stůl jednotky lze také upnout měřicí zařízení nebo obrobky v upínači. Tuhost posuvové jednotky a plynulá regulace posuvu dovoluje obrábět při nejvýhodnějších řezných podmínkách. Pracovní cyklus je automatický, řízený soustavou koncových vypínačů. Jednotka může pracovat v různých pracovních polohách.

Základem jednotky JPH 400 je lože s plochým vedením. Lože je přichyceno na stojan 8 šrouby a 2 kuželovými kolíky, které se dodávají s jednotkou. Pro přesné dolícování výšky vřetena se používají podkládací lišty. Při použití jednotky s vřeteníkem ve vertikální poloze je nutné posouvající část vyvážit.

Mazání je ruční, mazacím lisem nebo automatické po připojení na mazací síť.

6.4.0. NÁVRH VRTACÍ JEDNOTKY

Vzhledem k tomu, že je potřebné dosáhnout co nejmenší výšky vrtací jednotky aby byla zachována výška válečkové trati a celé zařízení nevyšlo neúměrně vysoké, bylo přistoupeno ke konstrukci vrtací jednotky.

Jednotka obsahuje 3 pevná vřetena a na pracovní stůl posuvové jednotky je připevněna 4 šrouby M 20 x 50. Těleso vrtací jednotky je svařeno z ocelových desek a vyztuženo dvěma žebry. Pohon je přírubovým elektromotorem o výkonu 2,2 kW a otáčkách 900 ot/min. Potřebný výkon byl zjištěn z výpočtu řezných podmínek, tj. 0,5 kW na 1 vřeteno. Jednotlivá vřetena jsou poháněna klínovými řemeny. Tento převod rovněž zajišťuje snížení otáček elektromotoru na otáčky vřetena, potřebné podle výpočtu z řezných podmínek. Napínání řemene pro náhon předního vřetena je posouváním elektromotoru. Protože řemeny náhonu obou krajních vřeten nemají potřebnou délku a tímto způsobem by je nebylo možno napnout, jsou použity napínací kladky. Uložení vřeten je ve speciálních přírubách, aby bylo zajištěno mazání a zamezilo se umíkní mazacího tuktu do prostoru řemenic, což by znemožnilo činnost celé vrtací jednotky. Ve dvou ložiskách, které zachycují radiální síly a jednom axiálním válečkovém ložisku, které zachycuje axiální osovou vrtací sílu. Vále v ložiskách je vymezena ložiskovou maticí s podložkou. Příruba je utěsněna těsnícím kroužkem. U vřeten je použit normalizovaný konec podle ON 204690. Tato norma udává základní rozměry konců vřeten jednovřetenových vrtacích jednotek a vícevřetenových hlav pro stavitelné vložky. Odpovídá normě ISO i doporučení RVHP. Toto ukončení vřetena umožňuje použít stavitelné vložky pro upnutí nástrojů s kuželovou stepkou. Rozměry těchto vložek jsou podle normy ON 204690.

6.4.1. VÝPOČET ŘEMENOVÉHO PŘEVODU

Z řezných podmínek: otáčky vřetena n_v - 355 ot/min.
výkon na 1 vřeteno P_v - 0,5 kW.

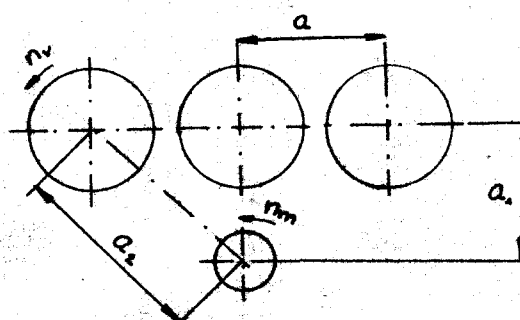
Volen přírubový elektromotor o otáčkách $n_m = 900 \text{ ot/min.}$

výkon $P_m = 2,2 \text{ kW}$

Podle tab. na str. 249 lit. /3/ je volen řemen 13 x 8
a malý průměr řemenice $D_1 = 85 \text{ mm.}$

$$\text{Potřebný převod } i = \frac{n_m}{n_v} = \frac{900}{355} = 2,535$$

$$\text{Průměr velké řemenice } D_2 = i \cdot D_1 = 2,535 \cdot 85 = 215,5 \text{ mm}$$



Obr. 14.

Délka řemene náhonu středního vřeten je pro souou vzdálenost a_2 :

$$L_{m1} = \frac{\pi D_1}{180} (90 - \beta_1) + \frac{\pi D_2}{180} (90 + \beta_1) + 2 a_2 \cos \beta_1$$

$$\beta_1 = \arcsin \frac{D_2 - D_1}{2a_2} = \arcsin \frac{215,5 - 85}{2 \cdot 240} = 15^{\circ} 47'$$

$$L = \frac{\pi \cdot 85}{180} (90 - 15,78) + \frac{\pi \cdot 215,5}{180} (90 + 15,78) +$$

$$+ 2 \cdot 240 \cdot 0,96 = 1006,4 \text{ mm}$$

Tomu odpovídá ŘEMEN 13 x 1000 ON 023110

Osevá vzdálenost a_2 mezi motorem a krajním vřetenem pro danou vzdálenost vřeten $a = 320 \text{ mm}$

$$a_2 = \sqrt{a^2 + a_1^2} = \sqrt{320^2 + 240^2} = 400 \text{ mm}$$

Pak délka řemene L_{m2} je:

$$L_{m2} = \frac{\pi D_1}{180} (90 - \beta_2) + \frac{\pi D_2}{180} (90 + \beta_2) + 2a_2 \cos \beta_2 =$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{D_2 - D_1}{2a_2} = \arcsin \frac{215,5 - 88}{2 \cdot 400} = 9^\circ 23'$$

$$L = \frac{\pi \cdot 85}{180} 90 - 9,388 + \frac{\pi \cdot 215,5}{180} 90 + 9,388 +$$

$$+ 2 \cdot 400 \cdot 0,987 = 1283 \text{ mm}$$

Tomu odpovídá ŘEMEN 13 x 1320 OM 023110

Kontrola přenášeného výkonu.

na 1 převod připadá přenášený výkon asi $P = 0,7 \text{ kW}$.

$$\text{Rychlost řemene } v = \frac{\pi D_1 n_m}{60} = \frac{\pi \cdot 0,085 \cdot 900}{60} = 4 \text{ m/s.}$$

Pak jmenovitý výkon přenášený jedním řemenem při úhlu opásání 180° $P_{\text{no}} = 0,98 \text{ k} = 0,72 \text{ kW}$.

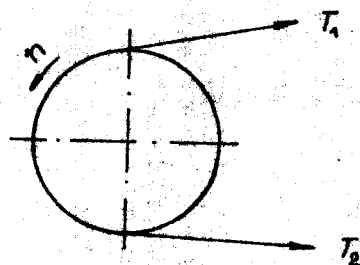
Výkon přenášený jedním řemenem opravený o součinitel vyjadřující úhel opásání, délku a druh provozu daného řemene $P_{jm} = P_{\text{no}} \cdot c_\alpha \cdot c_l \cdot c_d = 0,98 \cdot 0,92 \cdot 1,13 \cdot 1 = 1 \text{ k}$

$$= 0,73 \text{ kW}$$

$$\text{Potřebný počet řemenů } b = \frac{P_v}{P_{jm}} = \frac{0,7}{0,73} \approx 1$$

6.4.2, Kontrola ložisek.

Síly v řemenech T_1 a T_2 počítáme z obvodové síly F_t .



Obr. 15.

$$F_0 = \frac{M_k}{r} = \frac{604 \cdot 2}{21,55} = 560 \text{ N}$$

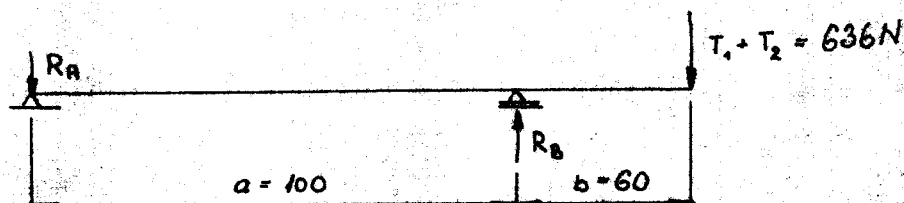
$$T_1 = F_0 \frac{e^{\alpha t}}{e^{\alpha t} - 1} = 560 \frac{e^{\alpha t}}{e^{\alpha t} - 1} = 600 \text{ N}$$

$$T_2 = F_0 \frac{1}{e^{\alpha t} - 1} = 36 \text{ N}$$

$$\text{Úhel opásání } \alpha = 180 + 2\beta_2 = 180^\circ + 18,5^\circ = 198,5^\circ$$

$$\tilde{\alpha} = \frac{198,5}{180} \pi = 3,5 \text{ rad}$$

Součinitel tření v klínové drážce $f = 0,8$



$$R_A = \frac{(T_1 + T_2)b}{a} = \frac{636 \cdot 60}{100} = 382 \text{ N}$$

$$R_B = \frac{(T_1 + T_2)(a + b)}{a} = \frac{636 \cdot 160}{100} = 1018 \text{ N}$$

Axiální síla F_x podle výpočtu z řezných sil je 2.520 N

Ložisko A

Voleno typu 6203 - má dynamickou únosnost $C = 7500 \text{ N}$ je zatíženo čistě radiálně silou $R_A = 382 \text{ N}$. Trvanlivost v provozních hodinách :

$$L = \left(\frac{C}{R_A} \right)^3 \frac{16\,666}{n_v} = \left(\frac{7500}{382} \right)^3 \frac{16\,666}{355} = 355\,300 \text{ hod,}$$

Ložisko B

Je volen typ 6205, má dynamickou únosnost $C = 11000 \text{ N}$

Je zatíženo radiální silou $R_b = 1018 \text{ N}$.

Trvanlivost v hodinách:

$$L = \left(\frac{C}{R_b} \right)^3 \frac{16666}{n_v} = \left(\frac{11000}{1018} \right)^3 \frac{16666}{355} = 59.230 \text{ hod.}$$

Axiální ložisko.

Je volen typ 51204, který má dynamickou únosnost

$C = 17600 \text{ N}$. Je zatíženo axiální vrtací silou $F_x = 2520 \text{ N}$

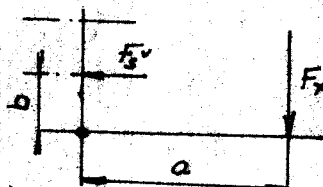
Trvanlivost v hodinách:

$$L = \left(\frac{C}{F_x} \right)^3 \frac{16666}{n_v} = \left(\frac{17600}{2520} \right)^3 \frac{16666}{355} = 15993 \text{ hod.}$$

6.4.3. KONTROLA ŠROUBŮ

Hodnoty odečtené z výkresu $a = 220 \text{ mm}$, $b = 55 \text{ mm}$.

Jednotka je připevněna 4 šrouby. V limitním případě by mohly jednotku držet šrouby 2. Proto je kontrola provedena tak, že je uvažováno, že veškeré zatížení přenáší pouze 2 šrouby a tím je dosaženo potřebné bezpečnosti.



Obr. 17.

Z momentové podmínky rovnováhy:

$$F_x = \frac{3F_y \cdot a}{b} = \frac{3 \cdot 2520 \cdot 220}{55} = 15120 \text{ N}$$

Kontrola na tlak

$$\sigma_t = \frac{F_x}{2a} = \frac{1520}{245 \cdot 10} = 62 \text{ MPa}$$

s průřez jádra šroubu

Šrouby jsou z materiálu ČSN 11 500, který má pevnost

v tahu $\sigma_{pt} = 500 \text{ MPa}$

Dovolené napětí v tahu $\sigma_{dt} = 140 \text{ MPa}$

Dovolený tlak v závitech $p_{dov} = 20 \text{ MPa}$

$\sigma_i < \sigma_{dt}$... šrouby na tah vyhovují.

Kontrola šroubů na otlačení.

$$\text{tlak v závitech } p = \frac{F_y}{i \frac{\pi}{4} (d^2 - d_s^2)} = \frac{15120}{9 \cdot \frac{\pi}{4} (20^2 - 17^2) \cdot 10^{-6}} = 19 \text{ MPa}$$

$$i = \text{počet otlačovaných závitů} = \frac{l_z}{s_z} = \frac{23}{2,5} = 9$$

l_z délka zašroubované části šroubu

s_z stoupání závitu

d velký $\varnothing$ závitu

d_s malý $\varnothing$ závitu

$p < p_{dov}$ šrouby na otlačení vyhovují.

6.5.0 NÁVRH PODÁVACÍHO MECHANISMU

Podávací mechanismus zajišťuje pohyb bloku do upínače, ustavení a odsunutí bloku ven z pracovního prostoru stroje.

Hlavní částí podávacího mechanismu je podávací tyč, opatřená 3 západkami, které se automaticky staví pomocí pružin do pracovní polohy. Prostřednictvím těchto západek je přesouván blok. Při zpětném chodu západka narazí na blok válců, je překonána síla pružin a západka se zasune do podávací tyče. Přejede-li podávací tyč blok, západky se opět postaví do pracovní polohy.

Protože se u nás nevyrábějí hydraulické válce malých průměrů pro velké zdvihy /potřebný zdvih by byl asi 1100 mm/ a mechanický převod, vytvořením ozubení v tyči a pohon pastorkem naháněným přes převodovku od mo-

toru by všel neúměrně složitý, bylo použito k pohonu tyče kulisového mechanismu. Ten se skládá z objímky 12, otočně připevněné k podávací tyči a tyče 7, která se kývá na čepu, umístěném na základové desce stroje. Pohyb tyče 7 je zajišťován hydraulickým válcem 63 x 315 PNT 119151, který je přes rozvaděč ovládán koncovými vypínači podle polohy podávací tyče. Hydraulický válec je opatřen v koncových polohách tlumením. To znamená, že pohybová energie jako součin hmoty a rychlosti se musí v zařízení pro tlumení zmařit. Používá se k tomu škrcení výtoku určitého množství kapaliny na určité dráze na konci zdvihu.

Přesto by bylo výhodnější použít hydraulického válce s velkým zdvihem a pohánět jím přímo podávací tyč. Je možné, že jsou již ve výrobním programu u nás, avšak v dostupných katalozích nebyl válec potřebného rozměru nalezen. Další možností by bylo použít hydraulický válec z dovozu.

6.6.0. NÁVRH UPÍNAČE

Při návrhu upínače vycházíme z výpočtu upínací síly, zjištěné z rozboru sil při vrtání.

6.6.1. ROZBOR SIL PRO UPÍNÁNÍ

Práce vynaložená na vrtání se skládá ze dvou složek. Z práce vynaložené na překonání krouťícího momentu a práce posuvové síly. Pro určení tangenciální složky řezné síly a složky axiální F_x platí podobné vztahy jako pro soustružení. Pouze hloubka třísky je ve vztahu k průměru vrtacího nástroje.

Pro výpočet upínací síly je důležitá složka axiální F_x

$$F_x = c_0 \cdot d^{x_0} \cdot s^{y_0}$$

Hodnota konstanty c_0 a exponentů x_0 a y_0 se stanovuje experimentálně měřením krouťícího momentu a axiální

síly F_x na dynamometru v závislosti na druhu obráběného materiálu, posuvu, průměru vrtáku, geometrii vrtáku a jiných faktorech. Pro výpočty můžeme s dostatečnou přesností použít exponenty, stanovené pro soustružení podle lit. /4/. Pro šedou litinu:

$$c_o = 60,5 \quad x_{F_x} = 1 \quad y_{F_x} = 0,8$$

$$F_x = 60,5 \cdot 14' \cdot 0,22^{0,8} = 2522 \text{ N}$$

Minimálně tuto sílu musí vyvodit upínač pro upnutí obrobku. Protože jsou vrtány 3 otvory současně je upínací síla $F = 3 F_x = 3 \cdot 2522 = 7566 \text{ N}$.

Se silou, vyvolanou hmotou bloku, t.j. asi 270 kg není možné počítat, protože je v rovnováze se silou působící pomocí pružin na válečky.

6.6.2. POPIS UPÍNAČE

Blok je do upínače dopraven pohybem podávací tyče. Válečky jsou v pracovní části stroje uloženy pružně a působením upínací síly jsou zatlačeny do úrovně vrtačí desky a blok se přitiskne na 2 kalené lišty. Blok je upínán za opracované plochy, tj. plocha pro hlavu válců, po které je blok dopravován a na ní je ustavován na lišty /16/. Dále jsou opracovány plošky na boku bloku, na které je blok dorážen na lištu /17/. Opracovány jsou také plochy pro připevnění ložiskových pánví klikového hřídele, za které je upínán deskou /40/. Opracovány jsou i čelné plochy bloku, ze které jsou posouvány podávací tyčí /18/. Dále je na bloku opracován otvor, který je umístěn na boku.

Blok je dopraven po válečcích /21/ pomocí podávací tyče /18/ do upínače a zde je ustaven v podélném směru. Dorážení k liště /17/ je provedeno pomocí hydraulického válce /11/, který pohybuje ozubeným hřebenem, jež je v záběru s ozubeným kolem /37/, v kterém je vytvořena matice pro šroub /46/, jehož pohybem dojde k dorážení

bloku ke kalené liště /17/. Šroub zapadá do obrobené kuželové díry v bloku váleč.

Po přesném ustavení se mechanismus přestaví do výchozí polohy. Do té se potom přestaví i podávací mechanismus. Pak je uveden do činnosti upínač. Hydraulický válec /10/ pohybuje ozubeným hřebem /13/, který ovládá všechny tři upínače. Hřeben zabírá s kolem /19/, v kterém je vytvořen trapézový závit a tvoří matici pro šroub /31/. Ten tlačí na pružinu /25/ která je spočítána na upínací sílu a je zde vložena proto, aby bylo spolehlivě dosaženo upnutí ve všech třech místech, což by při pevném převodu a zaběhnutí nepřesností v opracování ploch v bloku váleč bylo nemožné. Pružina posunuje čep /14/, který přes desku /40/ upne blok váleč za opracované plochy pro umístění ložiskových pánví klikového hřídele. Působením upínací síly dojde k zatlačení válečků /21/ do vrtací desky a blok dosedne na kalené lišty /16/. Po vyvrtání otvorů dojde k odepnutí bloku. Chod hydraulické válce je reversován a pomocí celého převodu je šroub /31/ posunut nahoru, do výchozí polohy. V této poloze je pružina /25/ v nezatíženém stavu. Upínací deska /40/ je odtlačena pomocí pružin /27/ a vodících tyčí /45/. Při odepínání dochází k vysunutí válečků silou pružin. Pak je blok pomocí podávací tyče vysunut z upínače.

Při popisu jsou použita čísla shodná s označením na výkresech.

7.0.0. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Nutnost vrtat otvory a z toho vyplývající potřeba konstrukce jed noučelového stroje byla motivována hlavně důvody technickými. Docházelo k praskání stěny odlitků v blízkosti otvorů pro průchod oleje a tím ke vzniku zmetků, nebo vážných poruch při provozu motoru a tím i následných reklamací. Každé odstavení zařízení obsahující motor je provázeno vždy velkou ekonomickou ztrátou. Jsou to náklady spojené s opravou zařízení a a druhotné náklady vyplývající z odstavení vozidla z provozu.

Změna technologie výroby otvorů bude mít ekonomický efekt i při samotné výrobě. I když na místě výroby otvorů zaformováváním bude jiná operace a to vrtání. Zaformování jader pro otvory je velice obtížné, neboť jádra mají velkou délku při značné štíhlosti a dochází k jejich borcení při manipulaci i vkládání do forem. Důležitá je i jakost formovacího materiálu, zejména jsou vysoké nároky na homogenitu materiálu jader.

Protože není podchycen počet zmetků a poruch při provozu motorů, ani náklady spojené s jejich odstraněním, navíc výrobní náklady při výrobě otvorů zaformováním nelze rovněž přesně určit, protože probíhá jako součást mnoha dalších úkonů spojených s výrobou odlitků, bylo od numerického vyčíslení ekonomického efektu upuštěno.

Hospodárnost jed noučelového obráběcího stroje se určuje podle výrobních nákladů na operaci, vykonávanou na daném stroji. V tomto případě je natno k oběma způsobům výroby, tj. výrobě na jed noučelovém stroji nebo na univerzálních strojích, připočítat náklady spojené s odstraněním poruch. Je předpoklad, že u navrhovaného výrobního postupu bude příčina jejich vzniku odstraněna a tím bude zamezeno jejich vzniku nebo alespoň

dojde k podstatnému snížení jejich počtu.

Výrobní náklady za rok při starém způsobu výroby jsou:

$$S_{r1} = N_r \cdot S_{r01} = V_1 \cdot N_r + C_1 + A_1$$

Výrobní náklady při novém způsobu výroby jsou :

$$S_{r2} = N_r \cdot S_{r02} = V_2 \cdot N_r + C_2 + A_2$$

Je předpoklad že $A_2 \rightarrow 0$

Pak roční úspora zavedením nové technologie bude:

$$\begin{aligned} B &= S_{r1} - S_{r2} = V_1 \cdot N_r + C_1 + A_1 - V_2 \cdot N_r + C_2 = \\ &= N_r (V_1 - V_2) + C_1 - C_2 + A_1 \end{aligned}$$

Použitá značení.

Index 1 označuje starý způsob výroby

Index 2 označuje nový způsob výroby

S_r výrobní náklady za rok

N_r objem roční výroby, t.j. počet kusů vyrobených za 1 rok / v tomto případě 20.000 - 25.000/

C náklady stálé, které nezávisí na objemu výroby

V proměnlivé náklady, spojené s provedením dané operace /tato hodnota závisí na objemu výroby/

Proměnlivé výrobní náklady jsou:

V_1 - mzdy, které závisí na pracovních třídách zaměstnanců k nimž se připočítávají sociální náklady. Mzdy režijních zaměstnanců se proměnlivých výrobních nákladů nezapočítávají.

V_2 - náklady na provoz nástrojů, které se tříšňují podle času nástrojů, podle počtu ostření a nákladů na jedno ostření a podle trvanlivosti.

- V_c - náklady na provoz obráběcího stroje. Sem se počítají plánované opravy stroje, spotřeba elektr. energie, maziva, řezné a chladicí kapaliny, hydraulické oleje a čisticí prostředky. Největší položka je zpravidla za elektrickou energii.
- V_d - odpisy universálního obráběcího stroje. % odpisů se liší v jednotlivých průmyslových odvětvích. Určitého procenta odpisů lze použít pro generální opravy. K ceně stroje je nutno připočítat 10 - 15 % z pořizovací ceny na dopravu montáž a uvedení stroje do provozu. U běžných strojů jsou odpisy úměrné délce operace.
- V_e - náklady na dodatečné seřizování nástrojů jednodúčelového stroje.

Stálé výrobní náklady:

- C_a - náklady na seřízení při změně výrobku, při práci na universálních strojích. Jsou úměrné počtu a době seřizování, mzdě seřizovače i se sociálními náklady.
- C_b - náklady na provoz speciálních přípravků. Zjištění provozních nákladů u speciálních přípravků je velmi obtížné. Počítá se přibližně 60 % jejich pořizovací ceny.
- c_c - Odpisy jednodúčelového stroje. Jednodúčelový stroj se odepisuje nezávisle na objemu výroby. U stavebnicových obráběcích strojů se počítá, že 60 - 75 % tvoří jednotky a zbytek, tj. 25 - 40 % skupiny speciální.

Často se při zavádění jednodúčelového obráběcího stroje počítá za jak dlouho se stroj zaplatí zvýšenou výkonností.

$$T = \frac{C_i}{S_n - S_n}$$

- T - čas na zaplacení stroje
 C_i - investice, spojené se zavedením nového způsobu výroby
 S_{y1} - výrobní náklady za rok při starém způsobu výroby
 S_{y2} - výrobní náklady za rok pro zavedení jednoúčelového stroje.

7.1.0. VÝSLEDEK EKONOMICKÉHO ZHODNOCENÍ

I když nebylo numerické vyčíslení výsledného ekonomického efektu provedeno je zřejmé, že bude značný. Největší úspora bude v tom, že nebude třeba zasahovat do konstrukce odlitku bloku válečů a měnit tvar formy, což by při odstranění příčin praskání konstrukčním způsobem bylo nezbytně nutné. To by si vyžádalo vysoké náklady. Další úspory budou získány odstraněním příčin vzniku zmetků a poruch a tím spojených nákladů a jejich opravami a reklamacemi. Zejména není zanedbatelné zvýšení kvality a spolehlivosti celého motoru, což bude provedeným řešením dosaženo.

8.0.0. ZÁVĚR

Popisovaný jednodüelový stroj řeší problém praskání bloku válečů v místě otvorů pro průchod oleje, který vznikl již při konstrukci odlitku. Konstrukční odstranění by bylo nemožné nebo značně obtížné. Vyžadovalo by přepracovat koncepci motoru, umístění otvorů a s tím spojené změny na formě pro lití. To by při současném stavu a objemu výroby bylo nemožné. Proto byly hledány cesty pro odstranění závady jiným způsobem, než úpravou formy. Konstruované zařízení toto řeší při minimálních nákladech. Odstranilo práci spojenou s výrobou a vkládáním jader do formy a nevyžaduje dalších změn v konstrukci odlitku. Výroba 20.000 - 25.000 kusů ročně si vynutila použití jednodüelového stroje, který výrazně zkracuje čas na opracování součástí, především časy vedlejší. Zařízení využívá v maximální míře již zkonstruovaných a dodávaných částí, což zrychluje konstrukci, zlevňuje ji a zkracuje čas mezi zadáním a zavedením zařízení do výroby. Proto je i v maximální míře použito normalizovaných součástí. Stroj pracuje v zcela automatizovaném pracovním cyklu. Veškerá činnost od dopravení obrobku ke stroji, přes ustavení a upnutí, vyvrtání, odepnutí až po dopravu z místa pracoviště nevyládňuje žádnou stálou obsluhu. Činnost člověka se zde omezuje pouze na kontrolu práce stroje, což je při nedostatku pracovních sil velmi důležité.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ A. Vetiška a kol. Teoretické základy slévárenství
- /2/ Buda, Bekés Teoretické základy obrábění kovů
- /3/ B. Vrzal Strojnické tabulky I a II
- /4/ Normativy řezných podmínek VRTÁNÍ - ČSN - I/I a II/I
- /5/ A. Svěrák Stavebnicové obráběcí stroje
- /6/ Přikryl, Musílková Teorie obrábění
- /7/ Katalogy stavebnicových obráběcích strojů n.p. ROS
Kufín
- /8/ P. Sová - Příspěvek k určení sil, působících na nástroj
při vrtání hlubokých otvorů.

Ko	Název - rozměr	Polotovár	Mat. kon.	Mat. vých.	TO	č.v.	H.v.	Č.výkresu	Pos.
1	Stojan vodorovný	SV 650 x 1000							1
1	Stojan svislý	SS 650x1250							2
1	Posuvová jednotka	JPH 400							3
1	Základová deska	svařenec	11 425						5
1	Rám	svařenec	11 425						6
1	Rameno podávacího mechanismu	svařenec	11 425						7
1	Dvířka levá	svařenec	11 425						8
1	Dvířka pravá	svařenec	11 425						9
1	Těleso hl. válce	svařenec	11 425						10
1	Těleso válce	svařenec	11 425						11
1	Objímka	svařenec	11 425						12
1	Hřebec Ø 30-920	ČSN 426510	12 040.7						13
3	Hřídel Ø 25 - 65	ČSN 426510	11 700.3	11 700					14
3	Příruba Ø 100	ČSN 426510	11 500						15
2	Opěrná lišta	ČSN 425522.1	11 700.3	11 700					16
1	Vodící lišta	ČSN 425522.1	11 700.3	11 700					17
1	Podávací lišta							DP-VS-166/79 3-02/18	18
3	Kolo Ø 54	ČSN 426510	12040.7						19
1	Těleso boč. upínače	ČSN 425521	11 500						20
7	Váleček Ø 80	ČSN 426510	11 700.3	11 700					21
6	Vodící pouzdro	ČSN 425510	11 500						22
6	Kroužek Ø 30	ČSN 425715	11 353						23
14	Vičko	ČSN 425522.1	11 500						24
3	Pružina Ø 25 x 4	ČSN 02 6002							25
14	Pružina Ø 18 x 4	ČSN 026002							26
6	Pružina Ø 15 x 3	ČSN 026002							27
4	Pás 10x55 - 75	ČSN 425350.2	11 370						28
2	Čep Ø 25 - 55	ČSN 426510	11 500						29

I. SCHWARZ

Schwarz

V B E T
Liberec

VRTAČKA

DP - VS - 166/79 - 4 - 02

8
Pocet listů

Ko	Název - rozměr	Polotovár	Mat. kon.	Mat.vých.	TO	Č.v.	H.v.	Č.výkresu	Pos.
3	Víčko	ČSN 426510	11 500						30
3	Šroub Tr 25 x 4/1	ČSN 426510	12 040.7						31
1	Víčko válce	ČSN 426510	11 500						32
3	Válec hl.upínače	ČSN 425522.1	11 500						33
3	Kryt upínače	ČSN 425522.1	11 500						34
1	Klika								35
1	Víčko upínače	ČSN 425522.1	11 500						36
1	Kolo Ø 34	ČSN 426510	12 040.7						37
1	Hřebek Ø15-480	ČSN 426510	12 040.7						38
14	Píst Ø 18	ČSN 426510	11 500						39
3	Přítlačná deska	ČSN 425522.1	11 700.3	11 700					40
1	Píst hlavy válce	ČSN 426510	11 500						41
1	Píst válce	ČSN 426510	11 500						42
1	Čep Ø 25 - 55	ČSN 426510	11 500						43
1	Čep Ø 30 - 90	ČSN 426510	11 500						44
2	Čep Ø 20	ČSN 426510	11 500						45
1	Šroub Tr 12 x 3/1	ČSN 426510	12 040.7						46
1	Hydr. válec	PNT 119151	Ø 63x315						47
3	Pouzdro 16 F 7	ČSN 243705							48
1	Vodící pouzdro	ČSN 426710	Ø 15 - 20						49
1	Vodící pouzdro	ČSN 426710	Ø 12 - 15						50
1	Vodící pouzdro	ČSN 426710	Ø 12 - 10						51
1	Vodící pouzdro	ČSN 426710	Ø 30 - 30						52
2	Ložisko 51101	ČSN 024730							53
2	Ložisko 6002	ČSN 024633							54
2	Ložisko 51105	ČSN 024730							55
1	Nádoba na třísky								56
10	Šroub M 8x15	ČSN 021143.52							57

L. SCHWABE

Schwabe

Č. výkresu

Č. výkresu

VRTAČKA

DP - VS - 166/79 - 4 - 02

Podet 8

6

Ka	Název - rozměr	Polotovár	Mat.kou.	Mat.vých.	TO	č.v.	H.v.	Č. výkresu	Pos.
2	Šroub M 10 x 80	ČSN 021143.52							58
6	Šroub M 5 x 15	ČSN 021143.52							59
2	Šroub M 12 x 120	ČSN 021143.52							60
12	Šroub M 6 x 20	ČSN 021143.52							61
12	Šroub M 8 x 25	ČSN 021143.52							62
12	Šroub M 5 x 12	ČSN 021131							63
28	Šroub M 8 x 20	ČSN 021143.52							64
6	Šroub M 12 x 40	ČSN 021143.52							65
2	Matice M 12 x 1,25	ČSN 021403							66
2	Matice M 20 x 1,5	ČSN 021403							67
4	Šroub M 10 x 40	ČSN 021143.52							68
4	Šroub M 6 x 20	ČSN 021143.52							69
2	Šroub M 8 x 20	ČSN 021101.5							70
2	Podložka 8,4	ČSN 021708.1							71
2	Kolík 5 x 18	ČSN 022150							72
2	Kolík 5 x 40	ČSN 022150							73
2	Kolík 5 x 20	ČSN 022150							74
6	Kolík 4 x 30	ČSN 022150							75
12	Podložka 10,2	ČSN 021702.1							76
2	Kroužek 25	ČSN 02 2930							77
4	Šroub M 10 x 20	ČSN 021101.5							78
2	Kroužek 25	ČSN 022930							79
2	Kroužek 30	ČSN 022930							80
1	Kroužek 30 x 5	ČSN 029281.2							81
2	Kroužek 80 x 6	ČSN 029281.2							82
2	Kroužek 90 x 5	ČSN 029281.2							83
1	Kroužek 15 x 4	ČSN 029281.2							84
1	Kroužek 55 x 3	ČSN 029281.2							85

I. SCHWARZ

ŠKODA 47

V Š T
LHNEKO

VHETČKA

DP - VS - 166/79 - 4 - 02

Prac. list 8

7

Ks	Název - rozměr	Poletovar	Mat.kon.	Mat.vých.	TO	Č.v.	H.v.	Č.výkresu	Pos.
1	Posuv. jednotka	JPH 400							1
1	Nosník vřeten	ČSN 426510	11 425.0						2
3	Těleso vřetena	ČSN 426510	11 500.0						3
3	Víčko tělesa vřetena	ČSN 426510	11 500.0						4
3	Řemenice	ČSN 426510	11 500.0						5
3	Hřídel vřetena	ČSN 426510	11 500.0						6
3	Kroužek Ø30 - 4	ČSN 426510	11 500.0						7
1	Kryt řemenic	Pl 3 - 1 m ²	11 373.0						8
3	Víko krytu Ø160-25	ČSN 426510	11 373.0						9
1	Řemenice	ČSN 426510	11 500.0						10
5	Šroub M20x45	ČSN 021143.52							11
12	Šroub M10 x 25	ČSN 021143.52							12
12	Šroub M 6 x 20	ČSN 021143.52							13
3	Šroub M 10 x 30	ČSN 021143.52							14
6	Šroub M 6 x 25	ČSN 021143.52							15
4	Šroub M 12 x 55	ČSN 021101							16
4	Matice M 12	ČSN 021401							17
4	Podložka 12,2	ČSN 021740							18
3	Matice KM 3	ČSN 023630							19
3	Podložka MB 3	ČSN 023640							20
3	Kroužek 25	ČSN 022930							21
3	Ložisko 6205	ČSN 024636							22
3	Ložisko 6203	ČSN 024636							23
3	Ložisko 51 204	ČSN 024731							24
3	Kroužek 3x52x11	ČSN 029401							25
3	Kroužek 38x56x12	ČSN 029401							26
1	Klínový řemen 13 x 8 - 980	ČSN 023110							27
2	Klínový řemen 13 x 8 - 1300	ČSN 023110							28

I. SCHWARZ

Schwarz

Číslo

Číslo a váha kg

Stav

Číslo

Skupina

Stav a váha

V Š S T

LIBEREC

VŘETENÍK

DP - VS - 166/79 - 1 - 02/3

Prac. list 4

Poznamky		Celková št. váha kg
----------	--	---------------------

VĚST LIBEREC	Typ	Skupina	Starý výkres	Nový výkres
	Název	DP-V8-166/79-3-02/18 Počet listů 2		
	PODAVACÍ TYČ			