

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: sklář. a keram. strojů Školní rok: 1982/83

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Františka V o s e c k é h o

obor 23-21-8

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Mechanizace broušení zoubků do okrajů výrobků

Zásady pro vypracování:

Současný stav je takový, že se broušení zoubků provádí ručně nástroji s vázaným diamantovým brusivem. Na základě rozboru současného stavu navrhnete mechanizaci této operace. V práci se zaměřte na modernizaci řešení s ohledem na zvýšení produktivity operace. Diplomová práce bude obsahovat:

1. Návrh koncepce celého zařízení.
2. Konstrukční řešení upínání broušeného výrobku.
3. Řešení a ovládání dělicího zařízení.
4. Ekonomický rozbor navrženého řešení.

V. 48/83 S

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

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

KSK / SK

Rozsah grafických prací: **cca 40 stran textu doplněných potřebnými výpočty
a výkresovou dokumentací**

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: **výkresová dokumentace podobného zařízení
k broušení dekoru
sortiment výrobků**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimír Klebsa, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **8. 10. 1982**

Termín odevzdání diplomové práce: **27. 5. 1983**




Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.

Vedoucí katedry


Doc. RNDr. Bohuslav Stříž, CSc.

Děkan

V **Liberci** dne **7. 10.** 19**82**

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
Obor 23 - 21 - 8

Výrobní stroje a zařízení
zaměření

Sklářské a keramické stroje
Katedra sklářských a keramických strojů

B R O U S I C Í A U T O M A T

František Vosecký
Dp 057/83

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Klebsa, CSc - VŠST Liberec
Konzultant: Rudolf Kolouch - n. p. Bohemia Poděbrady

Rozsah práce a příloh:

Počet stran 43
Počet příloh 8
Počet obrázků 10
Počet výkresů 4

DT: 666.1.053.52

27. 5. 1983

P r o h l á š e n í

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

V Liberci dne 23. května 1983

František Vondruš
.....

Seznam zkratek:

v - rychlost $/\text{ms}^{-1}/$
 v_k - konečná rychlost $/\text{ms}^{-1}/$
 a - zrychlení $/\text{ms}^{-2}/$
 G - tíha $/\text{N}/$
 Q - síla $/\text{N}/$
 g - gravitační zrychlení $/\text{ms}^{-2}/$
 R - radiální síla $/\text{N}/$
 N - normální síla $/\text{N}/$
 M_k - krouticí moment $/\text{Nm}/$
 i - převodový poměr
 γ - účinnost
 P - výkon $/\text{kW}/$
 n_s - otáčky šroubu $/\text{s}^{-1}/$
 r - poloměr $/\text{m}/$
 n - otáčky $/\text{s}^{-1}/$
 t_b - rozteč řemene $/\text{mm}/$
 z_1 - počet zubů malé řemenice
 z_2 - počet zubů velké řemenice
 $a_{\text{ř}}$ - osová vzdálenost
 z_v - počet zubů řemene
 p - tlak $/\text{kpcmm}^{-2}/$
 d_{rt1} - průměr roztečné kružnice malé řemenice $/\text{mm}/$
 d_{rt2} - průměr roztečné kružnice velké řemenice $/\text{mm}/$
 z_z = počet zabírajících zubů
 d_{k1} - průměr hlavové kružnice malé řemenice $/\text{mm}/$
 d_{k2} - průměr hlavové kružnice velké řemenice $/\text{mm}/$
 U - obvodová síla $/\text{kp}/$
 S - součinitel druhu provozu
 b - šířka řemene $/\text{mm}/$
 L - délka řemene $/\text{mm}/$
 u - vzdálenost osy lanka od paty zubu $/\text{mm}/$

δ_d - přídavek na průměr /mm/
F - síla /N/
D - střední průměr závitu /mm/
d - průměr drátu /mm/
 n_p - počet pružících závitů
y - deformace /mm/
 g_p - korekční součinitel
 τ - napětí ve smyku /kpmm⁻²/
 G_s - modul pružnosti ve smyku /kpmm⁻²/
 F_R - síla působící na jedno rameno /N/
 R_v - reakce výrobku /N/
 r_s - rameno síly /mm/
 r_v - rameno výrobku /mm/

O B S A H		strana
	Úvod	8
1.	Rozbor současného stavu	9
1.1	Broušení skla diamantovými nástroji	9
1.2	Broušení zoubků do okrajů sklářských výrobků	13
1.3	Zhodnocení současného stavu a požadavky na řešení	13
2.	Způsoby řešení	15
2.1	Kopírovací způsob	15
2.2	Číslicově řízený brousicí automat	15
2.3	Výběr vyřizovacího zařízení pro vlastní řešení	18
3.	Návrh brousicího automatu	19
3.1	Zásady pro návrh brousicího automatu	19
3.2	Konstrukční řešení	20
3.2.1	Brousicí automat	20
	A. Popis konstrukce	20
	B. Řízení	21
3.2.2	Vertikální posuv stolu	23
	A. Popis konstrukce	23
	B. Pohybový šroub	25
	Vlastnosti a výhody	25
	Kinematický princip kuličkových šroubů a matic	25
	Mazání kuličkových převodů	27
	Přesnost kuličkových převodů	27
	Rozbor sil působících na šroubu	27
	Výpočet kuličkového šroubu	30
3.2.3	Otáčení stanic	31
	A. Popis konstrukce	31
	B. Výpočet ozubeného řemene	32

3.2.4 Upínání	strana
.	34
A. Popis konstrukce	34
B. Výpočet tlačné pružiny	35
C. Rozbor sil	36
4. Technicko-ekonomické zhodnocení	38
4.1 Technické zhodnocení	38
4.2 Ekonomické zhodnocení	38
5. Závěr	41
Literatura	42

Ú V O D

Současné požadavky národního hospodářství jsou vedeny snahou po zvyšování produktivity práce a zaváděním nejmodernějších poznatků vědy do praxe. Tento trend je patrný i ve sklářské a keramické výrobě, kterým je právě dnes věnována mimořádná pozornost. Ve zprávě přednesené s. Gustávem Husákem na XVI. sjezdu KSČ se praví: „Přednostně budeme i nadále rozvíjet obory založené na domácích surovinách, zejména pokud jde o sklářský a keramický průmysl...”

Plnění stanovených úkolů zvyšování výroby broušeného skla je spojeno s nutností zvýšení úrovně strojního zařízení s využitím všech zkušeností ze strojírenské výroby při uplatnění nejmodernějších technologických postupů. Z toho hlediska je typickým příkladem snaha po důsledném odstranění ruční práce z výroby broušení zoubků do okrajů sklářských výrobků. S řešením tohoto problému je spojeno zadání této diplomové práce.

Předložená práce se zabývá konstrukčním řešením klářského broušicího automatu určeného k broušení zoubkovaného dekoru do krajů dutých silnostěnných výrobků s využitím diamantových brusných nástrojů.

Práce je řešena na základě požadavku k.p. Sklářny Bohemia v Poděbradech.

V úvodní části je popsán princip broušení olovnatého křišťálu diamantovými tvarovými nástroji a proveden rozbor současného stavu.

V další části jsou naznačeny možné varianty řešení a na základě jejich zhodnocení je zvolena a podrobně rozpracována alternativa jevící se jako nejvýhodnější. Vlastní řešení je založeno na principu řadového broušicího automatu s číslicovým řízením.

V závěru je provedeno ekonomické zhodnocení navrženého řešení.

1. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

1.1 Broušení skla diamantovými nástroji

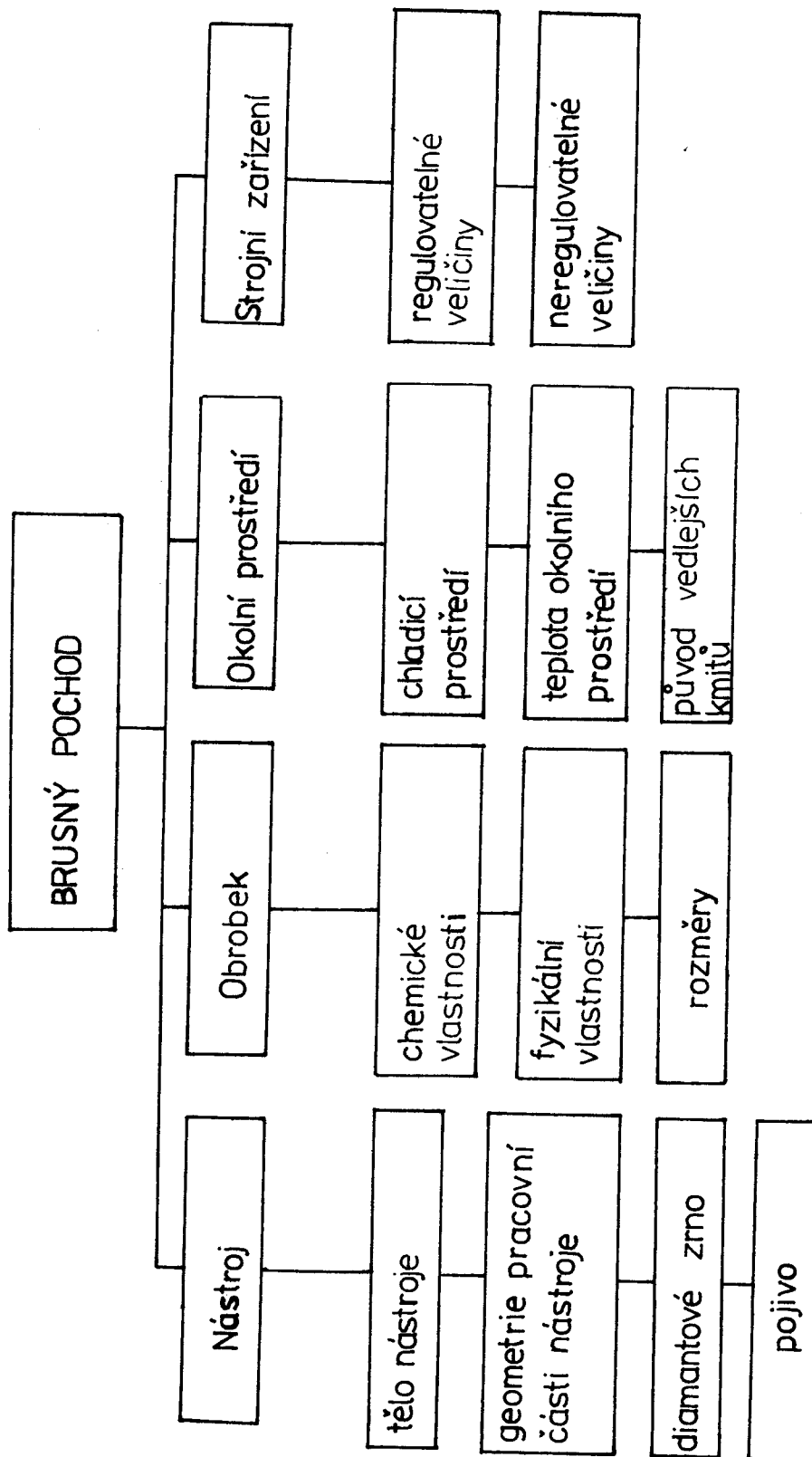
Využití diamantu ve formě vázaného brusiva je z technologického hlediska v současné době nejefektivnějším způsobem studeného opracování skla. Diamant, jakožto jedna z krystalických modifikací čistého uhlíku krystaluje v krychlové soustavě. Jeho krystaly, ať již nacházené v přírodě nebo získané synteticky, jsou charakterizovány velmi pevnou kovalentní vazbou mezi jednotlivými atomy uhlíku. Tato vazba určuje výjimečně vysokou tvrdost diamantu, která v současné době nebyla překonána. Rovněž jeho chemická odolnost je velmi vysoká, na vzduchu však podléhá oxidaci při teplotách 800 - 1000°C, což je limitujícím faktorem při jeho využívání. Při studeném opracování skla je diamant využíván převážně ve formě vázaného brusiva. Znamená to, že diamantová zrna jsou uchycena ve vhodném pojivu, z jehož povrchu vyčnívají jejich ostré hrany, které se uplatňují při snímání skla. Prakticky všechny operace využívající vázaného brusiva - diamantu, pro mechanické opracování skla je možné posuzovat jako broušení, i když se z technologického hlediska označují podle charakterických znaků /řezání, vrtání, zabrušování, frézování/.

Broušení

Specifické zvláštnosti broušení skla vázaným diamantovým brusivem je možno shrnout takto:

- nástroj nemá souvislý břit na povrchové přímce
- mezi tloušťkou a šířkou vrstvy odebírané brusným zrnem není konstantní závislost
- brusná zrna mají nepravidelný tvar a zaoblené vrcholy a tedy zpravidla i záporné řezné úhly
- brusná zrna jsou v pracovní ploše nástroje rozložena nepravidelně
- nástroj pracuje při vysokých řezných rychlostech.

Schéma brusného pochodu, podle něhož je možno provést rozbor technologie broušení skla diamantem, je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1 Schéma brusného pochodu

N á s t r o j

Nejdůležitější místo v brusném pochodu zaujímá nástroj, jehož charakteristiku tvoří tělo nástroje, geometrie pracovní části, diamantová zrna a pojivo. Tělo nástroje je charakterizováno tvarem a materiálem použitým pro jeho výrobu. Během použití musí nástroj zachovávat svoji rozměrovou stálost, nedeformovat se vlivem teploty a napětí, nepodléhat korozivním účinkům okolního prostředí. Geometrie pracovní části musí být volena v souladu s druhem operace. Diamantové zrno je výlučným nositelem schopnosti nástroje opracovávat sklo. Diamantová zrna se liší vlastnostmi a rozměry, jak již bylo uvedeno. Množství diamantu v aktivní části nástroje je vyjádřeno koncentrací, která se uvádí v procentech, přičemž hodnota 100% odpovídá obsahu 0,88 g v 1 cm³ brusné vrstvy. Podle tvaru rozeznáváme diamanty kulovité /mají poněkud vyšší pevnost/ a jehlovité. Vhodnou úpravou lze docílit zvýšení pevnosti diamantových zrn, což se v praxi provádí vytvořením tenkého kovového povlaku. Dalším činitelem, který ovlivňuje kvalitu opracovávaného povrchu je velikost diamantového zrna. Všeobecně je známo, že drsnost povrchu se zvětšuje s rostoucí velikostí zrna, s níž stoupá i brusný výkon. Pojivo má dvě základní funkce. Jednak spojuje jednotlivá zrna a vytváří aktivní brusnou vrstvu, jednak musí v průběhu broušení uvolňovat zrna, již opotřebovaná a obnažovat zrna neotupená. Z hlediska používaných materiálů rozlišujeme tři základní typy pojiv: organické, metalické, keramické. Pro účely opracování skla se většinou používají pojiva metalická, obvykle na bázi mědi, železa, chromu a niklu. Tvrdost pojiva je třeba volit v souladu s operací, pro niž má být nástroj použit. Tvrdých pojiv se používá u velkých zrnitostí a vyšších koncentrací a zejména tam, kde se jedná o zachování tvaru nástroje. Měkká pojiva je vhodné používat při malých zrnitostech a koncentracích. Ve všech případech musí pojivo vykazovat schopnost úbytku, k němuž dochází jednak při vlastním broušení a nebo při ožiování brusné vrstvy speciálním nástrojem.

O b r o b e k

Při hodnocení opracovávaného skla je důležité v první řadě chemické složení, jehož funkcí jsou prakticky všechny další vlastnosti. V případě broušení skla je třeba uvažovat zejména vlastnosti mechanické.

O k o l n í p r o s t ř e d í

Při broušení vázaným diamantovým brusivem je důležitá otázka chladicího prostředí. Vyplyvá to ze skutečnosti, že při vyšších teplotách se diamant spaluje. V praxi se používají různé druhy rezných kapalin, na které kromě chladicího účinku jsou kladeny i další požadavky. Je to například dobrý mazací účinek, snížení tření, transport odbroušeného materiálu z místa řezu, nehořlavost, minimální korozivní účinky na nástroj a strojní zařízení, nesmí mít nepříznivé fyziologické účinky /otázka hygieny pracovního prostředí/ aj. Neméně důležitá je otázka volby dostatečného množství a správného způsobu přivádění kapaliny. Je všeobecně známo, že voda, která se v provozním měřítku používá nejčastěji, není optimální reznou kapalinou.

S t r o j n í z a ř í z e n í

U strojního zařízení rozlišujeme veličiny regulovatelné a neregulovatelné. Mezi regulovatelné veličiny patří především rezná rychlost /relativní rychlost diamantového zrna vzhledem k obrobku/. Tato rychlost se pohybuje v dosti širokém rozmezí od 1 do 40 m.s⁻¹. Nízkých rezných rychlostí se používá při operacích, kdy je brusné zrno v nepřetržitém kontaktu se sklem /vrtání, zabrušování/. Se snižováním doby kontaktu /broušení, řezání/ se rezná rychlost zvyšuje. Další z regulovatelných veličin je rychlost posuvu nástroje do řezu, která je úměrná produktivitě operace. Její hodnoty značně kolísají podle charakteru operace. Do skupiny regulovatelných veličin je možno zařadit i ovládání množství a tlaku rezné kapaliny. Mezi nere-

gulovatelné veličiny řadíme ty parametry strojního zařízení, které nelze měnit v průběhu operace. Je to tuhost stroje, vlastní kmity a jejich tlumení, přesnost uložení pohyblivých součástí, deformační vlastnosti aj. Tyto veličiny lze ovlivnit v průběhu konstrukce zařízení.

1.2 Broušení zoubků do okrajů sklářských výrobků

Dokončovací operací při broušení silnostěnných sklářských výrobků je broušení zoubků do okrajů výrobků.

Uspořádání okrajového výbrusu určuje ve většině případů vlastní dekor na stěně výrobku. Prvním postupem vlastního broušení zoubků je nařiznutí dělicích řezů klínového tvaru podle dekoru, který je na stěně výrobku. Klínové řezy jsou na stejné ose jako centrální řezy ve stěně výrobku. Následuje zakulacení nebo zarovnání od jednoho zářezu ke druhému. Když je okraj takto upraven zavádíme do něj teprve vlastní zoubky jemné nebo hrubé. Vedle uvedeného příkladu můžeme mít další četné obměny zoubkovaného okraje, podle toho, jak se hodí k vlastnímu výbrusu.

1.3 Zhodnocení současného stavu a požadavky na řešení

V současné době se zoubky do okrajů sklářských výrobků brousí ručně diamantovými brusnými kotouči. Je zřejmé, že sortiment ručního zoubkování je rozmanitý, tohoto sortimentu nemůžeme při strojní výrobě nikdy dosáhnout. Ale zvyšování výroby broušeného skla je spojeno s nutností zvýšení úrovně strojního zařízení s využitím všech zkušeností při uplatnění nejnovějších technologických postupů. Z tohoto hlediska je typickým příkladem snaha po odstranění namáhavé motorické ruční práce z výroby broušení zoubků do okrajů sklářských výrobků. Zaváděním strojní výroby do sklářského průmyslu se zvýšil počet výrobků, ale zároveň se snížila jejich rozmanitost.

Již dnes existují automatické brousicí stroje, které brousí dekor na stěnách výrobků, z toho je zřejmé, že by se mohly brousit strojně výrobky i na okrajích. Takovýto stroj by měl

splňovat tyto požadavky:

- spolehlivost
- vysoká **výkonnost**
- snadná obsluha
- rychlá změna výrobního programu
- bezporuchovost
- nenáročná údržba
- malá hlučnost
- bezpečnost práce
- vhodné pracovní prostředí

2. Z P Ů S O B Y · Ř E Š E N Í

Většinu požadavků vyjádřených v kapitole 1.3 splňuje brousicí stroj, který je založen na kopírovacím principu nebo číslicově řízený brousicí automat.

2.1 Kopírovací způsob

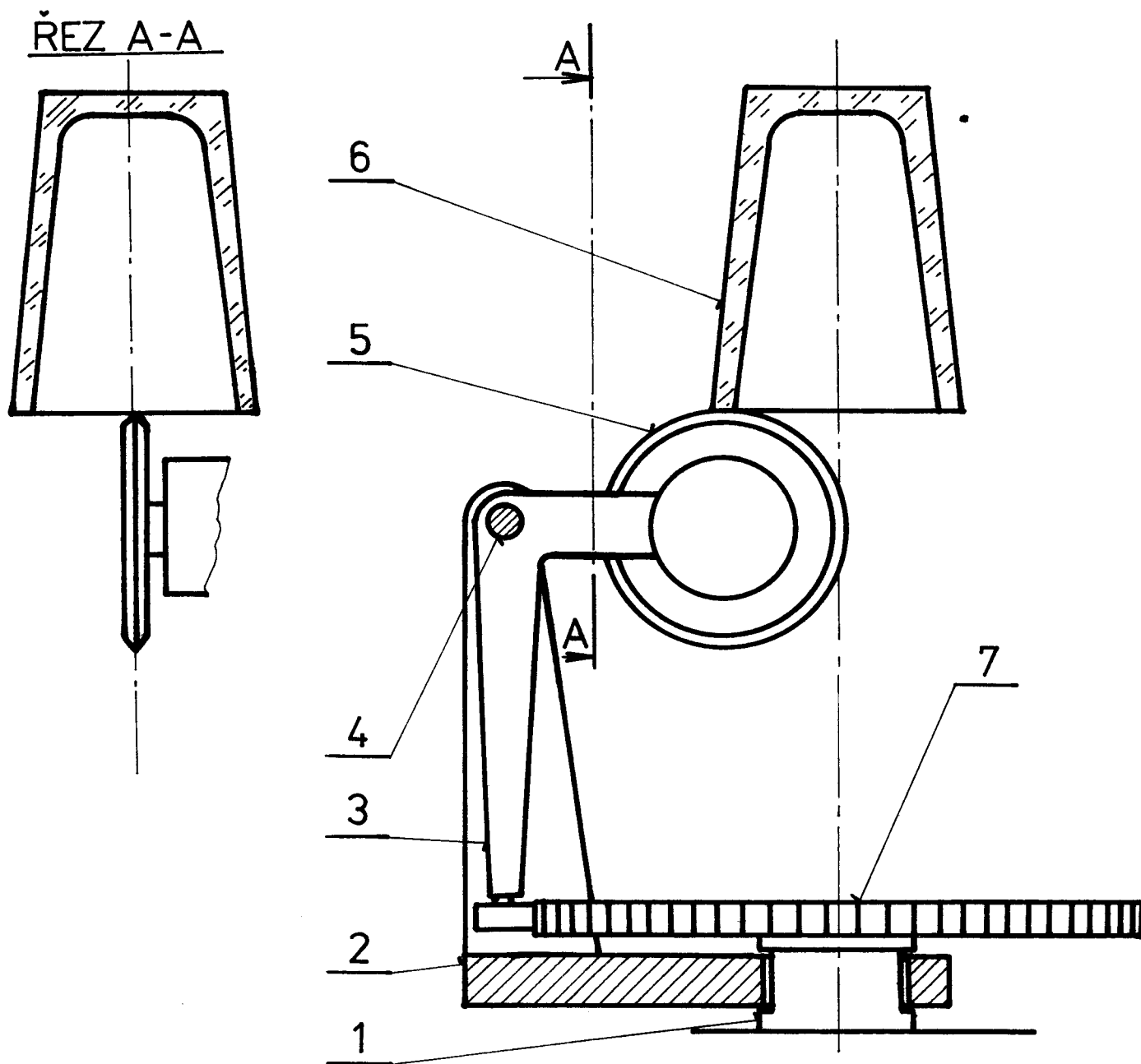
Schema mechanického broušení zoubků využívající kopírovacího způsobu je znázorněno na obr. 2. Broušení zoubků se realizuje tak, že okolo pevného sloupu, na kterém je nepohyblivě zajištěna šablona, rotuje stojan, na kterém je umístěna páka. Páka je ve tvaru písmena L, vertikální část páky kopíruje při otáčení stojanu vzor na obvodu šablony, který se přes čep přenáší na horizontální stranu páky. Na této straně páky je zabudováno vřeteno s diamantovým brusným kotoučem. Vertikální pohyb diamantového kotouče se uskutečňuje současně s pohybem páky a natáčení zároveň s pohybem stojanu okolo pevného sloupu. Tento stroj je konstrukčně jednoduchý. Nevýhodou je, že pro každý nový dekor se musí dělat nová šablona, jejíž výroba není jednoduchá. Další nevýhodou je malá produktivita práce.

2.2 Číslicově řízený brousicí automat

Schema číslicově řízeného brousicího automatu je na obr. 3. Jedná se o řadový šestistanicový stroj číslicově řízený, který koná dva hlavní pohyby. Vertikální pohyb pracovního stolu se všemi stanicemi a otáčení jednotlivých stanic o určitý přesně definovaný úhel. Oba tyto pohyby jsou ovládány mikroprocesorem.

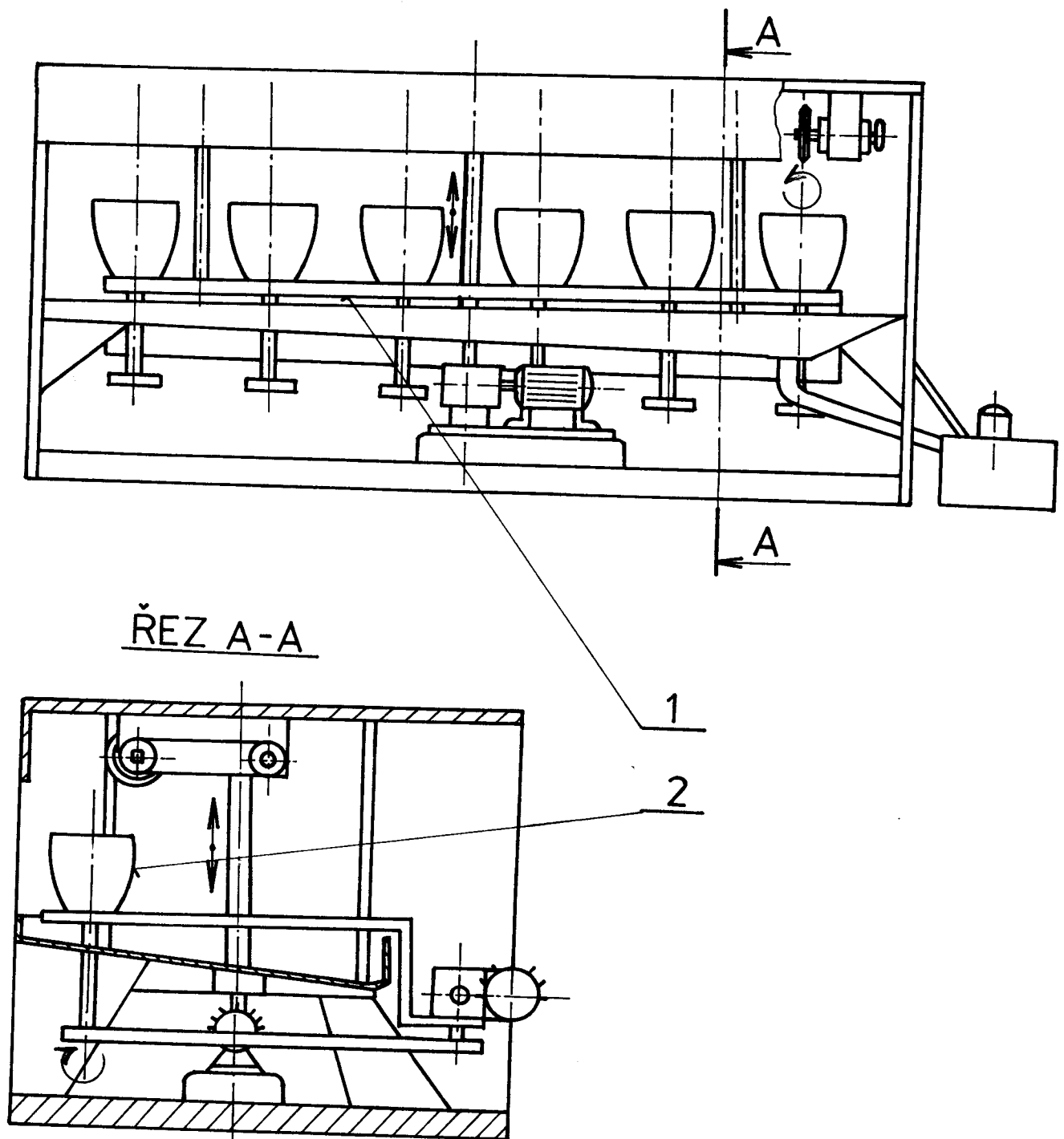
Kolmo nad každou stanicí je upevněno vřeteno s diamantovým brusným kotoučem. Zoubky se brousí tak, že stůl jede vzhůru do horní polohy a tím se nabrousí jeden zoubek. Potom stůl sjede do dolní polohy a stanice se otočí o určitý úhel a pak se celý postup opakuje.

Předností tohoto stroje se jeví snadná změna výrobního programu, jednoduché ovládání a vysoká produktivita, protože se zoubkuje šest výrobků najednou.



- 1-SLOUP
- 2-OŤOCNÝ STOJAN
- 3-PÁKA
- 4-ČEP
- 5-DIAMANTOVÝ KOTOUČ
- 6-VÝROBEK
- 7-SABLONA

Obr.2 MECHANICKÉ BROUŠENÍ ZOUBKŮ



1-STŮL
2-STANICE

Obr.3 BROUSICÍ AUTOMAT

2.3 Výběr varianty pro vlastní řešení

Rozpracoval jsem variantu 2.2, protože je mnohem výhodnější. Šestistanicový řadový sklářský automat číslicově řízený může teoreticky realizovat neomezený počet brusných vzorů, přechod od jednoho vzoru na druhý je velmi jednoduchý a uskuteční se změnou programu a přestavením hodnot délek řezů a úhlů pootočení. Tento stroj je velmi výkonný a splňuje požadavky z hlediska bezpečnosti práce. Protože obsluha za chodu stroje s výrobky vůbec nemanipuluje. Obsluha výrobky pouze zakládá a vyjímá a to je v době, kdy stroj není v chodu.

3. N Á V R H B R O U S I C Í H O A U T O M A T U

V této kapitole jsou popsány zásady, podle kterých byl brousicí automat konstruován. Dále je zde uveden popis konstrukce celého brousicího automatu a jednotlivých podsestav, podle přiložené výkresové dokumentace. U nejvíce namáhaných součástí je uveden postup jejich výpočtu.

3.1 Zásady pro návrh brousicího automatu

Dispoziční návrh brousicího automatu musí vyhovovat těmto požadavkům:

A. Co největší jednoduchost. Většinou platí, že čím je kinematické schéma jednodušší, tím jednodušší je i konstrukce navrhového brousicího stroje a tím snadnější je i jeho výroba. Obsluha strojů se složitou kinematikou je obtížná a tyto stroje jsou v provozu pro častou poruchovost méně spolehlivé.

Kriteria pro posouzení jsou tato:

1/ množství prvků, z nichž se kinematické schéma brousicího automatu skládá: hřídelů, převodů, spojek a j.

2/ množství prvků poměrně složitých pro výrobu a montáž, patří k nim: šnekové a hypoidní převody

3/ umístění hřídelů: aby byla výroba brousicího automatu jednodušší, mají být všechny uloženy pokud možno tak, aby jejich osy byly buď rovnoběžné nebo k sobě kolmé.

Výroba brousicího automatu se ještě více usnadní, budou-li osy všech hřídelů v každém dílu ležet jen v jedné rovině nebo v rovinách rovnoběžných, tím se zjednoduší vyvrtávání odlitků, jako jsou stojany a pod.

B. Pokud možno úplná automatizace brousicího stroje.

Čili co nejmenší účast dělníka při uskutečňování pohybů pracovních orgánů stroje, kromě ustavovacích pohybů při seřizování. Tak se vylučuje vliv dělníka na rychlost a přesnost těchto pohybů, a tím i na výkonnost a přesnost práce brousicího

stroje; kromě toho se podstatně zmenšuje nebezpečí, že se dělník poraní během chodu stroje a stroj porouchá.

C. Co nejvyšší účinnost těch kinematických řetězců, na jejichž konci se použije větší část energie, potřebné pro brousicí stroj. U většiny brousicích automatů se tento požadavek klade jen na řetězec hlavního pohybu; u ostatních řetězců je přenášený výkon malý, takže se v nich i při nízké účinnosti ztrácí energie zpravidla jen nepatrně, a to jak absolutně, tak i ve srovnání se spotřebou pro pohon hlavního pohybu.

D. Přesná funkce mechanismu v kinematickém schématu, na níž závisí přesnost požadovaných pohybů příslušných hnacích článků brousicího automatu, a tím i přesnost automatem vyráběných zoubků.

3.2 Konstrukční řešení

3.2.1 Brousicí automat

A. Popis konstrukce

Při broušení koná sklářský automat dva základní pohyby:

- vertikální pohyb pracovního stolu /2/ se všemi šesti stanicemi /18/ do řezu a z řezu do polohy pootáčení
- pootáčení jednotlivých stanic o stejný přesně definovaný úhel

Oba pohyby jsou ovládány z mikroprocesoru přes tyristor, který řídí stejnosměrné motory /8/ vertikálního posuvu stolu a pootáčení stanic stolu.

Za chodu se pracovní stůl pohybuje na pohybovém šroubu /5/, přesná poloha je zajištěna pomocí čtyř vodicích tyčí /4/. Aby nedocházelo ke vzpříčení stolu, volíme vodicí element tak, že délka vodicího elementu na tyči = 3 d vodicí tyče. Protože stroj pracuje v agresivním prostředí jsou všechny pohybové části kryty prachovkami /14, 15, 27, 28/.

Otáčení jednotlivých stanic je řešeno tak, že stejnosměrný motor otáčí centrálním hřídelem, ze kterého jsou přes kuželové soukolí a ozubený řemen /40/ ovládány jednotlivé stanice. Úkolem stanice je upnutí daného výrobku a jeho pootočení do polohy řezu. Ozubený řemen je napínán pomocí napínací kladky /38/ a pod vanou automatu /19/ je konstruován z toho důvodu, aby nepřicházel do styku s chladicí kapalinou a produkty broušení.

Vlastní brusný kotouč /44/ se nachází na vřetenu /53/ a je poháněn přes ozubený řemen /50/ a řemenice /49/ stejnosměrným motorem /9/, jehož otáčky se řídí přímo z řídicí jednotky.

Chlazení je řešeno tak, že čerpadlo /43/ čerpá z nádrže /41/ chladicí kapalinu, kterou pomocí hadice /46/, rozvodů /45/ a hadiček /47/ vytlačuje k jednotlivým brusným kotoučům. Po chlazení odtéká kapalina společně s produkty broušení do odstředivky /42/, ve které je zbavena produktů broušení. Z odstředivky je chladicí kapalina přičerpána zpět do nádrže.

Před začátkem broušení se spouští přes soustavu kladek /17/ na ocelovém lanku /51/ ochranný kryt z plexiskla /10/. Po ukončení broušení se kryt opět vysune. Ocelové lanko je navíjeno servomotorkem /13/.

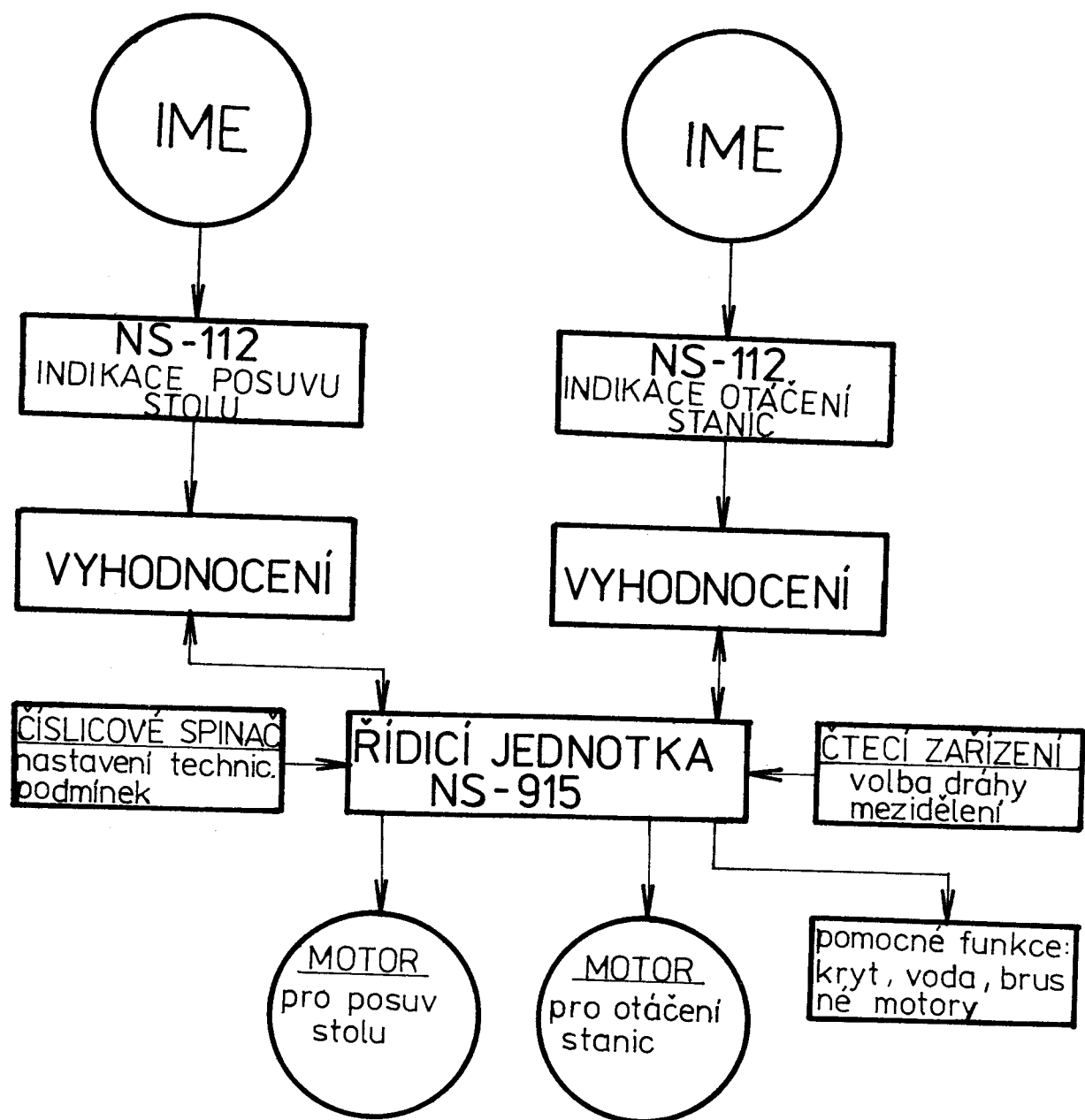
Mezní polohy pracovního stolu a ochranného krytu jsou jištěny koncovými spínači /33,34/.

B. Řízení

Blokové schema řízení broušicího automatu je na obr. 4.

A je řešeno takto:

- na řídicím panelu se nastaví hodnoty délek řezů a úhlů pootočení stanic /tyto hodnoty odpovídají počtu impulsů, které vyšle při těchto pohybech indukční snímač IME/
- do čtecího zařízení se vloží děrný štítek, na kterém je naprogramován start, druh řezu, otáčení, mezidělení a konec pracovního pochodu - podle toho jak jdou tyto operace při zoubkování za sebou



Obr.4 BLOKOVÉ SCHEMA ŘÍZENÍ BROUSICÍHO AUTOMATU

- zapne se brousicí automat.
- indukční snímače IME začínají snímat hodnoty posuvu stolu a pootáčení stanic
- tyto hodnoty jsou předány přes indikaci posuvu stolu a indikaci otáčení stanic do bloků vyhodnocení, kam zároveň přicházejí hodnoty z řídicí jednotky, tyto hodnoty se porovnají a rozdíl se předá zpět do řídicí jednotky
- na základě rozdílu předá řídicí jednotka povel přes tyristory jednotlivým pohybovým motorům

Při určitých bodech programu jsou z řídicí jednotky ovládány automaticky některé pomocné funkce: spouštění a vytahování ochranného krytu, spouštění chladicí kapaliny a spouštění brusných motorů.

Na obr. 5 jsou znázorněny některé typy dekorů, které by mohl brousicí automat vyrábět.

3.2.2 Vertikální posuv stolu

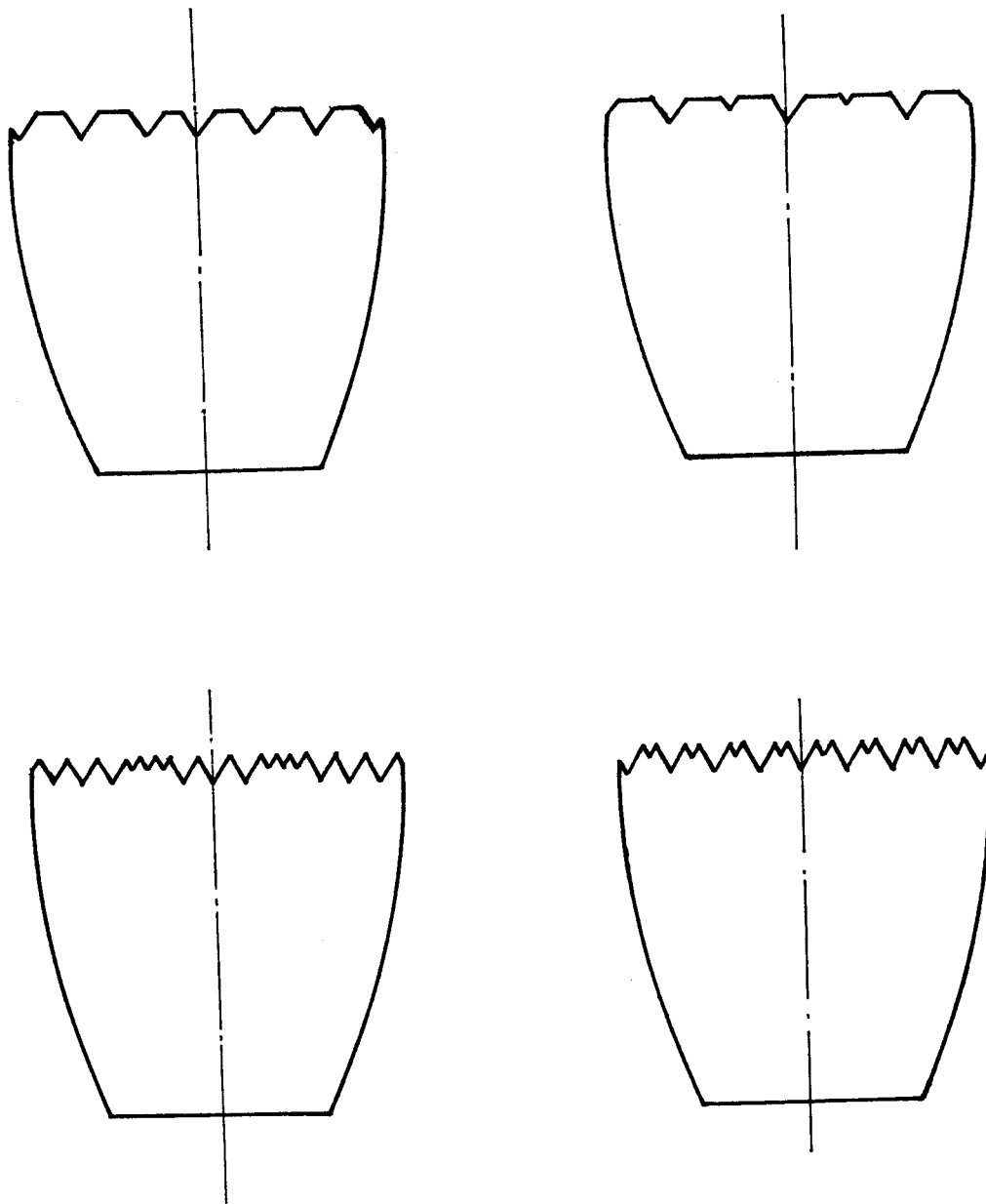
A. Popis konstrukce

Vertikální posuv stolu se uskutečňuje tak, že rotující pohybový šroub /15/ unáší matici /16/, která je pevně uchycena na stole pomocí příruby /7/, desky /6/, šroubu /26/, matice /27/ a podložky /28/.

Horní část pohybového šroubu je uložena v ložiskách /25/, která umožňují rotaci pohybového šroubu. K základnímu rámu jsou ložiska fixována pomocí kroužků /24/, příruby /4/, šroubu /17/, matice /18/ a podložky /19/.

V této části je zabudován i indukční snímač IME /1/, který snímá hodnoty posuvu pracovního stolu a předává je ke zpracování do řídicí jednotky.

Dolní část pohybového šroubu je uložena v radiálních ložiskách s kosoúhlým stykem /29/, která jsou vložena do příruby /9/. Příruba je pevně přišroubována k vaně automatu pomocí šroubu /17/, matice /18/ a podložky /19/.



Obr. 5 DRUHY VYROBITELNÝCH DEKORŮ

Před působením chladicí kapaliny s produkty broušení je pohybový šroub kryt prachovkami a spoje mezi součástmi na kterých dochází ke styku s kapalinou jsou utěsněny.

B. Pohybový kuličkový šroub

Protože při vertikálním posuvu stolu je nejvíce namáhanou součástí pohybový šroub, jsou v následující části popsány jeho vlastnosti a výhody, princip, mazání, návrh a výpočet.

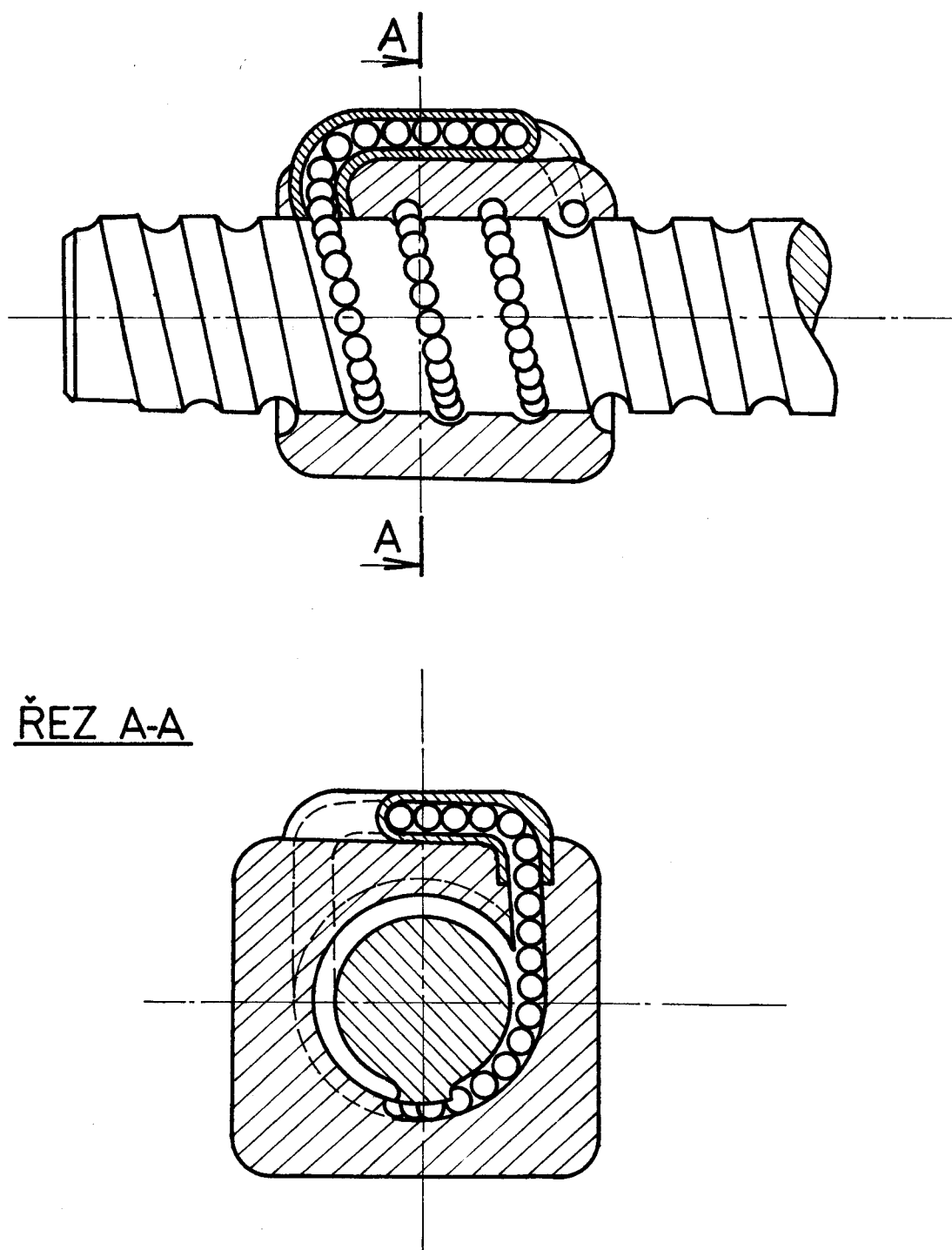
Vlastnosti a výhody

Nízká mechanická účinnost pohybových šroubů s lichoběžníkovým závitem je vážnou překážkou ve stavbě programově řízených výrobních strojů. V této spojitosti neobyčejně narůstá význam kuličkových pohybových šroubů, které představují valivé převody umožňující velmi přesný přenos rotačního pohybu na přímočarý a naopak z přímočarého na rotační, při minimálních mechanických ztrátách. Vysoká účinnost pohybového kuličkového šroubu a matice vytváří velmi příznivé podmínky pro úspory na rozměrech a váze pohonných jednotek, což je podstatnou podmínkou pro nasazení číslicových řídicích systémů pro výrobní nebo pro jiné druhy strojů a přístrojů.

Tuhost a vysoká jakost valivých drah kuličkových převodů jsou zárukou pro neobyčejnou odolnost proti opotřebení a proti vývinu tepla. Malý záběrový krouticí moment, bezvřetové provedení a vysoký stupeň přesnosti pohybu jsou dalšími výhodami.

Kinematický princip pohybových kuličkových šroubů a matic

Šroub a matice nejsou v přímém styku, nýbrž jsou odděleny kuličkami, které se odvalují na souhlasných drahách na šroubu a matici. Oběžná dráha v matici je v několika závitech naplněna kuličkami, které se odvalují a tím je kluzné tření nahrazeno valivým.



Obr. 6 ŘEZ MATICÍ KULIČKOVÉHO ŠROUBU

Odvalující se kuličky na koncích matice narážejí na deflektory, které usměrňují kuličky na koncích matice do převáděcích kanálů. Kuličky postupují kanálem a odtud zpět do kanálku, který je vytvořen převáděcí příložkou /obr. 6/.

Je to uzavřený systém, ve kterém při otáčce šroubu nebo matice kuličky neustále cirkulují v jednom či druhém smyslu. Otáčíme-li šroubem, matice se posouvá přímočarým pohybem a otáčíme-li maticí šroub koná přímočarý pohyb. V našem případě platí první varianta.

Pomocí dvou matic lze vůli zcela vymezit, nebo vyvolat předepnutí osovou silou, čímž se zvýší osová tuhost kuličkového převodu.

Na konci matic lze upevnit sběrače, které zabrání pronikání nečistot na valivé dráhy a na kuličky. Jako sběrače lze použít kartáčů, plsti nebo měkké umělé hmoty.

Mazání kuličkových převodů

Pohybový kuličkový šroub s maticí není choulostivý na mazání, ovšem je nutno zajistit slabou ale stálou vrstvu maziva na valivých plochách, nejvýhodnější je olej, který musí být stálý a čistý; přísady jako grafit jsou nepřijatelné.

Přesnost kuličkových převodů

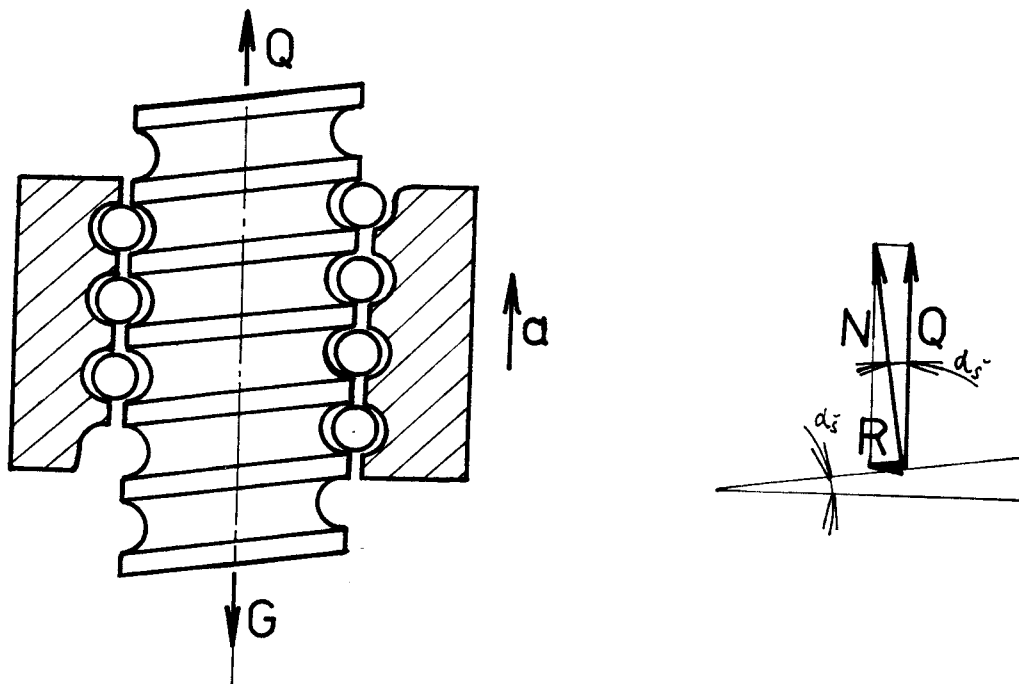
Přesnost kuličkových šroubů a matic je udávána v pěti třídách přesnosti. Pro velmi přesné převody první a druhé třídy přesnosti je zapotřebí použít dvojice matic s možností úplného vymezení vůle, nebo přepětí.

Rozbor sil působících na šroubu

Dynamický rozbor sil na pohybovém kuličkovém šroubu provedeme ve třech fázích pohybu:

- rozběh
- běh
- doběh

Představu o rozložení sil získáme z obr. 7.



Obr. 7 Rozložení sil na pohybovém kuličkovém šroubu

Rozběh: $v \neq 0$, v_k , a

$$ma = -G + Q \quad /1/$$

$$ma = -mg + Q \quad /2/$$

$$Q = \frac{R}{\tan \alpha} \quad /3/$$

$$R = \frac{M_k}{r} \quad /4/$$

$$ma = -mg + \frac{M_k}{r \cdot \tan \alpha} \quad /5/$$

Běh: v_k

$$0 = -mg + \frac{M_k}{r \cdot \tan \alpha} \quad /6/$$

Doběh: v / v_k , 0/, -a

$$-ma = -mg + \frac{M_k}{r \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad /7/$$

Pro pohon stolu budeme používat stejnosměrné motory, u kterých není zrychlení tak výrazné, proto pro výpočet krou-
ticího momentu použijeme rovnici /6/.

Uvažujeme, že hmotnost pracovního stolu $m = 500$ kg, prů-
měr šroubu je asi 0,06 m a stoupání šroubovice šroubu 6° .

$$M_k = mgr \cdot \operatorname{tg} \alpha = 15,46 \text{ Nm}$$

Tato hodnota však platí za předpokladu, že na šroub ne-
působí žádné zrychlení a při zanedbání všech pasivních odpo-
rů. Dále tuto hodnotu musíme zvětšit o ztráty vznikající
v převodovce.

Proto volíme stejnosměrný motor:

	ot /min ⁻¹ /	I /A/	U /V/	P /kW/
SM 90 L IP 23	1 400	1,8	220	0,24

K motoru použijeme převodovku:

	i	η	P /kW/
TSN 030 444,03 - 63x40	40	0,65	0,25

Výpočet síly působící na pohybový kuličkový šroub:

$$n_g = 35 \text{ /min}^{-1}/$$

$$M_k = \frac{30 \cdot P \cdot \eta}{\pi \cdot n} = 42,58 \text{ Nm}$$

Tato hodnota je mnohem větší než 15,46. Z toho je zřejmé,
že navržený motor lehce překoná pasivní odpory a sílu vzni-
kající od zrychlení.

Za předpokladu, že chceme, aby stoupání šroubovice na
1 otáčku bylo 0,02 m a úhel stoupání $5,75^\circ$. Použijeme šroub
o průměru 0,063m.

Sílu, která působí na šroub, určíme ze vztahu:

$$Q = \frac{M_k}{r \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{42,58}{0,0315 \cdot 0,101} = 13,385 \text{ kN}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi \cdot D} = 0,101$$

Výpočet kuličkového šroubu

Zadané nebo volené hodnoty	Vzorec pro výpočet nebo směrnice-pro volbu. Výpočet.
$Q_1 = 13,385 \text{ kN}$ $n_1 = 35 \text{ min}^{-1}$ Střídavé zatížení $k_d = 1,8$ Požadovaná doba $T = 15\,000 \text{ hod}$ Požadované stoupání $s = 20 \text{ mm}$ Maximální délka $l_{\max} = 700 \text{ mm}$	Střední zatížení, střední otáčky $Q_{\text{stř}} = 13,385 \text{ kN}$ $n_{\text{stř}} = 35 \text{ min}^{-1}$ Výpočtové zatížení $Q_v = 1,8 \cdot Q_{\text{stř}} = 24,09 \text{ kN}$ Životnost šroubu $n_c = 31,5 \cdot 10^6 \text{ ot}$ Koeficient únosnosti $K_Q = 0,3166$ Požadovaná únosnost šroubu $Q_{10^6} = \frac{Q_{\text{stř}}}{K_Q} = 76,08 \text{ kN}$ K 63 . 20 - 2 ³ / ₄ prac. zdvih 2800 mm
	Šroub K 63 . 20 - vyhovuje

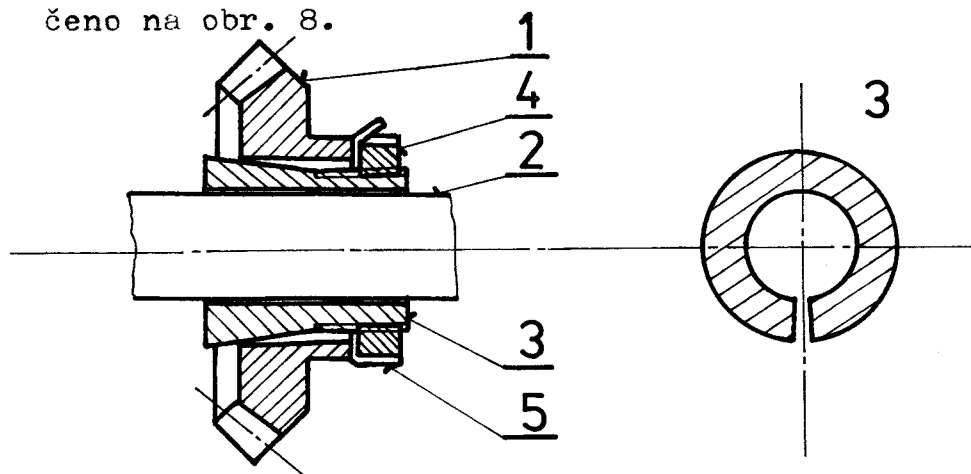
3.2.3 Otáčení stanic

A. Popis konstrukce

Natáčení jednotlivých stanic o stejný přesně definovaný úhel je řešeno takto:

Otáčky stejnosměrného motoru /4/ jsou redukovány v převodovce /3/ a přes dvě ozubená kuželová kola /6/, /7/ se přenáší na centrální hřídel /5/.

Centrální hřídel prochází šesti domečky /10/. V každém domečku se přenáší krouticí moment přes soustavu ozubených kol /11/, /12/ na hřídel /16/. Hřídel /16/ při natáčení natáčí řemenicí a tím zároveň ozubeným řemenem, který přenáší rotační pohyb přímo na mechanismus upínání jednotlivých stanic. Uchycení ozubeného kola na centrální hřídeli je naznačeno na obr. 8.



Obr. 8 Uchycení ozubeného kola na centrálním hřídeli

- 1 - ozubené kolo
- 2 - centrální hřídel
- 3 - dělený prstenec
- 4 - matice KM
- 5 - podložka

Velikost pootočení centrálního hřídele snímá indukční snímač IME /14/, který ho předává ke zpracování do řídicí jednotky brousicího automatu.

B. Výpočet ozubeného řemene

Při otáčení stanic je nejvíce namáhán ozubený řemen, proto je zde uveden jeho výpočet.

Máme určit řemen pro přenos výkonu 0,04 kW pro sklářský brousicí automat, osová vzdálenost 780 ± 5 mm, max. průměr řemenic 40 a 200 mm. Otáčky malé řemenice $n = 70 \text{ min}^{-1}$ a převodový poměr $i = 5$.

Volba řemene: Podle podmínek zadání volíme řemen s roztečí $t_b = 10$ mm a ϕ lanka 0,6 mm, řemenice volíme $z_1 = 12$, $z_2 = 60$ zubů.

Osová vzdálenost:

$$780 : 10 = 78$$

$$z_2 - z_1 = 60 - 12 = 48$$

V katalogu hledáme nejbližší hodnotu k 78. Nalezená hodnota je 78,126, nad tímto číslem odečítáme $z_v - z_1 = 181$ z toho $z_v = 181 + 12 = 193$. K tomu odpovídá řemen 272 213 034 ...

Konečná osová vzdálenost

$$193 - 12 = 181$$

$$60 - 12 = 48$$

Z katalogu odečtená hodnota pro tato čísla 78,126, osová vzdálenost $a_{\Sigma} = 78,126 \cdot 10 = 781,26$ mm.

Šířka řemene:

Výpočet obvodové rychlosti malé řemenice -

$$n = 70 \text{ min}^{-1}$$

$$r = 0,02 \text{ m}$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot r = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{70}{60} = 0,1465 \text{ m/s}$$

$$p = 8,5 \text{ kp/cm}^2$$

Počet zabírajících zubů

$$\sin \alpha = \frac{d_{rt_2} - d_{rt_1}}{2a_f} = \frac{191,08 - 38,296}{2 \cdot 781,26} \Rightarrow \alpha \doteq 5,5^\circ$$

$$\beta = 180 - 2 \cdot \alpha = 180 - 5,5 \cdot 2 = 169^\circ$$

Počet zabírajících zubů

$$z_z = \frac{z_1 \cdot \beta}{360} \doteq \frac{12 \cdot 169}{360} = 5,63 - \text{volíme } 5$$

Obvodová síla:

$$U = \frac{N \cdot 1,95 \cdot 10^6}{n \cdot d_k} = \frac{0,04 \cdot 1,95 \cdot 10^6}{70 \cdot 36,296} = 30,69 \text{ kp}$$

Součinitel druhu provozu S volíme:

$$S = S_1 + S_2 = 1 + 1,5 = 2,5$$

Šířka řemene:

$$b = \frac{100 \cdot U}{z_z \cdot p \cdot h_z} \cdot S = \frac{100 \cdot 30,69}{5 \cdot 13 \cdot 2,5} \cdot 2,5 = 47,23 \doteq 50 \text{ mm}$$

Délka řemene:

$$L = 1,57079/d_{rt_1} + d_{rt_2} / + \frac{d_{rt_2} - d_{rt_1}}{90} \cdot + 2a_f \sin \frac{\beta}{2}$$

$$L = 1,57079/191,08 + 38,296 / + \frac{191,08 - 38,296}{90} \cdot 5,5^\circ + 2 \cdot 781,26 \sin \frac{169}{2}$$

$$L = 1925,1 \text{ mm}$$

Řemenice:

$$d_{rt_1} = m \cdot z + \sigma_d = 3,183 \cdot 12 + 0,1 = 38,296 \text{ mm}$$

$$d_{k_1} = d_{rt_1} - 2u = 38,296 - 2 = 36,296 \text{ mm}$$

$$\text{Konečný průměr hlavové kružnice: } 189,1 + 0,05 - 0,0$$

$$d_{rt_2} = m \cdot z + d_d = 3,183 \cdot 60 + 0,1 = 191,08 \text{ mm}$$

$$d_{k_2} = d_{rt_2} - 2u = 191,08 - 2 = 189,08 \text{ mm}$$

Konečný průměr hlavové kružnice: $189,1 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,0 \end{smallmatrix}$

Tvar drážek ozubení řemenic volíme podle tabulky vyráběných rozměrů, tj. pro řemenice $z_1 = 12$ zubů drážku 3,5/2,7-50, pro řemenici $z_2 = 60$ zubů drážku 3,5/3,0-50.

Závěr:

Volíme řemen 272 213 034 050 délky 1925,1 mm.

3.2.4 Upínání

A. Popis konstrukce

Upínání má zajistit dvě funkce

- upnutí výrobku
- pootočení výrobku o přesně definovaný úhel

Vlastní upínání je řešeno tak, že tři upínací ramena /1/ sevřou určitou silou výrobek. Při sevření se výrobek vystředí, protože tři síly jsou v rovnováze jen tehdy, leží-li v jedné rovině a prochází-li jediným bodem. Velikost upínací síly se dá regulovat pomocí tlačné pružiny /12/ tak, že utahujeme nebo povolujeme matici /13/. Na upínací rameno se síla přenáší pomocí hřídele /8/, vodící součásti /3/ a čepu /2/, kolem kterého se upínací rameno otáčí.

Natáčení stanice je řešeno tak, že natočení centrálního hřídele je přenášeno přes ozubená kola v domečku, hřídel, malou řemenici a ozubený řemen na velkou řemenici, která je uchycena v trubce /14/ pomocí pera /29/ a proti posuvu na trubce zajištěna kroužky /17/. Trubka je zašroubována do rotoru /7/, smysl stoupání šroubovice závitů na trubce je opač-

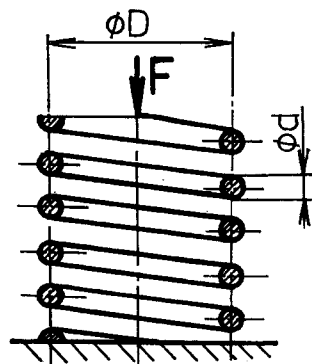
ný než směr otáčení stanice, protože tím nemůže docházet k samovolnému povolování trubky. Tím že je trubka pevně spojena s tělesem rotoru je i natočení rotoru shodné s natočením trubky. Rotor rotuje v ložiskách /27/, /28/, která jsou zabudována do statoru /6/. Stator je k základnímu rámu stolu připevněn pomocí šroubu /21/ a pérové podložky /22/.

Dvojitá funkce upínání je zajištěna tím, že celý upínací mechanismus je zabudován v tělese rotoru a trubky.

Všechny rotující součásti, které přicházejí do styku s chladicí kapalinou a produkty broušení se chrání pryží a spoje mezi součástmi, které jsou vystaveny působení kapaliny, jsou utěsněny.

K otevření tří upínacích ramen dochází tehdy, když pracovní stůl sjede do dolní polohy a matice /13/ narazí na pevný doraz. Tím hřídel /8/ a vodící součást /3/ vyjedou do horní polohy a upínací rameha se rozevřou natočením kolem čepu /2/. Aby nedošlo k poškození stanice je zajištěna dolní a horní poloha pracovního stolu koncovým spínačem.

B. Výpočet tlačné pružiny



Obr. 9 Tlačná pružina

Výpočet tlačné pružiny pro zadané hodnoty:

$$D = 60 \text{ mm}, d = 9 \text{ mm}, n_p = 10, y = 50 \text{ mm}, \gamma_p = 1,19, \\ G_s = 8\,300 \text{ kp} \cdot \text{mm}^{-2}$$

$$\tau = \frac{G \cdot d \cdot y \cdot G}{\pi \cdot n \cdot D} = \frac{1,19 \cdot 9 \cdot 50 \cdot 8300}{3,14 \cdot 10 \cdot 60^2} = 39,31 \text{ /kp.mm}^{-2}\text{ /} = 393,1 \text{ /MPa/}$$

$$F = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \tau}{8 \cdot y \cdot D} = \frac{3,14 \cdot 9^3 \cdot 39,31}{8 \cdot 1,19 \cdot 60} = 157,6 \text{ Kp} = 1576 \text{ N}$$

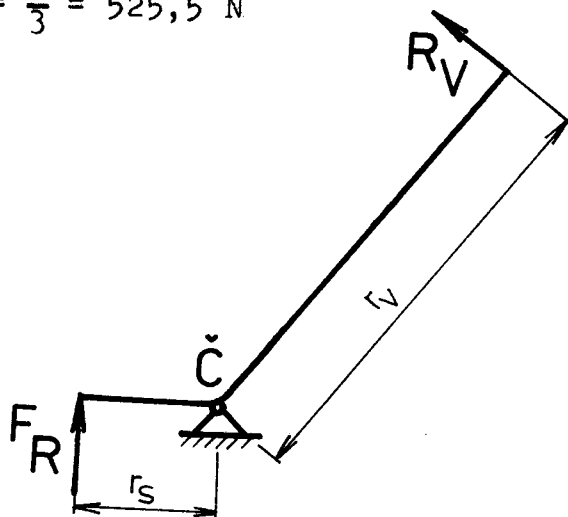
Při maximálním stlačení nám pružina vyvine sílu 1576 N, což je postačující.

C. Rozbor sil na upínacím mechanismu

Síla vyvozená tlačnou pružinou /12/ se nám přenáší přes hřídel /8/ a vodicí součást /3/ na tři upínací ramena, které jsou vlastně pákami otáčejícími se kolem čepů /2/.

Síla působící na jedno rameno:

$$F_R = \frac{F}{3} = 525,5 \text{ N}$$



$$\begin{aligned} R_V &= ? \text{ N} \\ F_R &= 525,5 \text{ N} \\ r_s &= 36 \text{ mm} \\ r_v &= 190 \text{ mm} \end{aligned}$$

Obr. 10 Rozložení sil na upínacím ramenu

$$M_{\check{C}} \quad F_R \cdot r_s - R_V \cdot r_v = 0$$

$$R_V = \frac{F_R \cdot r_s}{r_v} = \frac{525,5 \cdot 36}{190} = 99,5 \text{ N}$$

Tři upínací ramena sevřou součást při maximálním stlačení pružiny silou:

$$3 \cdot R_V = 3 \cdot 99,5 = 298,5 \text{ N}$$

Tato síla je mnohem vyšší než ta, kterou drží sklář výrobek při ručním zoubkování. Z toho plyne, že pro výrobky běžného sortimentu se nebude pružina stlačovat na maximum.

4. TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

4.1 Technické zhodnocení

Návrh brousicího automatu s číslicovým řízením pro mechanizaci procesu výroby zoubků do okrajů sklářských výrobků je moderním řešením. Tímto směrem se ubírají světové firmy /Kutzscher, Pötting/, které brousicí automaty vyrábějí. Stroj odstraňuje z výroby ruční a duševně náročnou práci. To bylo také úkolem této diplomové práce.

Stejnoseměrné motory jsou pro pohon jednotlivých mechanismů stroje použity z toho důvodu, že se dají lehce ovládat tyristory. Tím jsou vhodné pro automatické ovládání.

Dále je na nejnamáhavějším uzlu stroje použit pohybový kuličkový šroub, který se vyznačuje vysokou spolehlivostí, přesností polohování a účinností, nízkou hlučností a je celkem nenáročný na údržbu.

Pro natáčení jednotlivých stanic je použita osvědčená konstrukce s centrálním hřídelem, ale vlastní natáčení stanic je řešeno pomocí ozubeného řemene.

Zajímavá je konstrukce upínání, protože upínací mechanismus zajišťuje upnutí výrobku a zároveň jeho otáčení o volený úhel a to ve velmi agresivním pracovním prostředí.

Výhodou je, že celý stroj je sestaven z prvků vyráběných našimi výrobci. Řídicí jednotka NS 915 je převzata z číslicově řízených soustruhů vyráběných také v Československu.

4.2 Ekonomické zhodnocení

Navržený brousicí automat vykonává tu samou práci, kterou koná brusič /kulič/. Tento pracovník je zařazen v tarifní třídě číslo 8, což představuje přibližně průměrnou hodinovou mzdu 15,- Kčs. Brusič /kulič/ je schopen během osmihodinové pracovní doby vyprodukovat průměrně 8x12 výrobků, tzn.

96 výrobků. Produkce brusiče /kuliče/ v peněžních jednotkách představuje 250 000 Kčs hrubé výroby ročně.

Předložený brousicí automat má teoretickou hodinovou výkonnost 60 výrobků /minimální hranice je 40 výrobků za hodinu/. Je to tedy 5x více než brusič /kulič/. Za předpokladu, že by stroj odpracoval během roku stejný počet hodin, pak by i jeho roční produkce byla 5x250 000 Kčs výroby, t. j.: 1 250 000 Kčs. Přičemž pořizovací cenu navrhovaného stroje lze odhadnout na 400 tis. Kčs. To ovšem znamená, že ani za rok provozu by byl stroj "zaplacen", přičemž ovšem životnost stroje je 10 let. Při dosavadních výpočtech se předpokládalo, že stroj pracuje na 1 směnu stejně jako brusič /kulič/. Ale stroj by mohl pracovat na dvě směny. Potom je roční produkce výroby 2,5 mil Kčs, za celou dobu činnosti /tzn. za 5 let/ je to 12,5 mil Kčs hrubé výroby. Kulič během 5 let odhadem obdrží mzdu 15/hodinová mzda/x2210/počet plánovaných pracovních hodin na rok 1983 při 8,5 hodinovém pracovním dni/x5 let = 165 750 Kčs. Tím, že stroj za pět let vyrobí 10x více výrobků /5xvyšší produkce za směnu/, lze konstatovat, že 1 brusič /kulič/ za pět let "stojí" 165,75 tisíc korun a stroj za 5 let "stojí" 400 tisíc Kčs. Jenže on nahradí 10 takových pracovníků.

Je pochopitelné, že stroj potřebuje údržbu. Budeme-li předpokládat, pro tuto činnost 2 pracovníky /každého na jednu směnu/ s výdělkem stejným jako brusič, pak celkovou úsporu lze vyčíslit takto:

- stroj nahradí 10 brusičů, kteří by za 5 let obdrželi mzdu 1657,5 Kčs, jestliže pracuje na 2 směny
- odhadovaná cena je 400 tis Kčs
- údržbářům za 5 let bude zaplacená mzda 331 500 Kčs, což je možné počítat za zvýšení ceny stroje na 731,5 tis Kčs za 5 let.
- celková úspora je tedy: $1\ 657\ 500 - 731\ 500 = 926\ 000$ Kčs

Je sice pravda, že neuvažují žádnou částku na pohon stroje, ale brusiči pracují také na brousicích strojích, které spotřebovávají elektrickou energii. Dále jsem nevyčíslil úspory vzniklé tím, že u 10 brusičů je sníženo nebezpečí vzniku nemoci z povolání - otlaku loketního kloubu. Kterou trpí většinou brusiči po 10 až 15 letech práce a tím nemohou vykonávat svou profesi.

5. Z Á V Ě R

Z provedeného technicko-ekonomického zhodnocení je zřejmé, že zavedení brousicího automatu s číslicovým řízením na výrobu zoubků do okrajů sklářských výrobků je velmi progresivní, dovolí zvýšit produktivitu práce při odstranění monotónní ruční práce.

Kromě toho je zřejmé, že po úplném konstrukčním zpracování v k. p. Bohemia Poděbrady na základě podkladů z diplomové práce, bude možné realizovat navrhované strojní zařízení s využitím tuzemských součástí. Navíc bude přitom dosaženo vysoké výrobnosti. Tím, že je automat sestaven z tuzemských součástí, ušetříme velké množství devizových prostředků, kdybychom chtěli nakoupit podobné zařízení v zahraničí.

L I T E R A T U R A

- /1/ Bartoš J. a kol.: Strojnické tabulky, SNTL Praha
- /2/ Katalog TOS Kuřim: Kuličkové šrouby a matice,
TOS Hulín 1979
- /3/ Kolektiv autorů: Číslicové řízení obráběcích strojů
Dům techniky, ČSVTS - Praha 1968
- /4/ Kolektiv autorů: Katalog valivých ložisek 1973,
SNTL Žilina 1973
- /5/ Kolektiv autorů: Katalog ozubených řemenů,
Gumárny Zubří
- /6/ Klebsa V: Technologie skla a keramiky I.
VŠST Liberec
- /7/ Bachtík S. a Pospíchal V.: Zušlechťování skla,
SNTL Praha 1964

Na závěr děkuji za cenné rady a pomoc při řešení diplomového úkolu vedoucímu diplomové práce s. Ing. Vladimíru Klebsovi, CSc, konzultantovi s. Rudolfu Kolouchovi, kteří mi pomohli svými zkušenostmi.

1	IME								1
2	UPÍNACÍ RAMENO								2
2	OBJÍMKA								3
1	PŘÍRUBA								4
2	KROUŽEK								5
1	DESKA								6
1	PŘÍRUBA								7
2	KROUŽEK								8
1	PŘÍRUBA								9
1	TĚSNĚNÍ								10
1	TĚSNĚNÍ								11
1	TĚSNĚNÍ								12
1	TĚSNĚNÍ								13
1	ROZP. TRUBKA								14
1	ŠROUB K 63x20								15
1	MATICE K 63x20 2 ³ / ₄								16
12	ŠROUB M10x45	ČSN 021101							17
12	MATICE M10	ČSN 021401							18
12	PODLOŽKA 10,2	ČSN 021740							19
2	ŠROUB M5x14	ČSN 021131							20
2	PODLOŽKA 5,1	ČSN 021740							21
2	ŠROUB M4x15	ČSN 021131							22
2	MATICE M4	ČSN 021401							23
2	PODLOŽKA 4,1	ČSN 021740							24
2	LOŽISKO 6208	ČSN 024636							25
6	ŠROUB M12x50	ČSN 021101							26
6	MATICE M12	ČSN 021401							27
6	PODLOŽKA 12,2	ČSN 021740							28

Trubky

POHYBOVÝ
ŠROUB

2-DP-057/83-0500

2

1	RÁM								1
4	PŘÍRUBA								2
1	PŘEVODOVKA TSN 030 444, 02-50x20								3
1	SM MOTOR SM 90 L IP 23								4
1	CENTR. HŘÍDEL								5
1	OZUBENÉ KOLO								6
1	OZUBENÉ KOLO								7
1	MATICE								8
1	DĚLENÝ PRSTENEC								9
6	DOMĚČEK								10
6	OZUBENÉ KOLO								11
6	OZUBENÉ KOLO								12
6	MATICE								13
1	IME								14
1	OBJÍMKA								15
6	HŘÍDEL								16
24	ŠROUB M8x40	ČSN 021101							17
24	MATICE M8	ČSN 021401							18
24	PODLOŽKA 8,2	ČSN 021740							19
1	MATICE KM 7	ČSN 023630							20
6	MATICE KM 6	ČSN 023630							21
2	ŠROUB M5x14	ČSN 021101							22
2	PODLOŽKA 5,1	ČSN 021740							23
4	ŠROUB M10x40	ČSN 021101							24
4	MATICE M10	ČSN 021401							25
4	PODLOŽKA 10,2	ČSN 021740							26

Toušek

STŮL

1-DP-057/83-0200 2

2	VODICÍ LIŠTA								29
2	VODICÍ LIŠTA								30
1	STOJAN								31
1	STOJAN								32
2	KONCOVÝ SPINAČ								33
2	KONCOVÝ SPINAČ								34
6	ŘEMENICE								35
1	PŘÍRUBA								36
6	HŘÍDEL								37
6	NAPÍNAČÍ KLADKA								38
6	PŘÍRUBA								39
6	ŘEMEN 272 213 034 060								40
1	NÁDRŽ								41
1	ODSTŘEDIVKA								42
1	ČERPADLO 2 COA 10-27								43
6	DIAMANTOVÝ KOTOUČ								44
6	ODBŮČKA								45
1	PRYŽ. HADICE								46
6	PRYŽ. HADICE								47
2	PŘÍRUBA								48
12	ŘEMENICE								49
6	ŘEMEN 272 213 038 030								50
1	OCELOVÉ LANKO								51
16	KROUŽEK								52
6	VŘETENO								53
26	MATICE M 12	ČSN 021401							54
26	PODLOŽKA 12,2	ČSN 021703							55
24	ŠROUB M8 x 35	ČSN 021101							56

končí

**BROUSICÍ
AUTOMAT**

0-DP-057/83-0000 3

1	RÁM								1
1	STŮL						1-DP-057/83-0200		2
1	DESKA								3
4	VODICÍ TYČ								4
1	POHYBOVÝ ŠROUB						2-DP-057/83-0500		5
1	PRUŽNÁ SPOJKA								6
1	PŘEVODOVKA TSN 030 444,03-63x40								7
1	SM MOTOR SM 90 L IP 23								8
6	SM MOTOR SM 112 S IP 23								9
1	PLEXISKLO TL 5								10
1	DRŽÁK								11
1	KRYT								12
1	SERVOMOTOR HS M 60								13
4	PRACHOVKA								14
4	PRACHOVKA								15
2	HŘÍDEL								16
2	KLADKA								17
6	UPÍNÁNÍ						2-DP-057/83-1000		18
1	VANA								19
6	POSUVNÁ DESKA								20
6	HOZVAD. CHL. KAPALINY								21
6	POSUVOVÝ ŠROUB								22
4	STAHOVACÍ KOLO								23
4	PŘÍRUBA								24
4	PŘÍRUBA								25
1	PRYŽ. HADICE								26
1	PRACHOVKA								27
1	PRACHOVKA								28

40 nch

BROUSICÍ
AUTOMAT

0-DP-057/83-0000 2

3	UPÍNACÍ RAMENO									1
1	HŘÍDEL									2
1	VODICÍ TĚLESO									3
1	PRYŽ. TĚSNĚNÍ									4
1	DESKA									5
1	STATOR									6
1	ROTOR									7
1	HŘÍDEL									8
2	PAPÍR. TĚSNĚNÍ									9
1	DESKA									10
1	ŘEMENICE									11
1	TLAČ. PRUŽINA									12
1	MATICE									13
1	TRUBKA									14
2	TĚSNĚNÍ									15
2	KROUŽEK 110	ČSN 022931								16
2	KROUŽEK 70	ČSN 022930								17
3	KROUŽEK 14	ČSN 022930								18
6	ŠROUB M2x18	ČSN 021151								19
3	ŠROUB M5x16	ČSN 021151								20
6	ŠROUB M10x22	ČSN 021101								21
6	PODLOŽKA 10,2	ČSN 021740								22
3	ŠROUB M2x20	ČSN 021131								23
3	MATICE M2	ČSN 021401								24
1	KROUŽEK 70x90x13	ČSN 029401.0								25
2	TĚSNICÍ KROUŽEK 70x70	ČSN 029310.6								26
1	LOŽISKO 16024	ČSN 024630								27
1	LOŽISKO 6014	ČSN 024633								28

rouchy

UPÍNÁNÍ

2-DP-057/83-1800 2

