

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
Obor 23 - 21 - 8

V Ý R O B N Í S T R O J E A Z A Ř Í Z E N Í

zaměření

Sklářské a keramické stroje

Katedra sklářských a keramických strojů

J E D N O Ů Č E L O V Ý S T R O J P R O O P R A C O V Á N Í
N O Ž E K S K L E N Ě N Ý C H K A L Í Š K Ů

MILAN POSPÍŠIL
DP 104/86

Vedoucí práce : ing. Vladimír Klebsa, CSc. - VŠST Liberec
Konzultant : ing. Jaroslav Haas - VÚUS Nový Bor

Rozsah práce a příloh :

Počet stran	49
Počet příloh	5
Počet obrázků	14
Počet výkresů	5
Počet modelů nebo jiných příloh	0

V Liberci, dne 23. 5. 1986

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: strojní

Katedra: sklářských a keramických strojů Školní rok: 1985/1986

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Milana Pospíšila

obor 23-21-8 Stroje a zařízení pro chemický, potravinářský a spotřební průmysl

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: Jednouúčelový stroj pro opracování nožek skleněných kalíšků

Zásady pro vypracování:

Při strojní výrobě nožek skleněných kalíšků (dýnek) na automatické lince LINKUŽ dochází k vytvoření přelisku v místě spojů lisovacích forem (vrchní část dýnka), dále ke vzniku nerovností na okraji a spodní části dýnka.

Vypracujte ideový návrh jednouúčelového stroje pro zmechanizování požadovaných operací. Práce bude obsahovat:

1. Podrobný rozbor současného stavu (technologie, sortiment ap.)
2. Ideový návrh zařízení (dispoziční sestava) pro operace
 - a) opracování vrchní části dýnka
 - b) opracování spodní části dýnka
 - c) opracování okraje dýnka
 - d) způsob upínání dýnka
3. Popis funkce zařízení
4. Technicko-ekonomické hodnocení navrženého řešení.

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

Rozsah grafických prací: cca 40 stran textu doložených schématy, výpočty
a příslušnou dokumentací

Rozsah průvodní zprávy:
Seznam odborné literatury:

Cozl Z.: Mechanické opracování skla, SNTL, Praha 1969
Firemní literatura (dianástroje)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Klebsa, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 1.10. 1985

Termín odevzdání diplomové práce: 23.5. 1986

L. S.


Doc. Ing. Jaroslav Belda, CSc.
Vedoucí katedry


Doc. Ing. Ján Alaxin, CSc.
Děkan

V Liberci dne 1.10. 1985

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

M. Papáček

V Liberci, dne 23. 5. 1986

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	5
ÚVOD	6
Rozbor zadání a vymezení úkolu	7
ZPŮSOB VÝROBY KALÍŠKŮ	9
Popis linky LINKUŽ	9
Popis lisování stonku a důvody vzniku přelisků na dýnku	13
Současný tvar dýnek	14
TEORIE BROUŠENÍ	15
Vlivy působící na broušení	17
Používaná brusiva	20
ZPŮSOBY BROUŠENÍ DÝNKA	22
VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY BROUŠENÍ	33
ROZBOR MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ UPÍNÁNÍ	35
VOLBA TYPU STROJE	38
VÝPOČTOVÁ ČÁST	40
POPIS STROJE	45
HODNOCENÍ, ZÁVĚR	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

i	- počet drážek maltézského mechanismu
p	- počet palců
k	- součinitel časového využití
2φ	- úhel mezi drážkami kříže $/^\circ/$
ψ	- úhel záběru palce $/^\circ/$
t_p	- pracovní doba maltézského mechanismu $/s/$
t_k	- doba klidu maltézského mechanismu $/s/$
t	- celková doba maltézského mechanismu $/s/$
n_k	- otáčky, kliky $/s^{-1}/$
ω_k	- úhlová rychlost kliky $/s^{-1}/$
ϵ_{max}	- maximální úhlové zrychlení kříže $/s^{-2}/$
R_1	- poloměr kliky maltézského mechanismu $/mm/$
R_2	- poloměr kříže maltézského mechanismu $/mm/$
L	- osová vzdálenost kříže a kliky $/mm/$
r_1	- náhradní vnitřní $\varnothing$ hlavice $/mm/$
r_2	- náhradní vnější $\varnothing$ hlavice $/mm/$
h	- výška hlavice $/mm/$
a	- délka ramene $/mm/$
b	- výška ramene $/mm/$
c	- šířka ramene $/mm/$
r_{t1}	- vnitřní $\varnothing$ centrální trubky $/mm/$
r_{t2}	- vnější $\varnothing$ centrální trubky $/mm/$
m_H	- hmotnost hlavice $/kg/$
m_R	- hmotnost ramene $/kg/$
m_T	- hmotnost centrální trubky $/kg/$
J_H	- moment setrvačnosti hlavice $/kg \cdot m^2/$
J_{CH}	- moment setrvačnosti hlavice k centrální ose otáčení $/kg \cdot m^2/$
$\bar{J}_{CH}$	- moment setrvačnosti všech hlavice $/kg \cdot m^2/$
J_R	- moment setrvačnosti ramene $/kg \cdot m^2/$
J_{CR}	- moment setrvačnosti ramene k centrální ose otáčení $/kg \cdot m^2/$
$\bar{J}_{CR}$	- moment setrvačnosti všech ramen $/kg \cdot m^2/$
J_{CT}	- moment setrvačnosti centrální trubky $/kg \cdot m^2/$
$\bar{J}_C$	- celkový moment setrvačnosti $/kg \cdot m^2/$
M	- hnací moment na kříži maltézského mechanismu $/N \cdot m/$
M_1	- hnací moment na klice maltézského mechanismu $/N \cdot m/$

ÚVOD

Sklářský průmysl zaujímá důležité postavení v našem národním hospodářství. Uspokojuje nejen domácí spotřebu skla, ale je zároveň důležitým činitelem pro vývoz. Velmi významně přispívá ke kultuře našeho života a vytváří také mnoho výrobků důležitých pro nejrušnější průmyslová odvětví. Sklářská výroba byla dříve charakteristická velkým množstvím ručních prací. V současné době se již neobejde bez strojních zařízení. Také stav dnešní světové techniky ukazuje, že v nejbližší budoucnosti se bude převážná část sklářské produkce vyrábět strojně. Do sklářské výroby stále více proniká strojeová automatizovaná výroba.

V dokumentech schválených na XVII. sjezdu KSČ se říká: „Hlavním cílem, který Komunistická strana Československa trvale sleduje, je zvyšovat životní úroveň lidu, uspokojovat hmotné a duchovní potřeby obyvatelstva na kvalitativně vyšším stupni.“ Pro sklářský průmysl, jako odvětví lehkého průmyslu se zde ukládají následující úkoly: „Rozvoj lehkého průmyslu zaměřit především na zvyšování kvality a mědnosti výrobků, rozšíření výroby zboží mimořádné jakosti a soustavnou inovaci sortimentu spotřebního zboží, a to jak pro zásobování vnitřního trhu, tak pro vývoz. Ve sklářském průmyslu soustředit pozornost na včasný náběh nových kapacit na výrobu plaveného skla v Řetenicích a skleněných vláken v Trnavě a připravit program rozšíření výroby tkanin ze skleněného hedvábí pro elektrotechniku. V zájmu efektivního využití tavících kapacit rozšiřovat sortiment odlehčených vratných obalů pro potravinářský průmysl. Modernizovat vybrané závody na výrobu porcelánu, užitkového skla a bižuterie. Zvýšit využití skleněných střepeů a snižovat energetickou náročnost výroby skla.“

Aby mohly být splněny hlavní cíle a úkoly XVII. sjezdu KSČ bude nutné v oblasti sklářství urychlení tempa rozvoje vědy a techniky a zavádění výsledků do praxe, prosazování maximální hospodárnosti a racionální využití zdrojů. Te bude jediná cesta jak sklářský průmysl splní požadavky současné etapy.

Rozbor zadání a vymezení úkolu.

Při strojní výrobě kalíšků vznikají na dýnce přelisky. Jejich vznik je dán technologií výroby. U ruční výroby tyto přelisky nevznikají. Prvotním cílem práce bylo pouze odstranění těchto přelisků. Na to jsem se také z počátku zaměřil.

Po opracování by dýnka kalíšku ze strojevé výroby mělo vypadat stejně nebo podobně jako dýnka z ruční výroby. Dýnka z ruční výroby jsou hladká, bez jakýchkoliv okrajů, přelisků a švů. Opracování dýnek se má provádět mechanicky, pomocí brusných kotoučů. Při návrhu upínání je třeba brát v úvahu i různé tvary kalíšků ze strojevé výroby.

V průběhu řešení došlo k dalšímu upřesnění požadavků. Na konzultaci ve VÚUS Nový Bor dne 4. 9. 1985 jsem zjistil následující informace :

1. Broušení se má provádět na souberu olovnatých kalíšků typu LAURA. Tento souber, který se vyrábí ve sklárnách ve Světlé nad Sázavou je složen z osmi druhů kalíšků. Jednotlivé kalíšky se od sebe liší hmotností, průměrem dýnky, velikostí kalichu a výškou celého kalíšku. U souberu kalíšků LAURA se používá dvou druhů stенок. Stenky jsou tvarově shodné, liší se výškou a průměrem dýnky.

Rozměry kalíšků jsou uvedeny v tabulce č. 1.

TAB. 1

Číslo	Hmotnost / g /	Ø dýnky /mm/	výška kalíšku /mm/	největší Ø kalichu /mm/
1	60	56	151	63
2	90	56	159	70
3	130	66	171	81
4	150	66	208	70
5	170	66	177	86
6	180	66	151	105
7	220	66	185	93
8	280	66	191	98

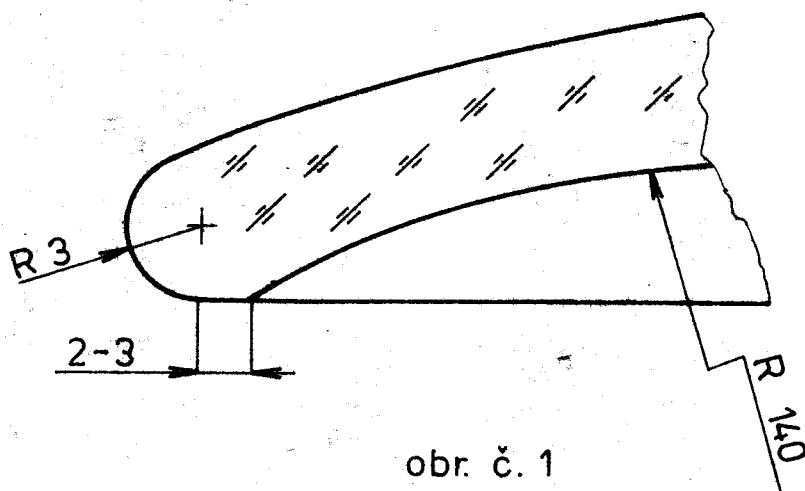
2. Při konzultaci byl také upřesněn tvar dýnka po broušení.

Na dýnku se mají brousit tyto plochy:

- obvod
- spodní obvodová plocha /rovinná/
- celá spodní plocha. Zde je požadována kulová plocha s $R = 140$ mm pro oba dráhy dýnek.

Není požadavek na opracování vrchní části dýnka. To proto, že švy vzniklé v místě spojení formy jsou na hranách stonku, takže nejsou příliš sřetelné.

Požadovaný tvar dýnka je znázorněn na obr. č. 1



obr. č. 1

Podle obrázku č. 1 je tvar dýnka po opracování složen ze tří ploch. Kulová plocha / $R = 140$ mm/ vytváří hladký tvar spodní části dýnka. Tím se odstraní propadlá plocha vzniklá vtažením skloviny při ohlazení. Dále se odstraní stopy po styku razníku se sklovinou. Rovinná plocha na obvodě dýnka je vytvořena proto, aby kalíšek stál rovně. Šířka této plochy je přibližně 2 - 3 mm. Radius na boku dýnka tvoří plynulý přechod do vrchní části plochy dýnka.

Konečným cílem práce je nalezení způsobu broušení pro opracování tvaru podle obr. č.1. Pro opracování tohoto tvaru je navrženo několik variant. Z nich je vybrán nejvýhodnější způsob, který je dále rozpracován. I přesto bych rád uvedl i původní návrhy na odstranění přelisků dýnka. Tyto návrhy tvoří základ, ze kterého jsem dále vycházel při zpracování konečného způsobu broušení.

ZPŮSOB VÝROBY KALÍŠKŮ

V současné době se většina druhů užitkového skla - kalíšků, vyrábí na strojních, plně automatických linkách. Automatická strojní výroba byla u nás zaváděna v letech 1972 - 1977, kdy nahradila klasický ruční způsob výroby. Přesnější rozměry kalíšků ze strojové výroby umožnily následnou mechanizaci a automatizaci některých sušleštevacích operací,

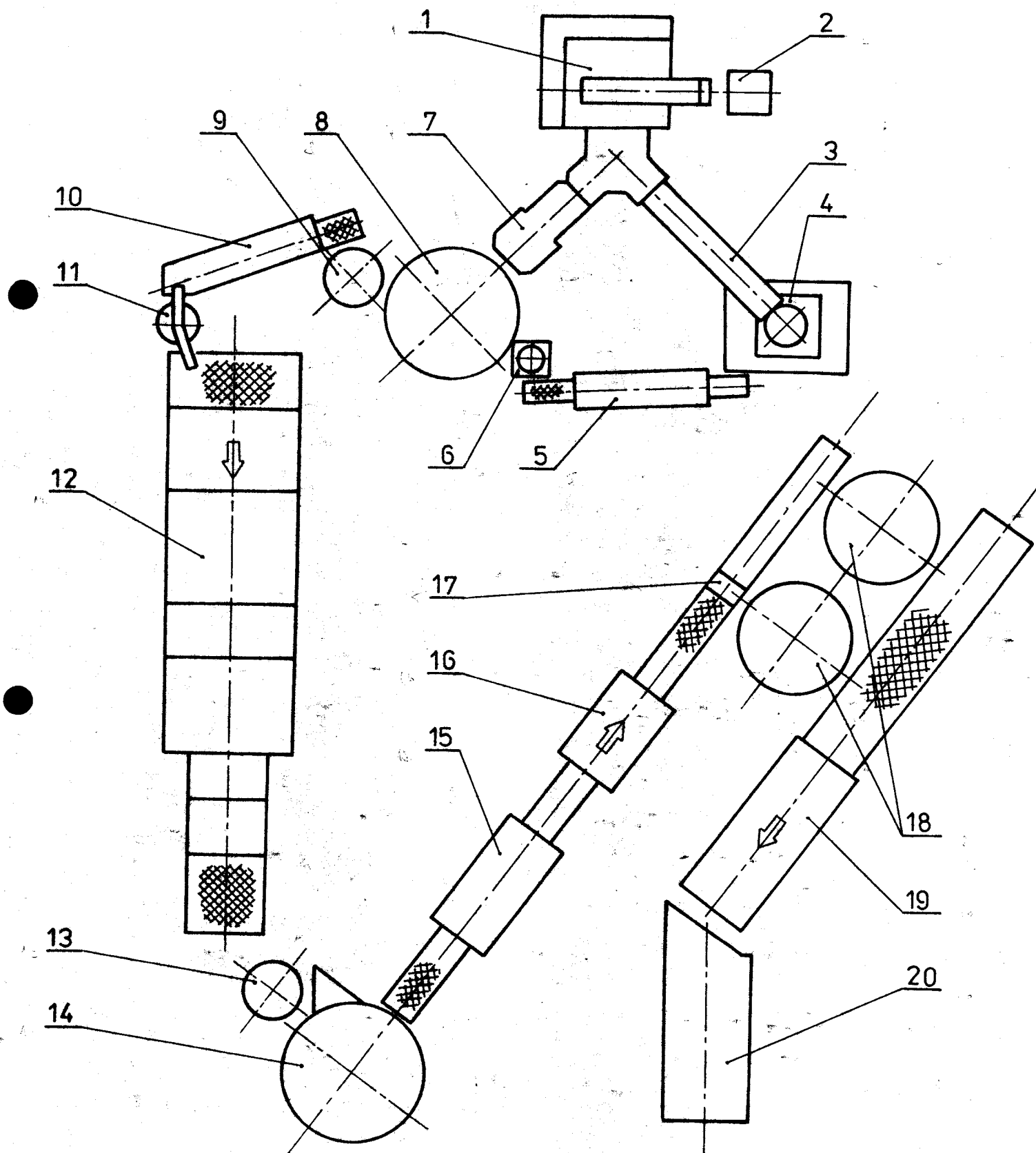
Popis linky LINKUŽ

Hlavní části linky :

1. Celoelektrická tavící hlubinná pec. Pec je dvouprostorová, má tavící a pracovní část. Hladina skloviny v tavícím prostoru je zakrytá klenem. Z tavícího prostoru proudí sklovina do pracovní části a odtud do dávkovačů.
Tavící část je vytápěna šesti molybdenovými elektrodami. Průměr elektrod je 50 mm.
Pracovní část pece, v níž se shromažďuje vytavená sklovina je vytápěna odporovými smyčkami. Smyčky jsou uloženy v základnách klenby pracovní části. Na pracovní část navazují dva dávkovače.
2. Dávkovače
 - a/ Dávkovač lisu IWP 16. Z jeho žlabu vytéká pramínek skloviny přímo do formy první stanice lisu. Sklovina je odstříhována nůžkami těsně nad okrajem lisovací formy.
 - b/ Dávkovač lisefoukacího stroje IW 16. Kapka skloviny je vytvářena plunžrovým mechanismem.
3. Šestnáctistaničový karuselový pneumatický lis IWP 16. Na stroji se zhotovují stonky kalíšků z dávky, která padá přímo do středu lisovací formy. Lisují se dýnkem nahoru, pomocí pružinového koše. Po vylisování je stoněk položen vakuumem odnámačem na teflonové skluzy, které přivádějí stonky k zakladači. Skluzy mají tvar šroubovice a stoněk se na nich otáčí tak, že k zakladači přichází dýnkem dolů.

4. Zakladač stonků. Slouží pro zakládání stonků do lisofoukacího stroje. Stonky jsou k zakladači přiváděny vyhřívaným dopravníkem, zakladač je vkládá na rotující spodní stanici lisofoukacího stroje. Synchronizací činnosti obou strojů zajišťuje elektronický časovač.
5. Dvacetistanicový lisofoukací stroj IW 16. Na stroji dochází k vytváření baňky a k jejímu spojení se stonkem. V předformě lisovací stanice se nejdříve lisuje předlisek. Předforma je otočná a pomocí vakua předává předlisky na otočný pracovní stolek stanice. Dvacet stanic je pravidelně rozděleno na rostečné kružnice stroje. Každá má otočnou foukací hlavu, otočný pracovní stolek /kroužek/, pevnou otevírací litinovou konečnou formu a pod ní otočnou spodní část stanice, na kterou se pokládá stének. Na otočném stoleku začíná volné tvarování baňky tím, že sklovina vlastní tíhou protéká dolů. Potom sjede na výlisek otočná foukací hlava, zamáčkne se do skloviny a předfoukne baňku. Následuje svedení spodní otočné části stanice se stonkem proti prodlužující se baňce. Současně se zavírá konečná forma. Foukací hlava pak dofukuje konečný tvar, přičemž dochází ke spojení sténku s baňkou. Po dokončení foukání se forma otevře, foukací hlava vyjede nahoru a rotace stolku se zastaví. Výrobek je od stolku odlomen odnímáním zařízením, které ho předává dále. Výrobní cyklus zaujímá 270° z rostečné kružnice stroje. Zbývajících 90° je využito pro odstranění zbytku skloviny ze stolku a pro ochlazení konečných forem vodou.
6. Odlamovač. Má čtyři chapadla, ovládaná pneumaticky. Odlamovač uchopí výrobek, odlomí jej od pracovního stolku, otočí o 180° a položí na dopravní pás směřující ke chladicí peci.
7. Celoelektrická pásová chladicí pec s vlivou atmosférou. Zakladač řadí výrobky do 10, 12 nebo 14 řad za sebou na pásový dopravník pece.
8. Prvorafinační linka. Zde se provádí závěrečné výrobní operace, jako epukávání, broušení, sámování, zapalování, mytí a sušení, kontrola a třídění. Část výrobků odchází k dalšímu sušlechtění, část jde přímo do expedice.

Schema linky LINKUŽ



obr. č. 2

Legenda k schematu linky LINKUŽ

- 1 - tavící agregát
 - 2 - zakladač kmene
 - 3 - dávkač lisu
 - 4 - karuselový lis IWP 16
 - 5 - dopravník
 - 6 - zakladač stonku
 - 7 - dávkač lisofoukacího stroje
 - 8 - lisofoukací karuselový stroj IW 16
 - 9 - odnímač od foukacího stroje
 - 10 - dopravník
 - 11 - zakladač do chladičí pece
 - 12 - chladičí pásová pec
 - 13 - zakládací karusel
 - 14 - opukávací a broušící stroj DF 24 B
 - 15 - myčka
 - 16 - sušička
 - 17 - převraccio
 - 18 - zapalovací stroje
 - 19 - kontrola
 - 20 - konečná úprava
- broušení
 - malování
 - obtisky
 - síťotisk
 - hladké sklo

Pepis lisování stonku a důvody vzniku přelisků na dýnku

Lisování stonku se provádí v polese dýnkem nahoru. Kapka skloviny padá z dávkovače přímo do lisovací formy. Pak následuje otočení stolu s formami do další pozice. Do formy pak sajíždí razník a následuje lisování skloviny.

Forma pro lisování je složena z několika částí. Především je to vlastní těleso formy. To je dvojitelné, složené ze dvou stejných polovin. Těleso formy je vyrobeno z ocele. Na formu dosedá nedělný litinový kroužek, kterým prochází při lisování ocelový razník. Kroužek vede razník v poslední části jeho dráhy. Všechny části formy jsou vyrobeny s určitou přesností. To znamená, že průměr díry kroužku není vždy přesně shodný s velkým průměrem formy / průměr dýnka/. Stejně tak průměr razníku musí být menší než je průměr díry kroužku, aby se razník mohl v kroužku pohybovat. Významným hlediskem pro volbu tolerancí je i tepelná roztáhnout dílů formy.

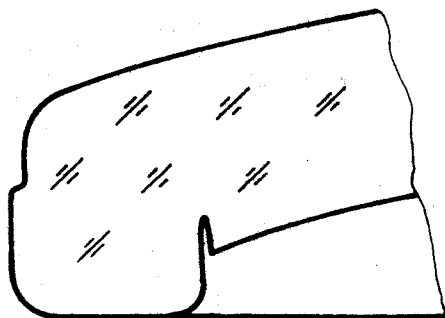
Tyto tolerance jsou první příčinou vzniku přelisků na dýnku. Druhý důvod vzniku přelisků je v nepřesnosti dávkování. Při lisování sajíždí razník na konstantní výšku. Je-li kapka malá, razník je „peneřen“ méně do skloviny. Tím vzniká menší přelis. Při větší kapce sajede razník hlouběji do skloviny a vytvoří se přelis větší. Pedální šev na stonku je způsoben složením tělesa formy ze dvou polovin.

Při lisování dýnka dochází ke vzniku obvodové drážky na spodní části dýnka. Je to opět dáno používanou technologií lisování. Vznik drážky je způsoben ostrým okrajem razníku. Při lisování dochází k určitému rozdrcení a zatlačení skloviny kolem obvodu razníku. Tím se vytváří úzká, ale poměrně hluboká rýha.

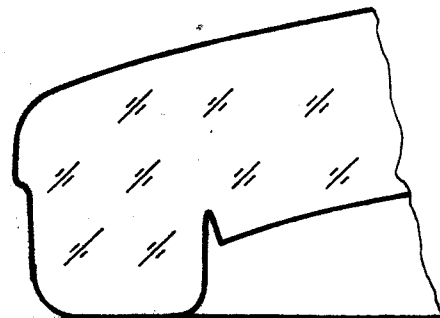
Současný tvar dýnek

V současné době se dýnka kalíšků ze strojové výroby dále nijak nepracovávají. Na strojně vyráběném dýnku vznikají dva přelisy. Jeden přelis na obvodu dýnka, druhý je na jeho spodní ploše. Přelis na obvodu má dvojitý tvar. Vzniká zde buď vnější nebo vnitřní přelis. Oba jsou znázorněny na obr. č. 3. Vznik těchto dvou druhů přelisků je dán tím, jaké díly formy a s jakými tolerancemi se „sejdou“ při sestavování formy.

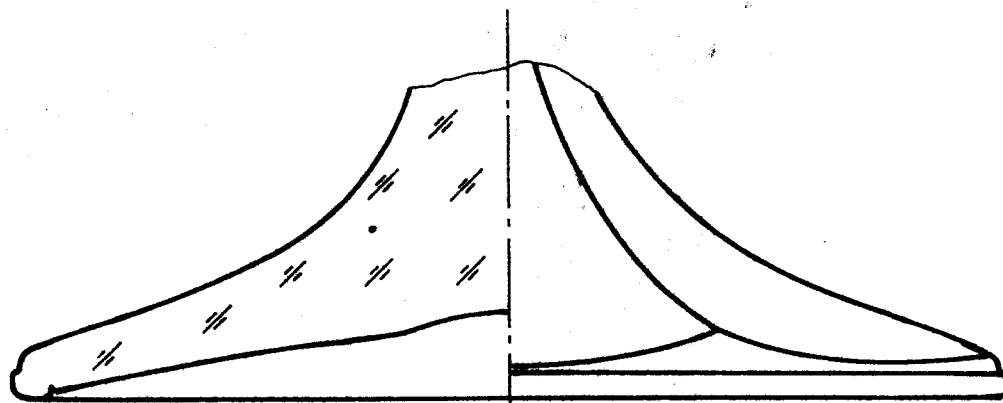
Na spodní ploše dýnka jsou dále patrné stopy po styku s razníkem. Spodní plecha je lisována razníkem $R = 140$ mm. Při chlazení však vzniká v místě přechodu dýnka ve stěnek tepelný uzal. Při ochlazení se pak kulová plecha dýnka bertí, takže v tomto místě dochází ke vtažení skloviny. Tím dochází ke vzniku prohlubně ve středu spodní plechy dýnka.



a VNĚJŠÍ PŘELIS
ZVĚTŠENO 10×



b VNITŘNÍ PŘELIS
ZVĚTŠENO 10×



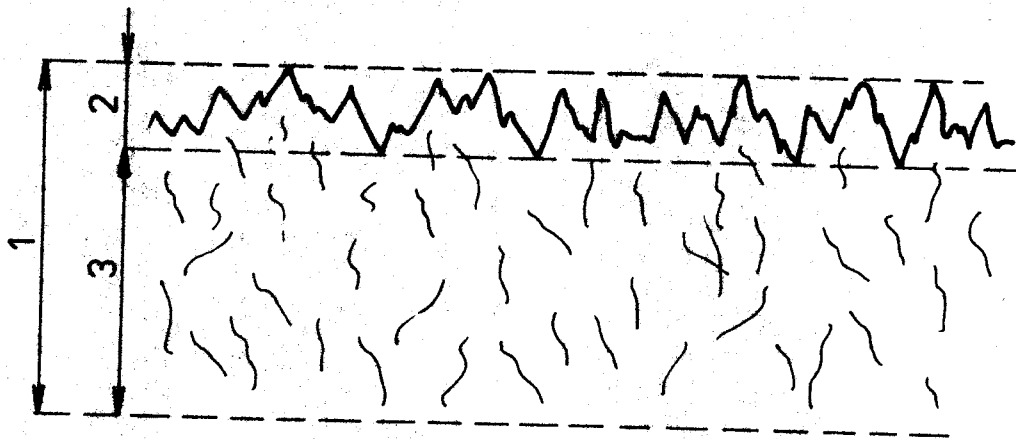
c ČÁSTEČNÝ ŘEZ DÝNKEM
ZVĚTŠENO 2×

TEORIE BROUŠENÍ

Pro nalezení optimálního způsobu broušení a pro volbu nástroje je nutno znát i k jakým pochodům při broušení dochází, jaké druhy brusiv a brusných nástrojů se používají.

Broušení skla je založeno na rozdílné tvrdosti dvou materiálů, brusivo je mnohem tvrdší, sklo měkčí. Je to mechanický proces, při kterém dochází k narušování povrchové a podpovrchové vrstvy skla. Při broušení je narušován povrch skla a zároveň se vytváří podpovrchová vrstva záprasků a trhlin. Hloubka narušené vrstvy pod povrchem skla je závislá na hloubce narušené povrchové vrstvy.

Povrch skla narušený broušením je znázorněn na obrázku č. 4.



Obr. č. 4 - Povrch skla narušený broušením
 1 - narušená vrstva
 2 - reliéfní vrstva
 3 - záprasková vrstva

K broušení se používá buď volné nebo vázané brusivo. Podle toho se také uplatňují dílčí pochody při broušení.

Při broušení v o l n ý m brusivem je sklo opracováváno velkým množstvím malých zrn brusiva rozptýlených v brousící kapalině. Vlastní broušení probíhá ve dvou fázích.

První fází je vznik trhlinek v narušené vrstvě skla. K tomu dochází přitlačením, smýkáním a valením zrna brusiva po povrchu skla. Vzniká tak vrstva skla, která je rozbrázděna stopami zrn a prostoupena trhlínkami. Její soudržnost je značně porušena. Ve druhé fázi – po působení zrn, které narušily povrch skla – přicházejí zrna další, která vylamují štěpinky a odstraňují sklo. Vzniká tak charakteristický, více nebo méně drsný povrch broušeného skla. Rychlost vzniku trhlinek, tj. rychlost broušení závisí více na tlaku a rychlosti pohybu než na ostrohranosti zrn.

Při broušení v á z a n ý m brusivem se dílčí pochody broušení uplatňují odlišněji než u broušení volným brusivem. Při broušení vázaným brusivem jsou podmínky vytvořeny tím, že všechna brousící zrna jsou pevně vázána v jeden brousící nástroj. Zrna na povrchu ketouče vyčnívají, přicházejí do přímého styku se sklem a brousí je.

Při použití vázaného brusiva se uplatňují tyto dílčí pochody : přitlačením zrna a smýkáním zrna na povrchu skla.

Zrna ve valivém pohybu mají zanedbatelný význam, protože jejich počet je malý.

Broušení skla se provádí spravidla ve dvou operacích.

První operace je hrubé broušení, kdy dochází k velkému úběru skla. Přitom vzniká drsný povrch.

Druhou operací je broušení jemné. Při něm se vytváří povrch s minimální drsností.

Vlivy působící na broušení

Pro broušení rozeznáváme dvě základní kritéria, podle nichž posuzujeme proces broušení. Jsou to: účinnost broušení a jakost /hladkost/ povrchu broušeného skla.

Účinností se rozumí úbytek skla, který se vyjadřuje váhovým množstvím skla na ploše 1 cm^2 za určitou dobu broušení. Při hrubém broušení má být tento úbytek co největší.

Jakost posuzujeme hlavně při jemném broušení. Chceme získat co nejjemnější povrch, na povrchu skla se nesmí vyskytovat žádné rýhy ani jiné nepravidelnosti. Jakost můžeme posuzovat podle některé z profilometrických veličin.

Broušení hlavně ovlivňují : vlastnosti brusiv, materiál kotouče, brousící kapalina, vlastnosti skla a technologické podmínky broušení.

Vlastnosti brusiv :

Broušení ovlivňuje druh brusiv a sraťost brusiva. Různá brusiva se od sebe liší mechanickými vlastnostmi, které ovlivňují účinnost broušení a jakost povrchu broušeného skla. Na broušení má vliv především tvrdost brusiva, pevnost brusiva v tlaku, křehkost a tvar srať.

Tvrdost brusiv je uvedena v tabulce č. 2.

Rozlišení tvrdosti podle Wickerse /podle mikrotvrdosti/ je uvedeno v tabulce č. 3.

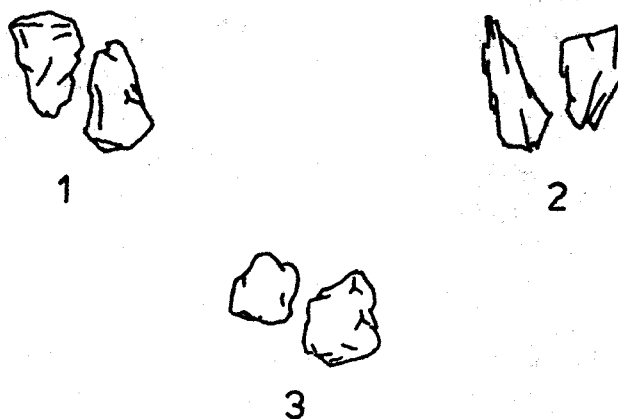
TAB. 2

Stupeň tvrdosti	vzor Mohsova stupnice	Brusivo a jeho tvrdost	
6	živec	pískovec	6-7
7	křemen	pasourek	7
8	topas	granát	7,5
9	korund	smrek	7,5
10	diamant	karbid křemíku	9,2
		syntetický korund	9
		karbid boru	9,3

TAB. 3

brusivo	mikrotvrdost H_m /kg.mm ⁻² /
diamant	10 000
karbid boru	4 900
karbid křemíku	3 310
elektrokorund bílý	2 600
elektrokorund černý	2 150
křemen	1 100

Pevnost v tlaku je důležitou vlastností umožňující přenášet i vysoký tlak při broušení a tím účinněji působit na povrch skla. Křehkost ovlivňuje zejména životnost brusiva. Většina brusiv má poměrně velkou tvrdost, ale současně jsou to hmoty většinou křehké. Tvar brousícího zrna je velmi důležitý pro broušení. Je rozdíl, působí-li zrno s ostrými hranami, nebo zrno zaoblené. Pro každý druh brusiva je charakteristický tvar zrna /viz obr. 8.5/.



Obr. 8.5 - Tvary brousících zrn
 1 - syntetický korund
 2 - karbid křemíku
 3 - křemen

Vliv materiálu kotouče :

Uplatňuje se při broušení volným brusivem. Tvrďší kotouč působí tlakem na brousící zrna a tím se zrna drtí. Je-li kotouč měkčí, zrna se částečně samačkávají do jeho povrchu, zvyšuje se otěr kotouče a zrna se drtí mnohem pomaleji.

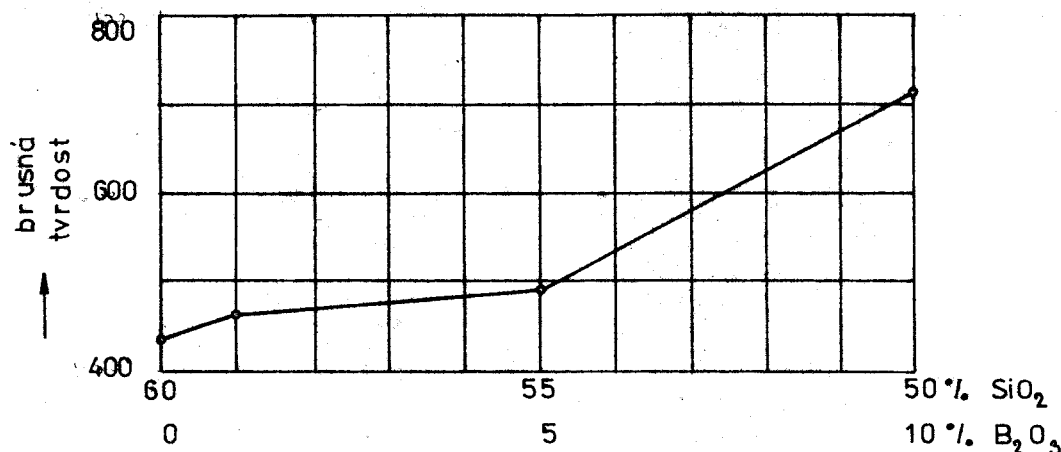
Vliv brousící kapaliny :

Nesbytnou součástí prostředků k broušení je kapalina, která má několik úkolů. Při broušení volným brusivem přivádí brusivo na kotouč, při broušení vázaným brusivem splachuje vylomená a otupená zrna a odbroušené částičky skla. Kapalina působí také jako chladič prostředek, neboť odvádí teplo vzniklé třením při broušení. Volba druhu řezné kapaliny závisí na druhu broušeného skla. Jako brousících kapalin se používá voda, terpentýn, případně různé emulze.

Vliv vlastností skla :

Na účinnost broušení /při stejných podmínkách broušení/ mají vliv vlastnosti skla způsobené jeho chemickým složením. Obrusnost skla se zvyšuje s rostoucím obsahem kyslíčnicku vápenatého, sodného a zejména kyslíčnicku olovnatého. Účinnost broušení klesá s rostoucím obsahem kyslíčnicku křemičitého, boritého a hlinitého. Při různých druzích skla a při použití vázaného brusiva je třeba dodržet optimální rychlost broušení, aby se dosáhlo lepší obrusnosti. Při nižší nebo při vyšší rychlosti než je rychlost optimální, obrusnost klesá.

Na obr. 8.6 je uvedena závislost brusné tvrdosti na chemickém složení.



Obr. 8.6 - Vliv obsahu B₂O₃ na brusnou tvrdost skel soustavy
SiO₂ - B₂O₃ - PbO - Na₂O

Vliv technologických podmínek broušení :

Účinnost broušení a jakost broušeného povrchu ovlivňují : tlak, rychlost broušení, koncentrace a množství brousící suspenze. Zvyšování tlaku při broušení příznivě ovlivňuje účinnost broušení za předpokladu, že se zároveň zvyšuje množství přiváděné suspenze. Účinnost se však zvyšuje jen do optimálního tlaku. Zvýšená rychlost broušení má příznivý vliv také tehdy, je-li úměrně zvýšen přívod brousící suspenze. Zvýšená rychlost broušení s sebou přináší i negativní jev - oteplení. Při vyšší teplotě klesá účinnost broušení. To platí pro volné i vázané brusivo. Účinnost broušení stoupá se zvyšováním množství a koncentrace brousící suspenze. Tento vzestup účinnosti je jen do určité hranice. Při dalším zvyšování množství a koncentrace se účinnost broušení již nesvýší.

Používaná brusiva

Podle použití se brusiva dělí na volná /brusné prášky, pasty/ a vázaná /brusné kroužky, papíry, pásy/.

Podle původu dělíme brusiva na přírodní a syntetická. Mezi přírodní brusiva patří křemen, granát, smrek, korund a diamant. V současné době se více než brusiva přírodní používají brusiva syntetická. Mezi ně patří karbid křemíku, syntetický korund a syntetický diamant.

Karbid křemíku obsahuje 94 až 98% SiC, zbytek tvoří příměsi. Jeho tvrdost podle Mohsovy stupnice je 9,2. Karbid křemíku je tvrdší a křehčí než syntetický korund. U nás se karbid křemíku vyrábí pod značkou Karborundum.

Syntetický korund má podle Mohsovy stupnice tvrdost 9. Syntetický korund je tavený kysličník hlinitý Al_2O_3 . Podle druhu se liší zabarvením.

Bílý syntetický korund obsahuje 98,5% Al_2O_3 .

Růžový syntetický korund je tvrdší. Obsahuje 98% Al_2O_3 a 1,5% Cr_2O_3 .

Hnědý syntetický korund obsahuje 94% Al_2O_3 . Je houževnatější, ale měkčí než bílý syntetický korund. Používá se hlavně jako volné brusivo.

Černý syntetický korund obsahuje 65 až 85% Al_2O_3 , je měkčí a více podobný přírodnímu korundu. U nás je známý pod obchodním názvem Elektřit.

Diamant je nejtvrdším brusivem. Jeho tvrdost podle Mohsovy stupnice je 10. Krystaly diamantu jsou charakterizovány velmi pevnou kovalentní vazbou mezi jednotlivými atomy uhlíku. Tato vazba určuje výjimečně vysokou tvrdost diamantu. Také jeho chemická odolnost je velmi vysoká.

Použití diamantu ve formě vázaného brusiva je s technologického hlediska v současnosti nejefektivnějším způsobem studeného opracování skla. Diamantový prach neboli bort, tj. směs malých diamantových krystalů s vhodným pojivem tvoří funkční plochy broušících nástrojů. Největší vliv na proces broušení diamantovým brusivem má charakteristika nástroje. Geometrie pracovní části musí být volena v souladu s druhem operace. Množství diamantu v aktivní části nástroje je vyjádřeno koncentrací.

Koncentrace se udává v procentech, přičemž hodnota 100% odpovídá obsahu 0,88 g v 1 cm³ brsné vrstvy. Velký význam má také volba pojiva. Pro opracování skla se většinou používají pojiva metalická, nejčastěji na bázi mědi, železa, chromu, niklu, případně jejich slitiny. Tvrdost pojiva je nutno volit v souladu s druhem operace. Pojivo musí vykazovat schopnost úbytku, k němuž dochází při broušení nebo ošivování aktivní části nástroje.

Jakost broušení při použití diamantových nástrojů závisí také na použití řezné kapaliny. Je to dáno tím, že diamant se při vyšších teplotách spaluje. Řezná kapalina má kromě chlazení zajistit také mazání a odvádění odbroušeného materiálu z místa řezu.

Nejvýhodnějšími řeznými kapalinami jsou petrolej, etylalkohol a glykol.

ZPŮSOBY BROUŠENÍ DÝNKA

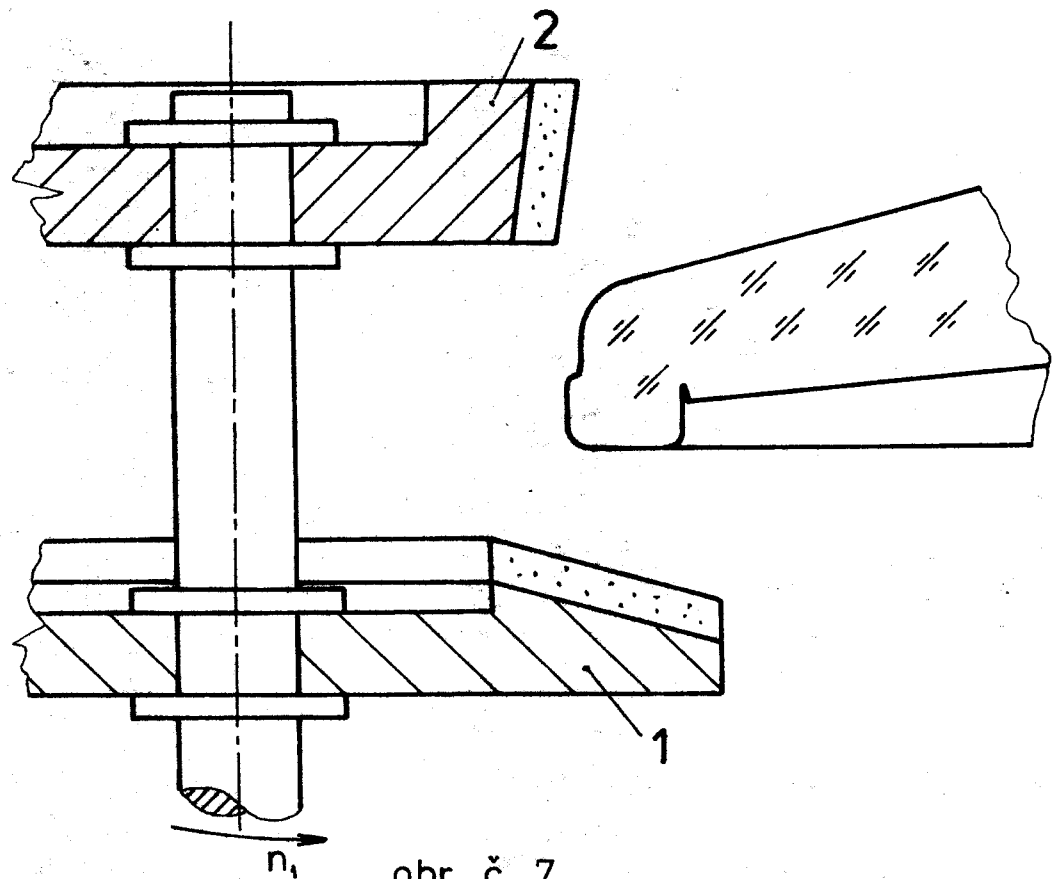
V této kapitole jsou uvedeny možné způsoby broušení dýnka. První část obsahuje návrhy na odstranění přelisků z dýnka /varianty 1 - 3/. Ve druhé části jsou rozebrány možnosti broušení požadovaného tvaru dýnka /varianty A - C/.

V jednotlivých variantách se k broušení používají buď pouze kotouče s vázaným diamantovým brusivem, nebo brusné kotouče a brusný pás. Použití diamantových nástrojů bylo zvoleno na základě uvedeného rozboru brusiv, pro výhodné vlastnosti diamantového brusiva. K broušení navrhuji použít zrnitost brusiva 50/40. K chlazení použít chladicí emulzi Atensin. Pro broušení diamantovým nástrojem navrhuji řeznou rychlost $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pro broušení požadovaného tvaru dýnka je nutné v některých variantách použít tvarový brusný kotouč. Při návrhu jsem vycházel z předpokladu, že takový kotouč je možné v tuzemských podmínkách vyrebit. V opačném případě je nutno problematika použití tvarových kotoučů řešit dovezem. Tyto kotouče vyrábí např. belgická firma DIAMANT BOART.

Použití brusných pásů bylo zvoleno pro dobré přizpůsobení pásu tvaru dýnka. Při použití brusných pásů by pak odpadla nutnost používat tvarové nástroje. Ovšem po dotazu v n.p. PRAMET Šumperk jsem dostal odpověď, že brusné pásy se u nás nevyrábějí. Bylo by tedy nutné brusné pásy dovážet. Z tohoto hlediska se použití brusných pásů jeví jako málo výhodné a navíc k tomu přistupují další nevýhody, jako je nízká životnost a nízká brousící schopnost v porovnání s diamantovými nástroji.

VARIANTA 1



obr. č. 7

Popis broušení

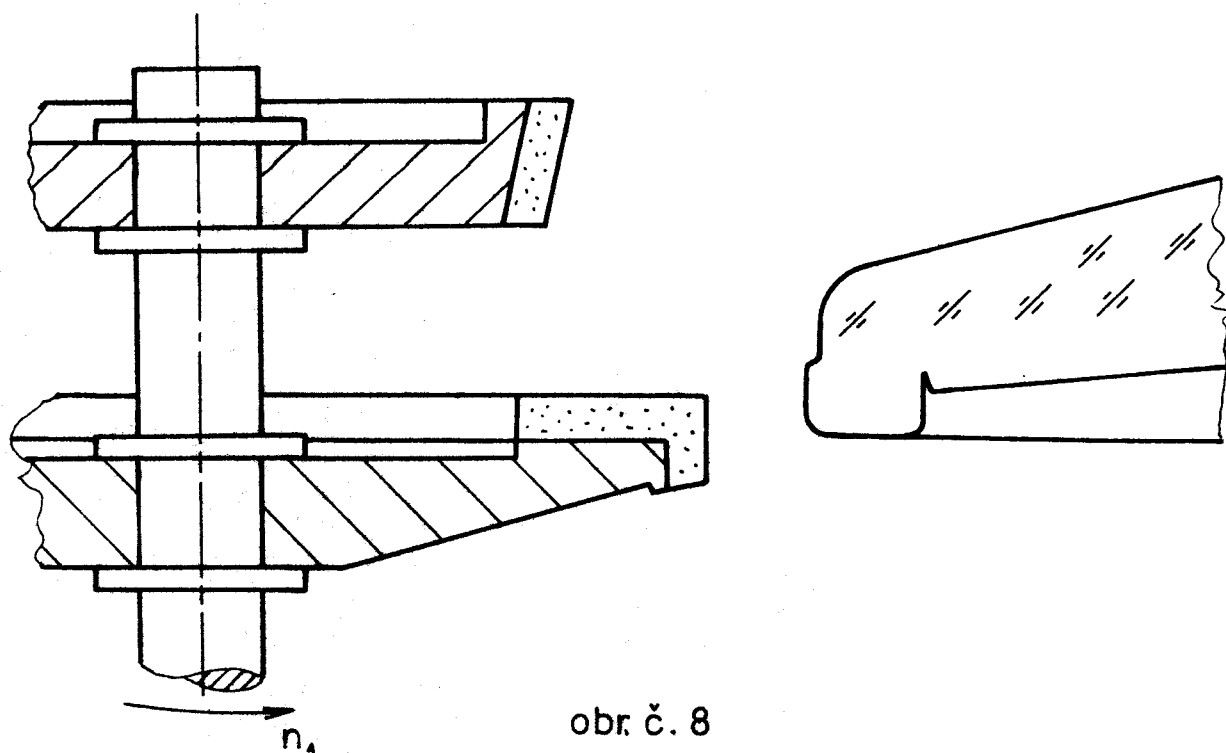
Broušení se provádí pomocí dvou skosených kotoučů, oba kotouče jsou upevněny na společné hřídeli. Kotouče i kalíšek se otáčejí. Nejprve se provede odstranění spodního přelisu kotoučem č. 1, pak následuje broušení obvodu kotoučem č. 2. Existují zde dvě možnosti axiálního pohybu při broušení:

1. Axiální pohyb retujícího hřídele, kalíšek se pouze otáčí.
2. Hřídel s kotouči se pouze otáčí, retující kalíšek se pohybuje ke kotoučům.

Výhody : - společný pohon pro oba kotouče

Nevýhody : - při broušení je nutný axiální pohyb ve dvou směrech,
- při odstranění spodního přelisu zajistit posuv jen o takovou míru, aby nedošlo k zasažení obvodové drážky.

VARIANTA 2



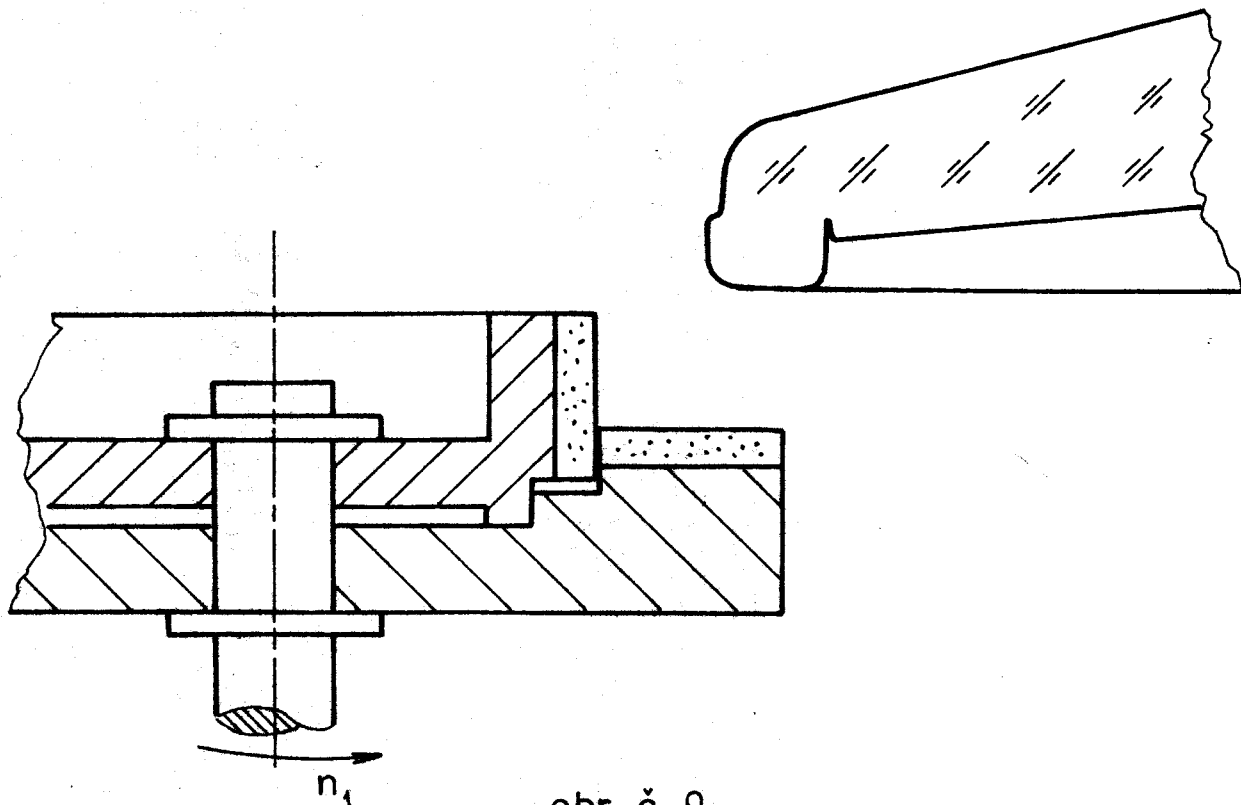
obr. č. 8

Popis broušení

K broušení se používá dvou koteučů, rovinný koteuč 1 a skosený koteuč 2. Oba koteuče jsou upevněny na společné hřídeli. Koteuče 1 kalíšek se otáčejí. Rovinný koteuč brousí část obvedu a odstraňuje spodní přelíz, koteuč 2 pak dokončuje broušení obvedu.

- Výhody :**
- společná pohonná jednotka pro oba koteuče
 - odstranění přelisků v jedné brousící stanici dvěmi operacemi
 - jednoduché nástroje
- Nevýhody :**
- nutný pohyb koteučů v radiálním i axiálním směru
 - na počátku broušení je nutné zajistit takovou polohu koteuče 1, aby nedošlo k zasažení obvedové drážky na spodní pleše dýnka

VARIANTA 3



obr. č. 9

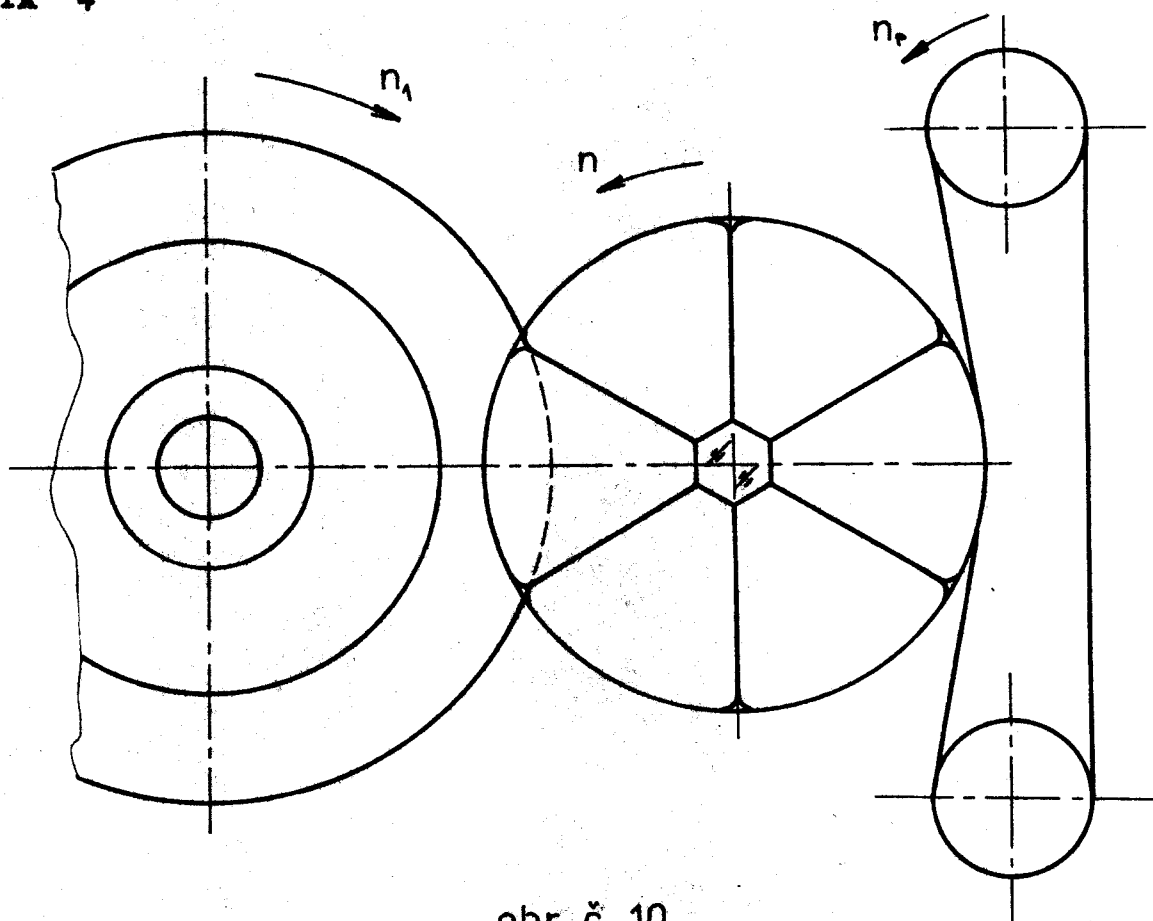
Popis broušení

Odstranění přeliaků se provádí v jediné operaci. K broušení se používá jednoho nástroje, který je složen ze dvou rovinných kotoučů, jejichž brousící plochy jsou na sebe kolmé. Nástroj i kalíšek se otáčejí.

Při broušení přichází do záběru nejdříve kotouč č. 1, pak následuje axiální pohyb a broušení i kotoučem č. 2.

- Výhody :**
- opracování celého dýnka jedním nástrojem v jedné operaci
 - jedna brousící stanice
- Nevýhody :**
- složitější výroba nástroje
 - vytvoření ostré hrany v místě styku brusných ploch kotoučů - vylamování skla

VARIANTA 4



obr. č. 10

Popis broušení

K odstranění přelisků jsou použity dva různé nástroje. Přední přelisk se brousí rovinným kotoučem. Kotouč se otáčí a pohybuje se axiálně do záběru. Okružní dýnka se brousí pohybujícím se nekonečným brusným pásem, který je veden na dvou kladkách. Kalíšek se otáčí.

Výhody :

- brusný pás se přizpůsobuje tvaru dýnky
- jednoduché nástroje

Nevýhody :

- je nutné zatížení pásu uprostřed, jinak pás sjíždí s kladek
- využití jen malé plochy pásu
- nebezpečí ukroucení stěnky
- dvě brousící stanice

VARIANTA A

Popis

U tohoto způsobu broušení je ideální požadovaný tvar částečně nahrazen rovinnými plochami na obvodu. Kulová plocha na spodní straně dýnka zůstává zachována. K tomuto řešení vedlo použití výhradně tuzemských nástrojů.

K broušení je použito čtyř nástrojů - brusných kotoučů 1 - 4. Každý kotouč provádí jednu operaci.

Tvarovým miskovým kotoučem č. 1 se brousí spodní kulová plocha. Osa kotouče je odkloněna od podélné osy kalíšku. Nástroj se pohybuje vertikálně do řezu.

Rovinným kotoučem č. 2 se brousí ploška na spodní straně kalíšku. kotouč se pohybuje vertikálně do řezu.

Zkoseným kotoučem č. 3 se provádí odstranění přelisu na obvodu kalíšku. Pohyb kotouče do řezu je vertikálním směrem.

Při použití pouze těchto tří nástrojů by docházelo k vytváření ostré hrany po vybroušení rovinných ploch na obvodu. Proto je nutné použít další kotouč č. 4. Tímto kotoučem se vytvoří sražená hrana na obvodu dýnka.

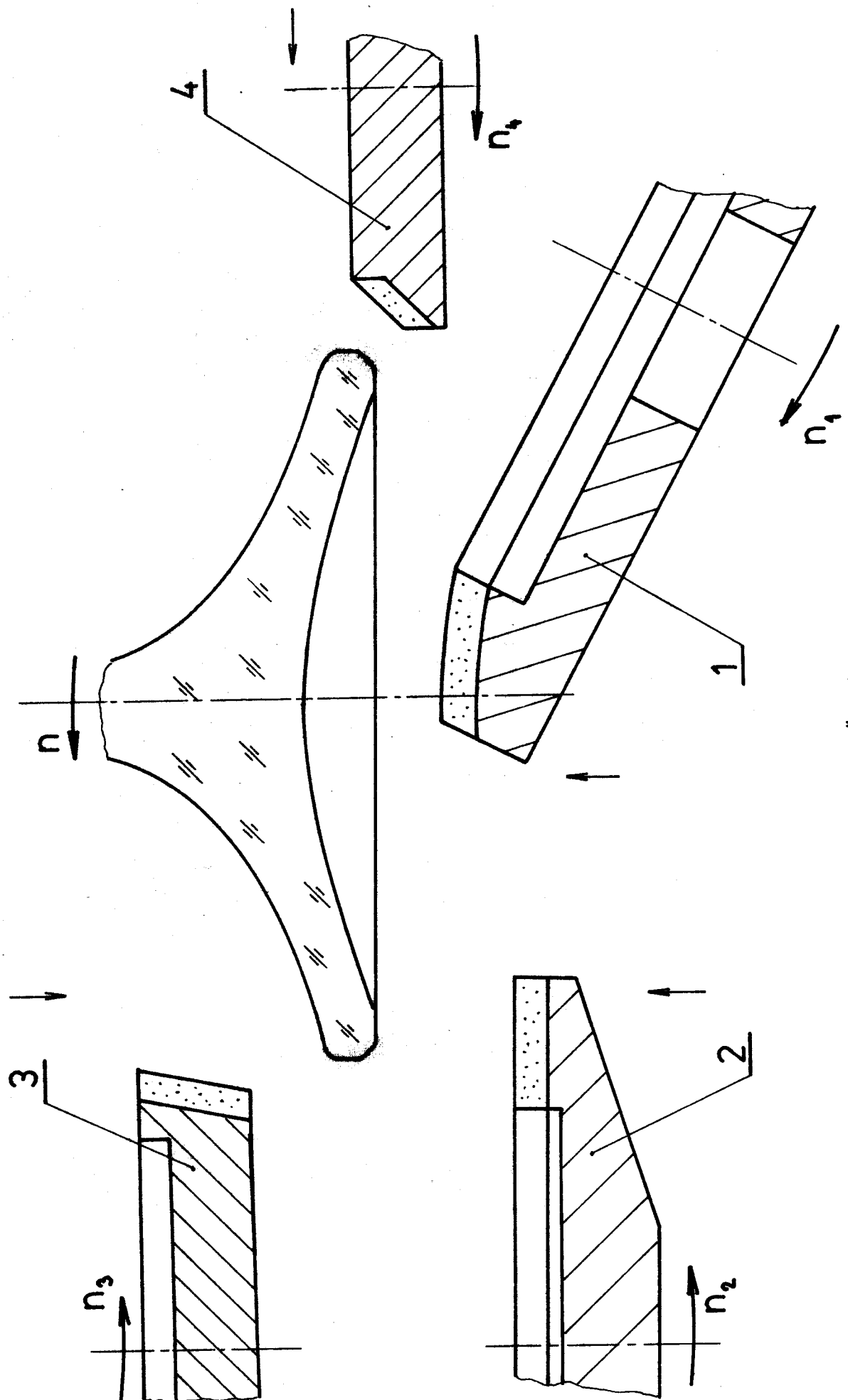
Při broušení rovinných ploch na obvodu je možné sloučit kotouče č. 2 a 3 do jednoho nástroje a použít tak stejný nástroj jako u předchozí varianty 3.

Výhody :

- použití poměrně jednoduchých nástrojů
- lze použít tuzemské nástroje

Nevýhody :

- velký počet nástrojů
- nahrazení ideálního tvaru rovinnými plochami



obr. č. 11

VARIANTA B

Popis

Jedná se o způsob broušení, kterým se dosáhne vytvoření požadovaného ideálního tvaru dýnka.

K opracování se používají tři různé brusné kotouče. Každý kotouč provádí určitou operaci.

Tvarovým miskovým kotoučem č. 1 se brousí spodní kulová plocha.

Pracovní diamantová vrstva nástroje má poloměr $R = 140 \text{ mm}$.

Osa nástroje je odkloněna od podélné osy kalíšku. Pro opracování celé spodní části dýnka je nutné, aby osa kalíšku procházela pracovní vrstvou nástroje. Nástroj se pohybuje do řezu, ve směru podélné osy kalíšku.

Tvarovým kotoučem č. 2 s vnitřním poloměrem brusné vrstvy se vytváří požadovaný radius na boku dýnka. Osa kotouče je rovnoběžná s podélnou osou kalíšku, pohyb nástroje do řezu je ve směru kolmém na osu kalíšku.

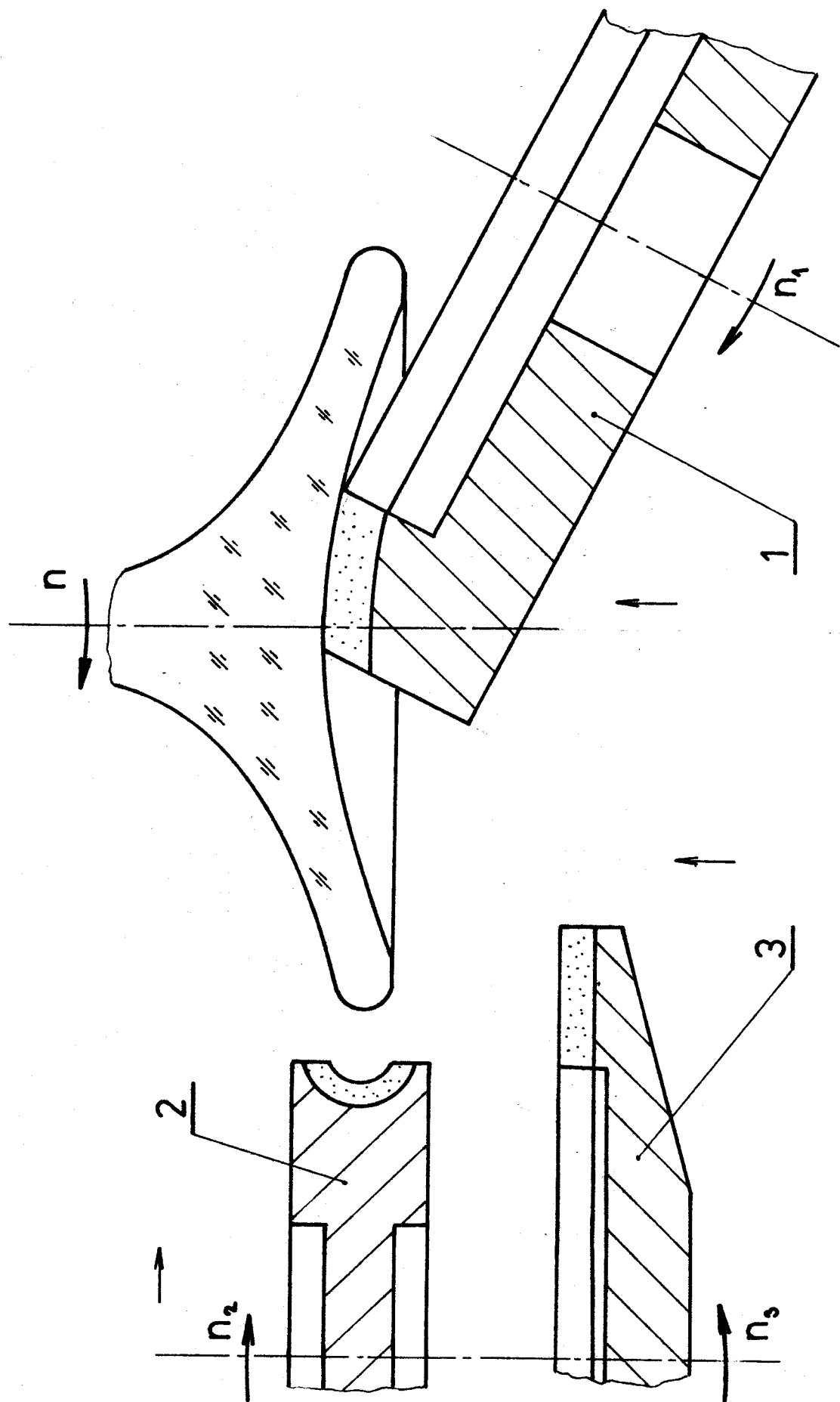
Rovinným kotoučem č. 3 se na spodní straně dýnka brousí rovinná ploška, nutná pro zajištění stability kalíšku. Osa kotouče je rovnoběžná s podélnou osou kalíšku. Ve směru těchto os se kotouč pohybuje do řezu.

Výhody :

- dosažení ideálního tvaru dýnka, dýnko je podobné ruční výrobě
- malý počet nástrojů
- není nutné použít sámovací kotouč jako u předchozího způsobu

Nevýhody :

- nutný přesný chod radiusového nástroje, jinak vznikají stopy po broušení
- obtížná výroba radiusového nástroje



obr. č. 12

VARIANTA C

Popis

K broušení ideálního tvaru dýnka se používají tři brusné nástroje, poněkud odlišnějšího typu než v předchozích variantách A a B, kde se jednalo výhradně o brusné kotouče.

V popisované variantě C je postup broušení následující :

Kulová plocha na přední straně dýnka se brousí tabletovým nástrojem 1. Poloměr pracovní plochy nástroje je $R = 140 \text{ mm}$. Podélná osa nástroje svírá s osou kalíšku úhel 20° . Nástroj se pohybuje vertikálně do řezu.

Rovinná ploška pro zajištění stability kalíšku se brousí rovinným kotoučem 2. Osa kotouče je rovnoběžná s podélnou osou kalíšku. Brousící kotouč se pohybuje vertikálně do řezu.

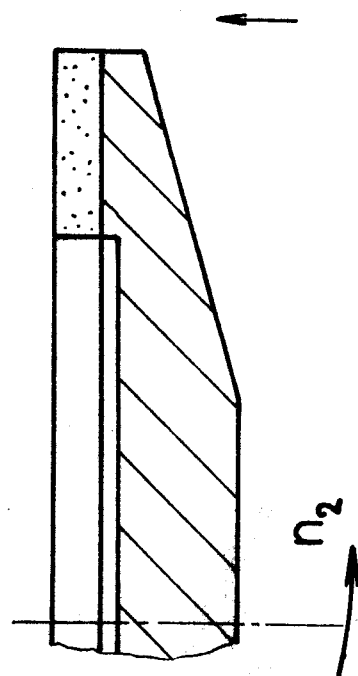
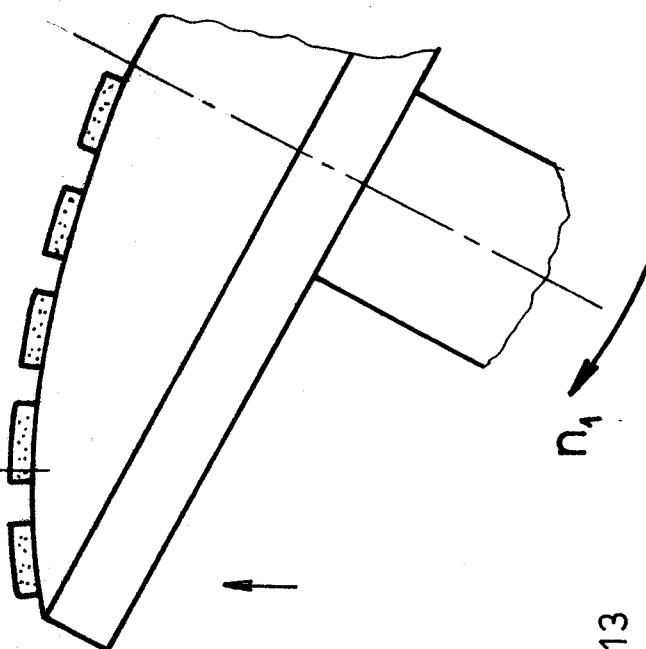
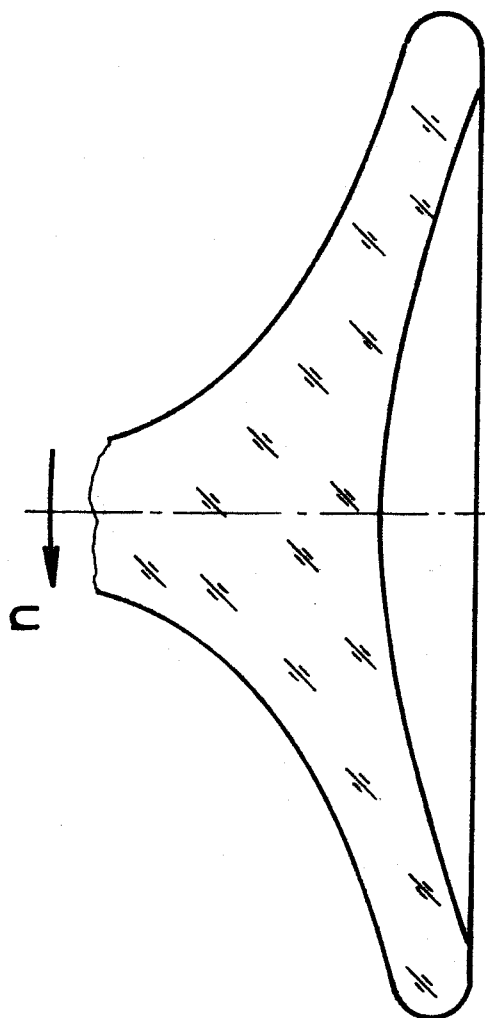
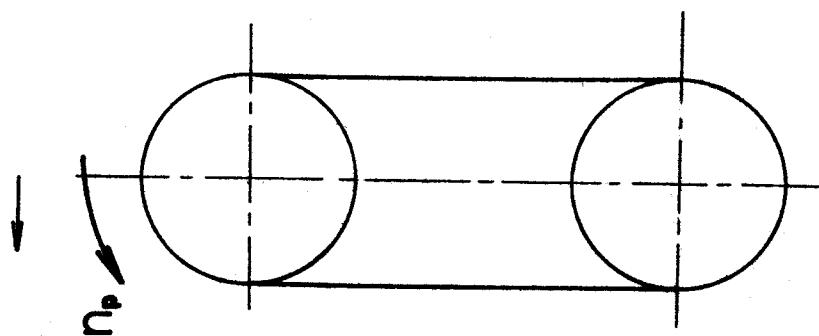
Radius na obvodu dýnka se brousí pásem s naneseným brusivem. Brusný pás se pohybuje, při čemž je veden na dvou kladkách. Jedna kladka je poháněna od motoru, druhá je volně uložena. Obě kladky s brusným pásem se pohybují v horizontálním směru ke kalíšku. Velikost zaoblení obvodové plochy dýnka lze měnit prohnutím brusného pásu, tj. změnou dráhy kladek.

Výhody :

- brousí se ideální tvar dýnka
- použití jednoduchých nástrojů
- změnou prohnutí brusného pásu lze měnit zaoblení obvodu dýnka

Nevýhody :

- dotyk dýnka a pásu na malé ploše
- namáhání pásu, nebezpečí přetržení
- nutný dovoz pásu
- obtížná konstrukce pohonu kladek



obr. č. 13

VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY BROUŠENÍ

Pro návrh stroje je nutno ze tří dříve uvedených variant broušení dýnka vybrat optimální způsob broušení. Pro výběr konečného způsobu broušení jsem použil bodovou analýzu.

K hodnocení způsobů broušení jsem stanovil následující kritéria:

1. Dosažený tvar
2. Počet nástrojů potřebných pro broušení dýnka
3. Doba potřebná na broušení požadovaného tvaru
4. Cena nástrojů
5. Obtížnost konstrukce brousící stanice
6. Doba životnosti nástroje
7. Použití tuzemských nástrojů

Párové srovnání kritérií je provedeno v následující tabulce :

TAB. 4

Čís.	Porovnávací kritérium:	1	2	3	4	5	6	7	počet výskytu:	pořadí:
1	Dosažený tvar								6	1
2	Počet nástrojů	1							3	4
3	Doba broušení	1	3						4	3
4	Cena nástrojů	1	2	3					1	6
5	Obtížnost konstrukce	1	2	3	5				2	5
6	Životnost nástroje	1	6	6	6	6			5	2
7	Použití tuzemských nástrojů	1	2	3	4	5	6		0	7

Bodová analýza je provedena v tabulce na následující straně.

TAB. 5

V A R I A N T A									
A		B		C		Ideální stav			
P o č e t b o d ů									
Porovnávací kritérium	váha	Hodnota		Hodnota		Hodnota		Hodnota	
		prostá	vážená	prostá	vážená	prostá	vážená	prostá	vážená
Desažený tvar	7	60	350	100	700	100	700	100	700
Životnost nástroje	6	100	600	100	600	80	480	100	600
Doba broušení	5	100	500	100	500	80	400	100	500
Počet nástrojů	4	60	240	90	360	90	360	100	400
Obtížnost konstrukce	3	80	240	90	270	70	210	100	300
Cena nástrojů	2	60	120	60	120	70	140	100	200
Použití tuzemských nástrojů	1	100	100	70	70	70	70	100	100
S o u š e t		560	2 150	610	2 620	560	2 360	700	2 800
POŘADÍ		3			1		2		

ROZBOR MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ UPÍNÁNÍ KALÍŠKŮ

V této části je proveden rozbor možných způsobů upínání kalíšků. Při návrhu upínací hlavičky je nutno respektovat velké množství požadavků. Tyto požadavky jsou dány způsobem výroby kalíšků, způsobem jeho broušení, pevnostními vlastnostmi skla a možnostmi konstrukce.

Požadavky na upínací hlavičku :

- hlavička musí umožnit rotaci kalíšku kolem jeho podélné osy
- upnutí kalíšku v hlavičce musí být tuhé a dostatečně pevné, ale takové, aby nedošlo k poškození kalíšku
- zajistit co nejmenší házení dýnky
- jednoduché a rychlé seřízení, resp. přestavení pro jiný typ výrobku, požadavkem je upínání osmi druhů kalíšků
- rychlé sevření a otevření upínacích čelistí
- jednoduchá konstrukce
- vhodná velikost
- vysoká spolehlivost
- optimální životnost
- ergonomická vhodnost
- přizpůsobivost automatizaci

Od počátku řešení upínací hlavičky se nabízely dva základní způsoby upínání.

Prvním je upínání za kalíšek, druhým způsobem je upínání za stonek. Oba způsoby mají své výhody i nevýhody.

Upínání za kalich lze provádět několika způsoby. Je to upínání za horní hranu kalichu případně za vnější nebo vnitřní stěnu kalichu.

Upnutí za horní hranu kalichu se provádí pomocí vakuového upínání. Horní hrana kalichu je opřena o kuželovou podložku. Vytvořením podtlaku se dosáhne upnutí kalíšku. Výhodou vakuového upínání je rychlé upnutí a jednoduchý princip. Nevýhodou je obtížné přivedení vakua při zajištění rotace kalíšku. Další nevýhodou je nepřesnost upnutí vzhledem k nepřesnému spojení kalichu se stonkem. Závažným nedostatkem je velké vyložení stonku, místo upnutí je daleko od místa broušení. Vzdálenost místa k upnutí od broušeného dýnka je u nejnižšího kalíšku až 150 mm, u nejvyššího kalíšku až 200 mm. Při tomto způsobu upínání dochází k namáhání celého kalíšku. Při řešení upínací hlavice s vakuovým upínáním je nutné použít opěrku stonku, která by byla umístěna co nejblíže broušeného dýnka.

Další možností je upnutí za vnější nebo vnitřní stěnu kalichu. Upnutí lze provést pomocí tří čelistí, tvarovaných podle kalichu broušeného kalíšku. Upnutí se dosáhne sevřením, resp. rozevřením čelistí. Při upnutí za kalich pomocí čelistí lze dosáhnout menší vzdálenosti mezi broušeným dýnkem a místem upnutí.

Nevýhody tohoto způsobu upnutí jsou obdobné jako u vakuového upínání. Je to opět nepřesnost při upnutí, stále poměrně velké vyložení stonku a namáhání místa spojení kalíšku se stonkem. Tyto nevýhody lze částečně eliminovat použitím opěrky stonku. Navíc zde však přistupuje nebezpečí poškrábání kalichu při překročení upínací síly, komplikovaná konstrukce hlavice a obtížné tvarování čelistí.

Druhým základním způsobem upínání broušených kalíšků je upínání za stonky. Upínání je realizováno pomocí dvou druhů tvarových výměnných čelistí. Použití pouze dvou druhů čelistí je umožněno tím, že u celého seaberu kalíšků LAURA se používá jen dvou druhů stonků a to u dvou typů kalíšků stonky výšky 86 mm, ostatních šest typů kalíšků používá stonky výšky 94 mm.

Upínání se provádí opřením kalíšku o pomecný, výškově seřiditelný upínací trn a sevřením čelistí kolem stonku.

Velkou předností tohoto způsobu upnutí za stonky je pevné uchycení kalíšku co nejblíže broušenému dýnku.

Upnutí vylučuje vznik nepřesností způsobených nesouosostí kalí-
eku a stonku a zajišťuje tak co nejmenší házení dýnka.

Nevýhodu tohoto způsobu upínání je nutnost tvarování upínacích
ramen tak, aby bylo možné upínat všechny druhy kalíšků. Uchyce-
ním až za stonok se také zvětšuje délka upínacích ramen. S tím
také rostou rozměry celé upínací hlavice.

Na základě uvedeného rozboru navrhuji použít upínání za sto-
nek. Důvodem pro tuto volbu je velká výhoda tohoto způsobu upí-
nání - upnutí blízko dýnka a zajištění velké přesnosti upnutí.

VOLBA TYPU STROJE

Pro broušení dýnek je možno použít dva typy brousících strojů - karuselový stroj a řadový stroj.

Karuselový brousící stroj

Pro navrhovaný způsob broušení dýnek vyhovuje pětipozicevý stroj, s pozicemi pravidelně rozmístěnými po obvodu stroje. K opracování dýnka dochází postupně v jednotlivých brousících pozicích. V prvních dvou se brousí kulová plocha $R = 140 \text{ mm}$. V další pozici dochází k opracování spodní rovinné plochy. Ve čtvrté pozici se brousí obvod dýnka. Poslední pozice je určena pro upínání a vyjímání. Otvírání a zavírání upínacího mechanismu se provádí v pozici výměny kalíšků jedním silovým mechanismem / na př. hydraulický nebo pneumatický válec /.

Kalíšky jsou upnuty v upínacích hlavících. Ty se pohybují mezi brousícími pozicemi a zajišťují rotaci kalíšků kolem své osy.

Pro úplné opracování dýnka na karuselovém stroji jsou potřebné čtyři nástroje - dva tvarové miskové kotouče na broušení spodní kulové plochy, jeden rovinný kotouč pro broušení spodní rovinné plochy a jeden tvarový radiusový kotouč na broušení obvodu. Na stroji se zároveň brousí čtyři kalíšky.

Řadový brousící stroj

Pro navrhovaný způsob broušení by řadový stroj byl složen z jednotlivých stanic. V nich dochází k úplnému opracování dýnka. Především je uvažováno s šestistanicovým řadovým strojem. Počet stanic je však teoreticky namáhavý. Kalíšky jsou upnuty v hlavících, které se pouze otáčejí kolem své osy. Pro každou stanicí je nutný silový mechanismus na otvírání a zavírání upínačů. Počet nástrojů potřebných na broušení je závislý na počtu brousících stanic. Pro každou stanicí je nutná kompletní sada tří nástrojů. K výměně kalíšků dochází najednou po opracování celého dýnka. Počet kalíšků broušených současně je dán počtem brousících stanic stroje. V každé stanici se brousí vždy jeden kalíšek.

K broušení dýnek navrhuji karuselový brousící stroj.
Důvody pro tuto volbu jsou následující :

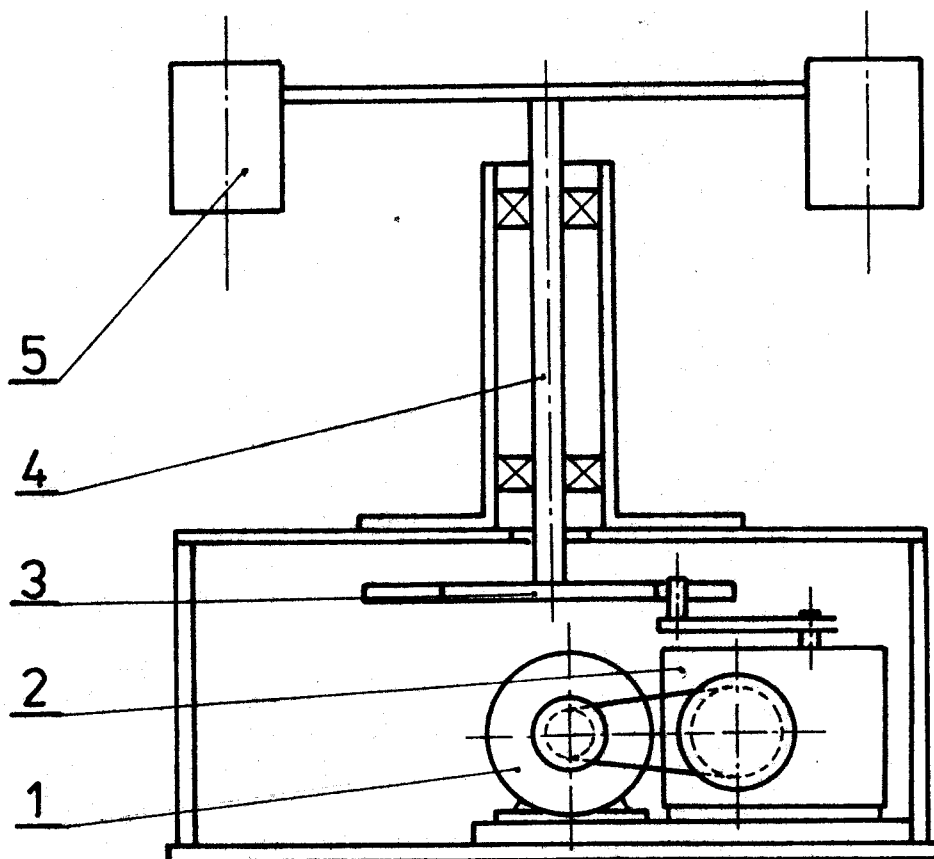
- menší počet nástrojů potřebných na broušení než u řadového stroje
- menší počet hnacích elektromotorů. Při samostatném pohonu každého kotouče jsou u řadového stroje nutné tři hnací elektromotory na každou brousící pozici. Celkový počet elektromotorů je pak dán počtem stanic. Při stejném konstrukčním řešení pohonu včetně nástrojů u karuselového stroje stačí čtyři elektromotory.

VÝPOČTOVÁ ČÁST

Návrh maltézského mechanismu pro pohon stroje

Pro pohyb upínacích hlavice mezi jednotlivými stanicemi je navržen pětidrážkový maltézský mechanismus s jedním palcem. Maltézský mechanismus je poháněn od elektromotoru přes variátor a převodovku s ozubenými koly. Variátor slouží k nastavení doby klidu mechanismu, tj. doby kdy dochází k broušení v brousící stanici.

Schema pohonu



- 1 - motor
- 2 - převodovka
- 3 - maltézský mechanismus
- 4 - centrální hřídel
- 5 - upínací hlavice

Výpočet maltéžského mechanismu

Úhel, který svírají drážky kříže vypočteme podle vztahu

$$2\varphi = \frac{2\pi}{i} \quad (1)$$

Úhel φ se pak rovná

$$\varphi = \frac{\pi}{i} = \frac{180}{5} = 36^\circ$$

Úhel záběru pásové se určí ze vztahu

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (2)$$

$$\psi = 90^\circ - 36^\circ = 54^\circ$$

Poměr pracovní doby a celkové doby je dán vztahem

$$\frac{t_p}{t} = p \cdot \frac{i-2}{2i} \quad (3)$$

Ze vztahu /3/ pak vyplývá :

pracovní doba $t_p = \frac{3}{10} t$

doba klidu $t_k = \frac{7}{10} t$

a/ Předběžné rozměry maltéžského mechanismu :

Poloměr kliky R_1 a poloměr kříže R_2 se určí podle vztahů

$$R_1 = L \cdot \sin \varphi \quad (4)$$

$$R_2 = L \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

Pro předběžně zvolenou osovou vzdálenost $L=240$ mm pak platí

$$R_1 = 141,068 \text{ mm} \quad R_2 = 194,164 \text{ mm}$$

b/ Výpočet hnacího momentu :

Hnací moment na hřídeli kříže je dán vztahem

$$M = J \cdot \varepsilon_{\max} \quad (6)$$

Maximální úhlové zrychlení kříže $\varepsilon_{\max}$ se určí ze vztahu

$$\varepsilon_{\max} = \frac{\lambda \sin(1-\varphi)}{(1-2\lambda \cos \varphi + \lambda^2)} \quad (7)$$

Úhlová rychlost kliky ω_k je dána vztahem

$$\omega_k = 2\pi n \quad (8)$$

Otáčky kliky n_k jsou určeny vztahem $n_k = [t(k+1)]^{-1}$ (9)

Nyní je nutno určit pracovní čas mechanismu /čas pohybu kříže/. V době klidu mechanismu /čas t_k /probíhá přisunutí brousícího ketouče do záběru, broušení a odsunutí ketouče do spodní krajní polohy. Čas klidu je ovlivněn nejdéle trvající operací. Tou bude v případě broušení dýnka broušení spodní kulové plochy. Čas klidu je předběžně zvolen : $t_k = 60$ s.

Celková doba se určí ze vztahu $\frac{t_k}{t} = \frac{2+i}{1+2i}$ (10)

$$t = t_k \frac{2i}{2+i} = 85,714 \text{ s}$$

Podle odvození ze vztahu /3/ pak lze určit pracovní dobu mechanismu .

Součinitel k je dán vztahem $k = \frac{t_k}{t_p}$ (11)

Podle vztahu /9/ lze nyní určit otáčky kliky

$$n_k = [25,714 \cdot (0,429+1)]^{-1} = 0,027 \text{ s}^{-1}$$

Nyní určíme úhlovou rychlost kliky podle vztahu /8/.

$$\omega_k = 0,171 \text{ s}^{-1}$$

Úhlové zrychlení $\varepsilon_{\max}$ je pak dáno vztahem /7/. Po dosazení dostáváme

$$\varepsilon_{\max} = \frac{0,588 \sin 36^\circ (1 - 0,588^2)}{(1 - 2 \cdot 0,588 \cos 36^\circ + 0,588^2)^{3/2}}$$

$$\varepsilon_{\max} = 0,043 \text{ s}^{-2}$$

Pro určení potřebného hmotného momentu na centrálním hřídeli je nutné určit moment setrvačnosti horního stolu s upínacími hlavice. Pro zjednodušení výpočtu byly upínací hlavice nahrazeny válci o rozměrech $r_1 = 55\text{mm}$, $r_2 = 74\text{mm}$, $h = 200\text{mm}$.

Pro určení momentu setrvačnosti válce k jeho podélné ose platí vztah

$$J_H = \frac{1}{2} \cdot m_H \cdot (r_2^2 - r_1^2) \quad /12/$$

Hmotnost válce m_V je dána vztahem

$$m_V = \pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot h \cdot \rho \quad /13/$$

Podle tohoto vztahu je pak přibližná hmotnost jedné upínací hlavice

$$m_{V1} = \pi \cdot (0,074^2 - 0,055^2) \cdot 0,2 \cdot 7800 = 12,012 \text{ kg}$$

Moment setrvačnosti je pak podle /12/:

$$J_H = \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot (0,074^2 - 0,055^2) = 0,015 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Moment setrvačnosti jedné upínací hlavice k centrální ose otáčení je pak podle Steinerovy věty $J_{CH} = J_H + m \cdot e^2$ /14/

Po dosazení dostáváme

$$J_C = 0,015 + 12,012 \cdot 0,21^2 = 0,544 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Pro všech pět upínačů je pak celkový moment setrvačnosti 5x větší, tedy $J'_{CH} = 2,722 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

Určení momentu setrvačnosti ramen se provede podle vztahu

$$J_R = \frac{1}{12} \cdot m_R \cdot (e^2 - a^2) \quad /15/$$

Rozměry ramen : $a = 300 \text{ mm}$, $b = 60 \text{ mm}$, $c = 10 \text{ mm}$.

Hmotnost jednoho ramene m_R je dána

$$m_R = a \cdot b \cdot c \cdot \rho \quad /16/$$

$$m_R = 0,3 \cdot 0,06 \cdot 0,01 \cdot 7800 = 1,404 \text{ kg}$$

Moment setrvačnosti k ose procházející těžištěm je pak podle vztahu /15/ $J_R = 0,011 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

Moment setrvačnosti k centrální ose je pak po dosazení do vztahu /14/

$$J_{GR} = J_H + m_R \cdot e_2^2$$

$$J_{GR} = 0,011 + 1,404 \cdot 0,168^2 = 0,051 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Pro všechna ramena je pak celkový moment 5x vyšší

$$J'_{GR} = 0,253 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Moment setrvačnosti centrální trubky se určí podle vztahu /12/ po dosazení příslušných poloměrů r_{t1} a r_{t2} .

Pro výpočet hmotnosti trubky se použije vztah /13/. Po dosazení poloměrů r_{t1} a r_{t2} pak dostáváme $m_3 = 0,816 \text{ kg}$.

Takže moment setrvačnosti trubky k centrální ose rotace je

$$J_{OT} = \frac{1}{2} \cdot 0,816 \cdot / 0,036^2 - 0,028^2 / = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

Moment setrvačnosti centrální trubky je velmi malý, lze jej při dalším výpočtu zanedbat.

Celkový moment setrvačnosti horního stolu je pak dán součtem momentů setrvačnosti upínacích hlavice a ramen.

$$\text{Platí } \bar{J}_G = J'_{GH} + J'_{GR}$$

/17/

$$\bar{J}_G = 2,722 + 0,253 = 2,975 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Pro další výpočet je celkový moment setrvačnosti zaokrouhlen, dále je počítáno s $\bar{J}_G = 3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

Pozn.

Moment setrvačnosti centrálního hřídele je při výpočtu zanedbán.

Po dosazení do vztahu /6/ dostaneme potřebný hnací moment na kříži maltésského mechanismu.

$$\text{Hnací moment } M = 0,129 \text{ N} \cdot \text{m}$$

POPIS STROJE

Pro opracování dýnek skleněných kalíšků je navržen karuse-
lový brousicí stroj podle výkresu č. 0 - DP - 104/86 - 100 - 00.

Stroj má pět pozic pravidelně rozmístěných po obvodu. Úhlo-
vá rozteč pozic je 72° . První pozice je určena pro výměnu brouše-
ných kalíšků. V současném řešení se počítá s ruční výměnou.
V dalších čtyřech pozicích je umístěna vždy jedna brousicí stani-
ce. V těchto pozicích se vykonávají tři rozdílné operace. Je to
broušení spodní kulové plochy, broušení rovinné plošky na spodní
straně dýnka a broušení zaobleného tvaru na boku dýnka. V tomto
pořadí také probíhá opracování kalíšku na stroji. Spodní kulová
plocha se brousí ve dvou pozicích.

Broušené kalíšky jsou upnuty v upínacích hlaviciích /poz.5/, hla-
vice jsou nesený na příčných ramenech. Upínací hlavice se pohy-
bují přerušovaně, se zastavením v pozicích. Pohyb hlavice mezi pozí-
cemi je realizován pomocí pohonu /poz.10/, který tvoří elektromo-
tor, variátor, převodovka a maltézský mechanismus. Hlavice dále
zajišťují rotaci kalíšků při broušení. To je realizováno pomocí
elektromotoru a převodovky a převodu klínovým řemenem /poz.4/.
Motor a převodovkou tvoří jeden celek, který je nesen pomocným
sloupem /poz.3/. Sloup je umístěn vně kruhové dráhy upínacích
hlavic. V určité části své dráhy je hlavice mimo záběr s klíno-
vým řemenem. V této části je umístěna pozice výměny kalíšků a pra-
ceviště obsluhy /poz.15/. Otevírání upínacího mechanismu se provádí
pomocí hydraulického válce, který je upevněn na pomocném slou-
pu stroje.

Stanice pro broušení spodní kulové plochy

Stanice je nakreslena na výkresu č. ODP - 104/86 - 108 - 00.
Základ stanice tvoří svařovaný rám /poz.2/ pohyblivý ve svislém
směru. Rám je upevněn na prismatickém vedení /poz. 8 a 9/, pohyb
rámu je vyvozen hydraulickým válcem. Na tomto základním rámu je
otočně uložen pomocný rám /poz.3/, který nese vřeteno s nástrojem
/poz. 1/ a hnací elektromotor /poz.46/. Pomocný rám se natáčí ko-
lem čepu příčnicku /poz.5/ a v pracovní poloze je fixován pomocí
dvou šroubů /poz.27/ k hlavnímu rámu.

Hlavní rám je pro seřízení pracovní polohy nástroje vzhledem ke kalíšku, posuvně uložen na vodící liště /poz.4/. Po seřízení je stabilní poloha fixována dvěma šrouby /poz.26/.

Prismatické vedení je tvořeno dvěma vodícími tyčemi /poz.9/ a vodící deskou /poz.8/. Jedna vodící tyč je uchycena pevně k liště /poz.4/. Druhá je pro vymezení vůlí ve vedení uložena stavitelně. Vymezení vůlí se provádí pomocí dvou šroubů /poz.31/. Vodící deska je přišroubována k rámu /poz.7/, který je připevněn na nosné rameno stroje.

Brousící ketouč je upevněn na hřídeli vřetena /poz.1/. Je pevně uchycen k náboji /poz.18/ a spolu s ním uložen na pružině /poz.22/. Nástroj je výškově seřiditelný pomocí dvou matic /poz. 38/ a závitem na hřídeli vřetena.

Hydraulický válec je pro samosení přenášení radiálních sil na pístnici uložen na dvou otočných čepích. Převod mezi motorem a vřetenem nástroje je proveden pomocí plochého řemene.

Zdvih stanice při broušení je omezen stavitelnými dorazy.

Stanice pro broušení spodní rovinné plochy

Stanice je nakreslena na výkrese č. 1 - DP - 104/86 - 106-00. Konstrukce je obdobná jako u předchozí stanice pro broušení spodní kulové plochy. Základem brousící stanice je opět svařovaný rám /poz.2/. Rám je upevněn na prismatickém vedení /poz.3 a 7/ a v něm se pohybuje ve svislém směru. Na rámu je přímo přišroubován hnací elektromotor /poz.17/ a vřeteno nástroje /poz.1/. Podélná osa motoru a vřetena je rovnoběžná s osou kalíšku. Rám je posuvně uložen na vodící liště /poz.4/ a zajištěn opěrnou deskou /poz. 8/.

Seřízení pracovní polohy nástroje vůči kalíšku se provádí posunutím rámu po vodící liště a zajištěním pomocí dvou šroubů /poz. 23/. Pohyb stanice při broušení je vyvozen hydraulickým válcem, zdvih je omezen stavitelnými dorazy.

Hydraulický válec je uložen na dvou čepích.

Upínací hlavice

Upínací hlavice je nakreslena na výkrese č. 1-DP-104/86-105-00. Nosným prvkem hlavice je rám /poz.9/, na němž je uchycen pákový mechanismus pro otevírání čelistí. Pákový mechanismus je tvořen tyčí /poz.5/, která se pohybuje ve vodorovném směru. Vodicí tyč je uložena ve dvou pevných spodních kladkách /poz.16/ a dvou přítlačných horních kladkách /poz.15/. Přítlačná síla je vyvozena celkem čtyřmi tažnými pružinami /poz. 25/. K vodicí tyči je přišroubováno pohyblivé rameno /poz.3/. Druhé rameno /poz.2/ je nepohyblivé a je přišroubováno k nosnému rámu. Na obou ramenech jsou pomocí šroubů upevněny výměnné tvarované čelisti /poz. 26/.

Pohyb vodicí tyče s pohyblivým ramenem při otevírání je vyvozen od ovládacího hydraulického válce, přes talčnou tyč /poz. 27/ s čepem /poz.12/ a dvouramennou páku /poz. 7/. Zavírání čelistí je umožněno tláčnou pružinou /poz. 28/. Ovládací dvouramenná páka je uložena na čepu /poz. 19/. Nosný rám hlavice je uložen ve dvou ložiscích. Spolu s ložisky je upevněn v pevné přírubě /poz.10/, která je přišroubována k ramenům horního stolu. Nahoře je k nosnému rámu přišroubována hnací řemenice /poz. 11/. Uvnitř řemenice je uložena ovládací pružina.

Při broušení je kalíšek opřen o stavitelnou opěrku /poz. 29/.

Pohyb opěrky je umožněn dvěma do sebe zašroubovanými šrouby /poz. 22 a 23/.

Te umožňuje nastavit potřebnou vzdálenost podložky od čelistí pro všechny druhy broušených kalíšků.

HODNOCENÍ A ZÁVĚR

Navržený stroj je určen pro opracování dýnek kališků ze strojevé výroby, pomocí diamantových brusných ketoučů. Při návrhu konstrukce stroje byl hlavní důraz kladen na jednoduchost a univerzálnost dílů stroje, na snadnou montáž jednotlivých celků a na dobrou přístupnost k těmto celkům. To se projevilo ve velké podobnosti brousících stanic i v jejich rozmístění po obvodu stroje. Konstrukce upínání hlavice byla podřízena požadavku možnosti upínání velkého počtu odlišných kališků a dále požadavku vhodnosti pro ruční obsluhu.

Stroj umožňuje opracování čtyř kališků najednou, pracovní cyklus trvá zhruba 2 minuty.

Brousící stroj umožňuje dosáhnout lepšího vzhledu u strojně vyráběných kališků a dosáhnout podobnosti s dnes žádanou ruční výrobou. To by se mělo odrazit i v dobré poptávce jak na domácím, tak zahraničním trhu. Opracování by mělo přispět k lepší schopnosti konkurovat kališkům jiných výrobců. Provést podrobný ekonomický rozbor efektivnosti opracování kališků je velmi obtížné, protože v současné době se podobným opracováním dýnka na strojním zařízení žádný výrobce kališků nezabývá. Z tohoto důvodu lze jen těžko odhadnout náklady spojené s broušením dýnka.

Závěrem bych chtěl poděkovat s. ing. Vladimíru Klebsovi, vedoucímu práce, za pomoc při jejím zpracování.

Poděkování patří i s. ing. Jaroslavu Haasovi a s. Otovi Somyimu, pracovníkům VÚUS Nový Bor, kteří mi ochotně pomáhali svými cennými radami i kritickými připomínkami při řešení zadané práce. Bez jejich pomoci bych jen velmi obtížně mohl tuto práci zvládnout.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Boháček, F. a kolektiv : Části a mechanismy strojů I.
VUT Brno, Brno 1984
2. Černoch, S. : Strojné technická příručka. SNTL, Praha 1968
3. Hlaváček, J. : Sklářské stroje. SNTL, Praha 1982
4. Charvát, J. : Mechanika II. VŠST Liberec, Liberec 1980
5. Klebsa, V. : Technologie skla a keramiky. Sklo. VŠST Liberec,
Liberec 1983
6. Mařík, E. - Satrapa, R. : Brusíč a rytce skla. SNTL,
Praha 1973
7. Prášil, L. - Olehlová, M. : Části strojů a mechanismů.
VŠST Liberec, Liberec 1984
8. Vávra, R. a kolektiv : Strojnické tabulky. SNTL, Praha 1984

1	RÁM STROJE	SESTAVA	1
1	CENTRÁLNÍ HRÍDEL	SESTAVA	2
1	POMOCNÝ SLOUP	SESTAVA	3
1	POHON HLAVIC	SESTAVA	4
5	UPÍNAČÍ HLAVICE	SESTAVA	5
1	BROUSÍČÍ JEDNOTKA	SESTAVA	6
1	BROUSÍČÍ JEDNOTKA	SESTAVA	7
2	BROUSÍČÍ JEDNOTKA	SESTAVA	8
			9
1	POHON HORNÍHO STOLU	SESTAVA	10
5	SBĚRNÁ VANA	SESTAVA	11
1	CHLADÍČÍ OKRUH	SESTAVA	12
1	NOSIČ HLAVIC	SESTAVA	13
			14
1	PRACOVNÍSTĚ OBSLUHY		15
			16
			17
			18
			19
			20

POSPÍŠIL *Pospíšil*

21. 5. 1986

VŠET
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STROJ

0-DP-104/86-100-00

1	NOSIČ HLAVIC	SESTAVA			1
1	PEVNÉ RAMENO	SVAŘENEC	11 343	007	2
1	POHYBLIVÉ RAMENO	SVAŘENEC	11 343	007	3
4	DRŽÁK KLADEK	SVAŘENEC	11 343	007	4
1	VODÍČÍ TYC	SVAŘENEC	11 373	001	5
1	DRŽÁK ČEPU	SVAŘENEC	11 343	007	6
1	PÁKA	SVAŘENEC	11 373	001	7
1	NÁSTAVEC	SVAŘENEC	11 343	007	8
1	NOSNÝ RÁM	SVAŘENEC	11 343	007	9
1	PŘÍRUBA	SVAŘENEC	11 343	007	10
1	ŘEMENICE	ODLITEK	42 2420	212	11
1	TLAČNÝ ČEP Ø 8	ČSN 426510	11 600	001	12
1	VÍKO Ø 120	ČSN 425510	11 110	003	13
1	PODLŽKA Ø 56	ČSN 425510	11 110	003	14
2	HORNÍ KLADKA	ČSN 426510	11 600	001	15
2	SPODNÍ KLADKA	ČSN 426510	11 600	001	16
1	ROZPĚRNÁ TRUBKA Ø 86x36	ČSN 426510	11 110	003	17
1	ČEP Ø 12	ČSN 426510	11 600	001	18
1	ČEP PÁKY Ø 10	ČSN 426510	11 600	001	19
4	ČEP DRŽÁKU Ø 8	ČSN 426510	11 500	001	20

PODPÍŠIL *Popišil*

21 5 1986

VŠET
LIBEREC

UPÍNACÍ
HLAVICE

1-DP-104/86-105-00

1	TLAČEÝ KROUZEK	ČSN 425310	10 340	001	21
1	ŠROUB M8x58	ČSN 426510	11 500	001	22
1	ŠROUB M 16x55	ČSN 426510	11 500	001	23
2	POUZDRO B 12/22x14	ČSN 023481	42 3016		24
4	PRUŽINA	ČSN 426403	13 251	001	25
2	ČELIST	POLYAMID			26
1	TLAČNÁ TYC	ČSN 426510	11 500	001	27
1	PRUŽINA	ČSN 426403	13 251	001	28
1	OPĚRKA	TVRDA PRYZ			29

2	ŠROUB M6 x 20	ČSN 021101			30
8	ŠROUB M5 x 10	ČSN 021101			31
10	ŠROUB M6 x 16	ČSN 021143			32
4	ŠROUB M6 x 12	ČSN 021143			33
3	MATICE M6	ČSN 021401			34
1	MATICE M16	ČSN 021401			35

POSPÍŠIL Pospíšil

21.5.1986

VŠST
LIBEREC

UPÍNACÍ
HLAVICE

1-DP-104/86-105-00

1	MATICE M8	ČSN 021401	41
1	MATICE M8	ČSN 021403	42
8	PODLOŽKA 5	ČSN 021741	43
3	PODLOŽKA 6	ČSN 021741	44
2	PODLOŽKA 8	ČSN 021741	45
1	PODLOŽKA 16	ČSN 021741	46
8	KROUŽEK 8	ČSN 022900	47
12	KROUŽEK 7	ČSN 022900	48
1	LOŽISKO 6009	ČSN 024630	49
1	LOŽISKO 6010	ČSN 024630	50

POSPÍŠIL *Pospíšil*

21. 5. 1986

VŠST
LIBEREC

UPÍNACÍ
HLAVICE

1-DP-104/86-105-00

1	VŘETENO	SESTAVA			1
1	RÁM	SVAŘENEC	11 343	007	2
2	VODÍČÍ TYČ	SVAŘENEC	11 343	007	3
1	VODÍČÍ LIŠTA	SVAŘENEC	11 343	007	4
1	HNACÍ REMENICE	ODLITEK	42 2420	212	5
1	RÁM	SVAŘENEC	11 343	007	6
1	VODÍČÍ DESKA	ČSN 425310	11 500	001	7
1	OPĚRNÁ DESKA	ČSN 425310	10 340	001	8
1	TŘMEN	SVAŘENEC	11 343	007	9
1	HNANÁ REMENICE	ČSN 425510	11 500	001	10
2	PODLOŽKA Ø 45	ČSN 425301	10 340	001	11
1	PODLOŽKA Ø 89	ČSN 425301	10 340	001	12
1	ČEP Ø 9	ČSN 426510	11 600	001	13
1	KBYT VŘETENE	ČSN 425301	10 340	001	14
1	SBĚRNÁ VANA	SESTAVA			15
					16
1	ELEKTROMOTOR	3AP 80-2s			17
1	PLOCHÝ REMEN				18
					19
4	ŠROUB M10 x 30 POBÍŠIL	ČSN 011101			20

21.5.1986

VŠET
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STANICE

1-DP-104/86-106-00

4	ŠROUB M8x30	ČSN 021101	21
2	ŠROUB M6x14	ČSN 021101	22
2	ŠROUB M12x110	ČSN 021101	23
4	ŠROUB M8x20	ČSN 021101	24
6	ŠROUB M8x18	ČSN 021143	25
10	ŠROUB M6x16	ČSN 021143	26
5	MATICE M 10	ČSN 021401	27
2	MATICE M 12	ČSN 021401	28
4	MATICE M 8	ČSN 021401	29
4	PODLOŽKA 10	ČSN 021741	30
4	PODLOŽKA 8	ČSN 021741	31
2	PODLOŽKA 6	ČSN 021741	32
1	KROUŽEK 9	ČSN 022930	33
2	PERO 6x6x30	ČSN 022562	34

35

36

37

38

39

40

POSPÍŠIL

VŠST
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STANICE

1-DP-104/86-106 -00

1	VŘETENO	SESTAVA			1
1	RÁM	SVAŘENEC	11 343	007	2
1	POMOCNÝ RÁM	SVAŘENEC	11 343	007	3
1	VODÍČÍ LISTA	SVAŘENEC	11 343	007	4
1	VOSIČ ČEP	SVAŘENEC	11 343	007	5
1	HNACÍ REMENICE	ODLITEK	42 2420	212	6
1	RÁM	ČSN 425310	10 340	001	7
1	VODÍČÍ DESKA	ČSN 425310	11 500	001	8
2	VODÍČÍ TYČ	SVAŘENEC	11 343	007	9
1	TŘMEN	SVAŘENEC	11 343	007	10
1	OPĚRNÁ DESKA	ČSN 425310	10 340	001	11
1	ČEP	ČSN 426510	11 600	001	12
1	HNANÁ REMENICE	ČSN 425510	11 500	001	13
2	PODLOŽKA Ø 45	ČSN 425301	10 340	001	14
1	PODLOŽKA Ø 90	ČSN 425301	10 340	001	15
1	PODLOŽKA Ø 30	ČSN 425301	10 340	001	16
1	PODLOŽKA Ø 50	ČSN 425301	10 340	001	17
1	DRŽÁK NÁSTROJE	SVAŘENEC	11 343	007	18
1	KRYT VŘETENE	ČSN 425301	10 340	001	19

POSPÍŠIL *Perpěšil*

24.5.1986

VŠST
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STANICE

0-DP-104/86-108-00

1	PODLOŽKA Ø 25	ČSN 425301	10 340	001	21
1	PRUŽINA	ČSN 426403	13 251	001	22
					23
					24
					25
2	ŠROUB M12x80	ČSN 021101			26
2	ŠROUB M12x45	ČSN 021101			27
8	ŠROUB M10x35	ČSN 021101			28
2	ŠROUB M10x30	ČSN 021101			29
6	ŠROUB M8x24	ČSN 021101			30
2	ŠROUB M6x20	ČSN 021101			31
2	ŠROUB M6x14	ČSN 021101			32
6	ŠROUB M8x18	ČSN 021143			33
8	ŠROUB M6x16	ČSN 021143			34
4	ŠROUB M5x10	ČSN 021143			35
4	MATICE M12	ČSN 021401			36
11	MATICE M10	ČSN 021401			37
8	MATICE M 8	ČSN 021401			38
2	MATICE M 6	ČSN 021401			39
10	PODLOŽKA 10 POSPÍŠIL	ČSN 021741 <i>Pospíšil</i>			40

24. 5. 1986

VŠST
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STANICE

0-DP-104/86-108-00

6	PODLOŽKA 8	ČSN 021741	41
2	PODLOŽKA 6	ČSN 021741	42
2	PERO 6x6x30	ČSN 022562	43
1	PERO 5x5x25	ČSN 022562	44
1	PLOCHÝ ŘEMEN		45
1	MOTOR	3AP 80-2s	46
			47
			48
			49
			50
			51
			52
			53
			54
			55
			56
			57
			58
			59
			60

POSPÍŠIL *Pospíšil*

21. 5. 1986

VŠST
LIBEREC

BROUSÍČÍ
STANICE

0-DP-104/86-108-00