

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Josefa Janouška

odbor strojírenská technologie

Protože jste splnil..... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smys směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Návrh technologie výroby elektroakustických zpožďovacích
linek

Pokyny pro vypracování:

- 1) Proveďte objasnění funkce elektroakustické zpožďovací linky včetně použití a zhodnoťte její význam
- 2) Proveďte teoretický rozbor možných výrobních postupů a použitých způsobů obrábění pro výrobu této skleněné součásti
- 3) Vypracujte nejvhodnější postup výroby, včetně technické-hospodářských norem pro předpokládanou roční výrobu 100.000 kusů při jednosměnném provozu
- 4) Vypracujte návrh potřebného technologického zařízení a výrobních pomůcek
- 5) Navrhněte metodiku měření šesti funkčních ploch a dvou ploch pomocných doloženou návrhem měřicích přístrojů a zařízení
- 6) Proveďte komplexní ekonomické zhodnocení návrhu technologie výroby elektroakustických zpožďovacích linek

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

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

Handwritten signature and date:
✓ 144/1968

Rozsah grafických laboratorních prací: 4 - 6 výkresů

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran

Seznam odborné literatury:

Grötz: Broušení a leštění skla

Lederer: Broušení a leštění skla

Vedí diplomové práce: Doc.Ing. Jan Š á l e k CSc

Kořiantanti: Ing. Jaromír G a z d a

Datum zahájení diplomové práce: 17. června 1968

Datum odevzdání diplomové práce: 26. srpna 1968

L. S.

Prof.Ing.Jaroslav D r a s k ý CSc
vedoucí katedry

Prof.Ing.Cyril H ō s c h l
děkan

VŠST LIBEREC
FAKULTA STROJNÍ

DP ST - 644/68

Strana 1

Návrh technologie výroby
elektroakustických zpoždovacích linek

Josef Janoušek

1.0. Obsah.

- 1.0. Obsah
- 2.0. Objasnění funkce elektroakustické zpožďovací linky
 - 2.1. Úvod
 - 2.2. Základní vlastnosti UZL
 - 2.3. Ultrazvukové zpožďovací linky pro barevnou televizi
 - 2.4. Ultrazvukové zpožďovací linky se skleněnou odrazovou soustavou
- 3.0. Rozbor možných výrobních postupů a způsobů obrábění
 - 3.1. Obrábění volným brusivem
 - 3.2. Obrábění vázaným brusivem
 - 3.3. Výroba řezáním z optických bloků
 - 3.4. Výroba opracováním výlisků
- 4.0. Nejvhodnější postup výroby pro předpokládanou roční výrobu 100 000 kusů při jednoměnném provozu
 - 4.1. Popis navržené technologie
 - 4.2. Výpočet brusných tlaků
 - 4.3. Technologický postup
 - 4.4. Technicko-hospodářské normy
- 5.0. Návrh potřebného zařízení a výrobních pomůcek
 - 5.1. Technologické zařízení a výrobní pomůcky
 - 5.2. Stanovení počtu strojů pro potřebnou kapacitu
- 6.0. Metodika měření šesti funkčních a dvou pomocných ploch výrobku
 - 6.1. Možnosti měření
 - 6.2. Vhodné měřicí metody
- 7.0. Zhodnocení návrhu technologie výroby-závěr
- 8.0. Seznam příloh
- 9.0. Seznam použité literatury

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠV
zákonem č. j. 31 727/64
13. listopadu 1968-Věstník MŠK XVIII,
31. 12. 1968 a 19 autorského zákona č. 127/64 Sb.

2.0. Objasnění funkce elektroakustické zpožďovací linky.

2.1. Úvod.

Ultrazvukovou zpožďovací linku / dále UZL / tvoří dva elektromechanické měniče připojené ke zpožďovacímu prostředí. Elektrický signál přivedený k prvnímu měniči se transformuje v mechanickou deformaci, která se po jisté / žádané / době přenesese přes zpožďovací prostředí k druhému měniči a zde transformuje opět v elektrický signál. Základní uspořádání UZL je patrné z obrázku na příloze č. 1.

Doba průchodu rozruchu zpožďovací linkou je závislá na délce dráhy a rychlosti šíření mechanických vln. Protože rychlost šíření zvuku ve zpožďovacím prostředí je řádově několik $\text{km} \times \text{sec}^{-1}$, může být dosaženo zpoždění signálu několika mikro až milisekund.

První UZL byly vyvinuty během druhé světové války na pracovištích ROYAL RADAR ESTABLISHMENT ve Velké Británii a prakticky současně u firmy TELEFUNKEN v Německu.

Jako zpožďovacího prostředí bylo užito kapaliny / voda, rtuť, glykol a pod. /. Protože teplotní roztažnost kapalin je velká a parametry se teplotou značně měnily, přešlo se k používání tuhých, akusticky izotropních látek / tavený křemen, sklo, keramika, slitiny kovů a pod. /. Ojediněle bylo použito také výbrusu z monokrystalů.

Měníče prvních UZL byly vyzkoušeny z monokrystalů křemene řezu X nebo Y. Bylo experimentováno také s jinými piezoelektrickými látkami, např. s ADP. V roce 1954 se pro měniče pracující v oblasti kmitočtů 10 MHz začalo užívat polykrystalických piezokeramických materiálů. Pro oblast vyšších kmitočtů / nad 30 MHz se měniče získávají přímým napařením

piezoelektrických monokrystalických vrstev na zpožďovací prostředí. Jen výjimečně se užívá magnetostrikčních měničů.

UZL byly nejprve použity v radiolokačních zařízeních k vymezení časového okamžiku mezi vyslaným a od cílového objektu odraženým pulsem. O něco později našly uplatnění v měřicí technice, operačních paměťových obvodech číslicových počítačů, korelační technice a pod.

V souvislosti s rozvojem barevné televize zájem o UZL značně roste.

Náplní diplomového úkolu je navrhnout nejvhodnější technologii výroby skleněných výbrusů zpožďovacích prostředí elektroakustických zpožďovacích linek, které mají sloužit jako součást v přijímači barevného obrazu.

Koordinátorem úkolu zavedení výroby televizorů pro příjem barevného obrazu v Československu je VÚST v Praze.

Řešitelem dílčího úkolu elektroakustické zpožďovací linky pro barevnou televizi je n.p. Tesla v Hradci Králové.

Vývojem nového druhu skloviny pro zpožďovací media linek se zabývá SVÚS v Hradci Králové.

Jako subdodavatel skleněných výbrusů zpožďovacích prostředí / nosných tělísek / linek je n.p. Dioptra v Turnově, který byl pověřen navrhnout optimální technologii pro výhledově předpokládanou roční výrobu 100.000 ks.

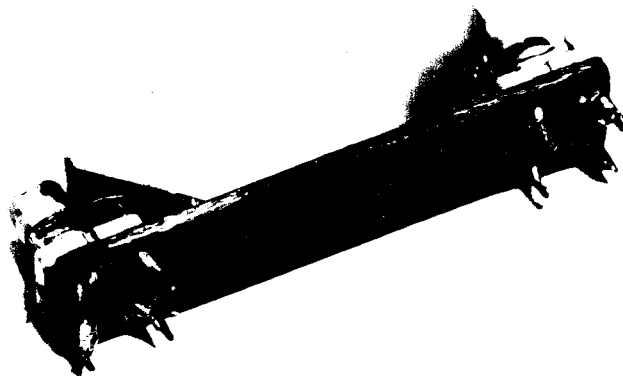
V této době probíhají zkoušky ~~u~~ prvních několika vývojových kusů československých zpožďovacích linek, zhotovených ve spolupráci Tesla - Dioptra a dalších podniků. Není proto zatím s konečnou platností rozhodnuto o tvaru, rozměru, materiálu a dalších technických parametrech připravovaných linek.

Z důvodů naléhavosti úkolu zavedení výroby při-

jímačů barevného obrazu v Československu zadal n.p. Tesla zhotovení dalších několika zkušebních kusů. Jde o takový typ zpoždovacího media linky, který se podle dosavadních výsledků vývoje bude s největší pravděpodobností vyrábět. Tento poslední návrh slouží jako podklad pro tuto práci.

Splnění poslání diplomového úkolu mohou prakticky ovlivnit změny geometrického tvaru a rozměrů zpoždovacího prostředí. Dojde-li k úpravě, budou se s největší pravděpodobností měnit pouze rozměry a to v rozmezí maximálně ± 2 mm. Tyto případné opravy nebudou vcelku bránit možnosti využití výsledků této práce při výrobě elektroakustických zpoždovacích linek pro přijímače barevného obrazu.

Foto č. 1: Vývojová linka TESLA.



2.2. Základní vlastnosti UZL.

Mezi základní vlastnosti UZL patří čas zpoždění, jeho teplotní koeficient, přenos a výskyt parazitních signálů.

Čas zpoždění je definován jako časový úsek mezi body, ve kterých dosáhnou vstupní a výstupní impulsy polovinu maximální amplitudy a platí pro něj přibližný vztah

$$T = \frac{l}{C_1}$$

kde l je délka vlny, a C_1 je rychlost použitého módu vlnění. Pro UZL užívané v barevné televizi bývá čas zpoždění v okolí $64 \mu\text{s}$.

Teplotní koeficient času zpoždění T_c je definován jako derivace času zpoždění T podle teploty Q . Vztahuje se vždy k jednotkovému zpoždění T_n .

$$T_c = \frac{dT}{dQ} \frac{1}{T_n}$$

Při použití speciálních materiálů je zpravidla menší než $3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Šíře propustného pásma / přenos kmitočtové oblasti / je definovaná intervalem kmitočtů, v němž se útlum od střední hodnoty docilované v propustném pásmu odchyluje nejvýše o 3 dB. V televizorech se užívá zpožďovací linky se středním kmitočtem 4,43 MHz a šíří pásma 1,8 MHz.

Parazitní signály vznikají odrazem vlnění jednak od stěn, které ohraničují zpožďovací prostředí, jednak od měničů. Zpravidla je definována úroveň, o kterou má být parazitní signál potlačen proti výstupnímu signálu. Je žádáno, aby parazitní signály byly potlačeny o 22 až 30 dB.

2.3. Ultrazvukové zpožďovací linky pro barevnou televizi.

Protože podle výsledků posledních jednání o zavedení barevné televize v Československu má být její programový příjem uzpůsoben zároveň pro systém SECAM i PAL, přicházejí v úvahu výhradně UZL se skleněnou soustavou s použitím měničů z keramických materiálů s piezoelektrickými vlastnostmi.

Orientace piezokeramického měniče je v příloze č. 2 při použití ortogonálního pravotočivého systému souřadnic x, y, z . Směrům X, Y, Z jsou přiřazeny indexy 1; 2 a 3. Indexy 4; 5; 6 jsou značeny střižové deformace v rovinách 23; 31 a 12. Směr polarizace je ve směru osy z .

K přenosu informace / rozruchu / používá se u UZL téměř výlučně příčné, lineárně polarizované vlnění. Toto vlnění lze vybudit tloušťkově střižově kmitajícím měničem / $d_{15} \neq 0$ / , jehož orientace je rovněž zachycena v příloze č. 2.

Základní hodnota zpoždění UZL pro barevnou televizi je $63,943 \mu s$, střední hodnota kmitočtu je $4,43 \text{ MHz}$ a minimální šířka propustného pásma $1,8 \text{ MHz}$ s maximálním útlumem $10 \pm 3 \text{ dB}$.

Typ kovových linek je vhodný pouze pro systém SECAM a má řadu nevýhod, vyplývajících z vlastností kovů / vysoký činitel tepelné roztažnosti, vysoká teplotní závislost všech veličin, velký útlum, vysoká teplotní vodivost, možnost tvorby poruchových center, obtížná kontrola kvality a pod./. Linky s kovovým médiem nejsou použitelné pro systém PAL, který vyžaduje linku s maximální odchylkou $\pm 3 \times 10^{-9} s$ při teplotě $+ 25^{\circ}C$ a připouští odchylku $\pm 5 \times 10^{-9} s$ v rozsahu teplot $+ 20$ až $+ 55^{\circ}C$.

Tyto přesné požadavky časové stability zpoždění lze dosáhnout v současné době pouze linkami se skleněnou soustavou.

V televizorech systému SECAM / Systéme sequentiel a memoire / se nepřenášejí oba barvosné signály současně, ale postupně. Současné přítomnosti obou signálů se docílí tak, že první z nich projde linkou s časem zpoždění přibližně $64 \mu s$.

V televizorech systému PAL / Phases alternated lines / se s použitím UZL kompenzují fázové chyby přenosu. Ve vysílačích se mění fáze jedné z barvosných složek řádek od řádku o 180° . Současně se v televizoru s použitím UZL zpozdí předem vyslaný signál o dobu trvání jednoho řádku / $64 \mu s$ / a superponuje signálu právě probíhající řádky.

2.4. Ultrazvukové zpožďovací linky se skleněnou odrazovou soustavou.

Tuto UZL možno realizovat jako lineární / bezodrazovou / nebo odrazovou / ve tvaru V nebo s několika odrazy /.

Lineární UZL / příloha č. 1 / je nejjednodušší. Jejím nevýhodou je nutnost přesného nastavení zpoždění signálu délkou zpožďovací soustavy, a to ještě před připájením měničů. Také rozměrově vychází tato soustava méně příznivě. Linka musí být navíc opatřena zakončovacími členy jako přidavným tlumením.

U odrazových UZL / příloha č. 3; 4; 5 / je signál vyslán zpožďovacím médiem ve tvaru V jednodrazově / příloha č. 3 / nebo s několika odrazy. Několikaodrazových linek se zvláště v západních státech vyvinula mnoho alternativ od jednodrazových až po mnohodrazové polygony / počítačí stroje /.

UZL se skleněnou odrazovou soustavou uvedla jako první na trh firma PHILIPS. Ve Francii je vyrábí firma RTC-COPRIM, v Anglii MULLARD a v NSR firma VALVO.

Po výrobní stránce mají linky tohoto typu podstatnou výhodu, že přesné nastavení časové základny zpoždění linky lze provádět i po natmelení / připájení / měničů. V příloze na obr. 3; 4; 5 je označena čárkovanou čarou vždy plocha, která se dobrušuje za účelem přesného časového nastavení zpoždění linky.

Vliv ozvěnových parazitních signálů lze u těchto linek potlačovat tím, že se zvětší útlum na některé ze stěn, kde je odraz / na př. zdrsněním povrchu, vytvořením zářezů nebo výstupků / a není již třeba zavádět tak veliké přidavné tlumení zakončovacím členem.

Charakter broušeného povrchu má společně s tvarem a použitým druhem skloviny zpožďovacího prostředí velký vliv na správnou funkci UZL / diagram závis-

losti útlumu na drsnosti povrchu je v příloze č. 7 /.

Stejně jako v zahraničí, byla také v Československu vyvinuta v SVÚS v Hradci Králové speciální sklovina pod označením M 20 / M 20 I, II, III /. S podobným materiálem počítá se pro výrobu československých UZL. Protože vývojová sklovina M 20 má co do obrábění téměř stejné vlastnosti jako běžně v optice používané optické sklo F 2, bude dále využito zkušeností nabytých dlouholetou praxí při opracování optického skla F 2.

Foto č. 2: Porovnání rozměrů vývojové linky TESLA
/ vlevo / s běžně vyráběnou linkou
PHILIPS DL 1 C.

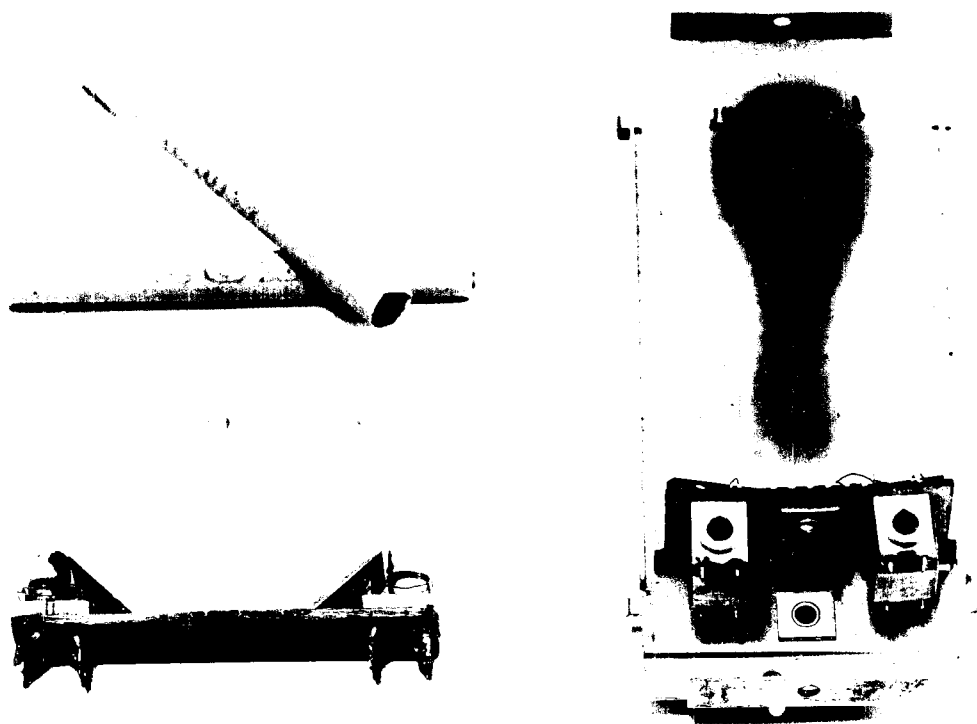
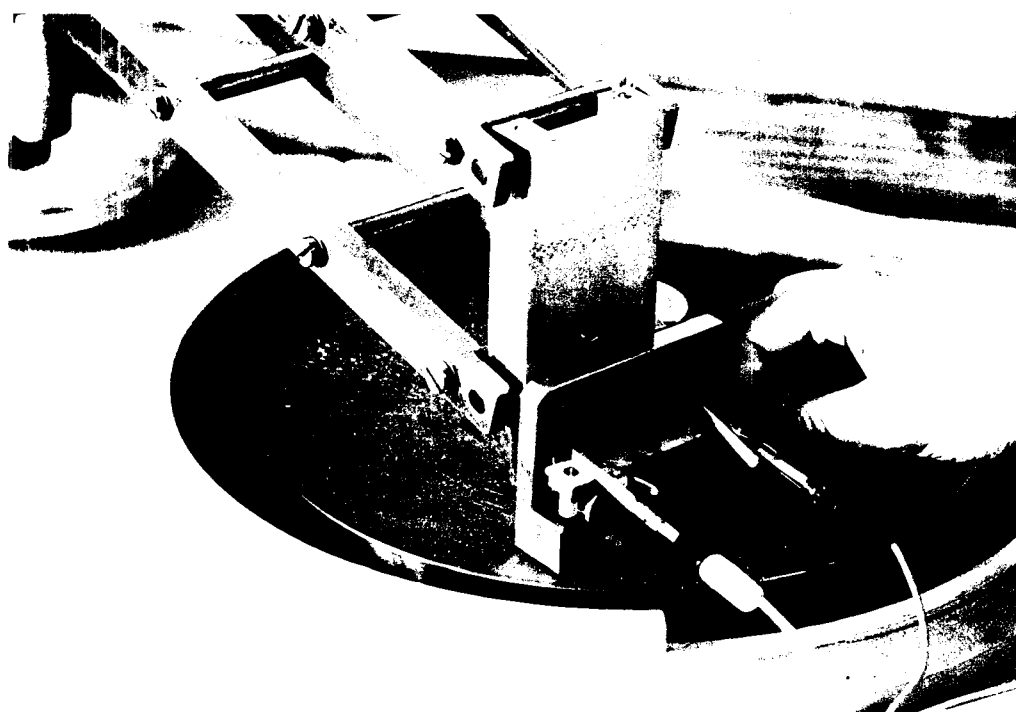
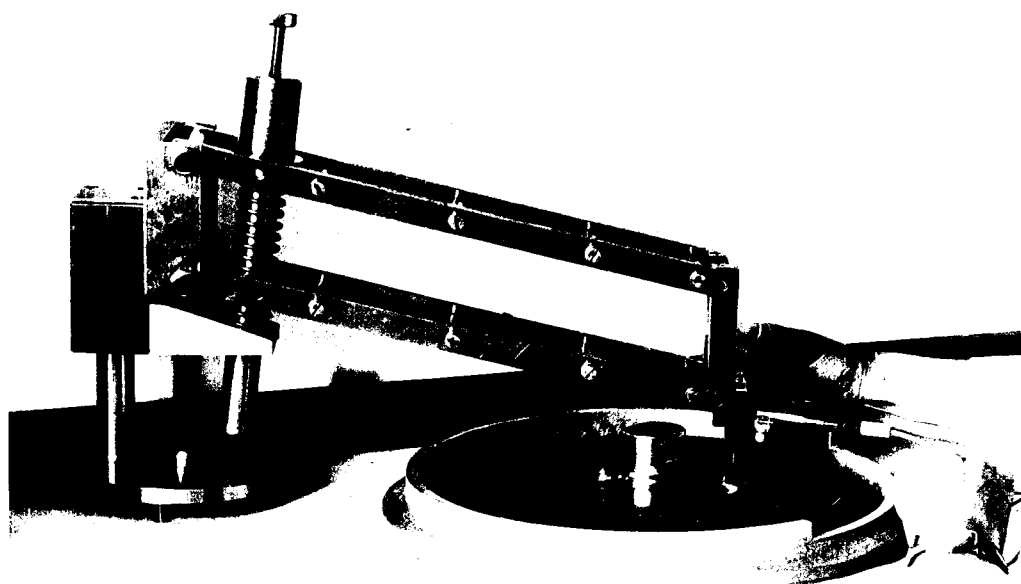


Foto č. 3 a 4: Nastavení přesné časové základny
zkušební linky TESLA dobrušování
/ s využitím paralelogramu /.



3.0. Rozbor možných výrobních postupů a způsobů obrábění.

Při broušení nastává opracování skla současným působením velkého množství drobných nástrojů. Broušící účinek brusného zrna volného nebo vázaného vyvolaný pronikáním tvrdého zrna do méně tvrdého povrchu skla vede k vylamování malých skelných úlomků z povrchu a k vytváření vrstvy nerovností a zápras-ků. Dostatečně zatížené brusné zrno pohybující se po povrchu skla vytváří periodické praskliny. Tyto mají konvexní strany ve směru pohybu u valivého volného zrna a konkávní strany ve směru pohybu fixovaného zrna. Bezprostřední příčinou vzniku prasklin je tahové pnutí v povrchové zóně, které se při pohybu fixovaného zrna vytváří za ním a při pohybu volného rotujícího zrna před ním. Výsledkem broušení jsou vedle vrstvy nerovností a zápras-ků ještě dvě zony vnitřního rovnovážného pnutí. V narušeném povrchu vzniká účinkem prasklin vnitřní tlakové pnutí a pod touto vrstvou vzniká vyrovnávací vnitřní tahové pnutí. Přitom tato vnitřní pnutí rostou hlavně při jemném broušení s velikostí zrn brusiva. Vnitřní tlakové pnutí v narušené povrchové vrstvě vzniká tím, že v prasklinách jsou často jako klíny vraženy úlomky skla a brusného materiálu, dále účinkem kapilárních sil broušící / chladící / kapaliny.

3.1. Obrábění volným brusivem.

Volné brusivo je suspenze brusného prášku ve vodě nebo jiné kapalině. Zrnečka se volně pohybují nejčastěji mezi kovovým brusným kotoučem a obrobkem po něm smýkaném pod určitým brusným tlakem.

Používaná brusiva dělí se do dvou základních skupin:

- a/ přírodní / křemenný písek, smírek, korund, diamant /
- b/ syntetická / karbid bóru, karbid křemíku, elektrokorund /

Volná brusiva představují vždy soustavu zrn o více frakcích, jejichž vzájemný vahový poměr určuje zrnitost brusiva. Každé zrno má svou délku l , šířku s a výšku v . Mezi rozměry platí vztah

$$l \geq s \geq v$$

Měrným rozměrem, který určuje velikost zrna je jeho šířka. U zrn, jejichž šířka se rovná nebo je větší než 40μ , stanovuje se měrný rozměr proséváním přes dvě mezní kontrolní síta. Zrna menší než 40μ se měří mikroskopicky. Podle měrného rozměru se všechna zrna zařazují do skupin označených číslem zrna. Tabulka měrných rozměrů odpovídajících jednotlivým číslům zrn je ve zprávě jako příloha č. 9.

Zrnitost je nejdůležitější charakteristikou volného brusiva. Používání hrubšího nebo jemnějšího prášku vede okamžitě ku změně dvou základních parametrů procesu broušení, obrusu a drsnosti povrchu.

Broušení volným brusivem je v průměru o něco pomalejší při větší spotřebě brusného prášku, než u vázaného brusiva. Má ale řadu předností, pro které je tento způsob broušení nepostradatelným při výrobě přesné optiky. Jsou to snadnější kontrola nového bru-

siva s možností ovládání drsnosti povrchu, lepší reprodukovatelnost postupu výroby, dobrá homogenita povrchového reliéfu bez kreseb a přesnější dodržení tvaru.

Foto č. 5: Osvědčený způsob obrábění přesné optiky
volným brusivem na dvouvřetenovém polo-
automatickém brousícím stroji střední
velikosti / náhon plochými řemeny /.



Foto č. 6: Způsob obrábění na výkonném jednovřetenovém poloautomatickém stroji Kärger Ø 500 více kusů najednou.

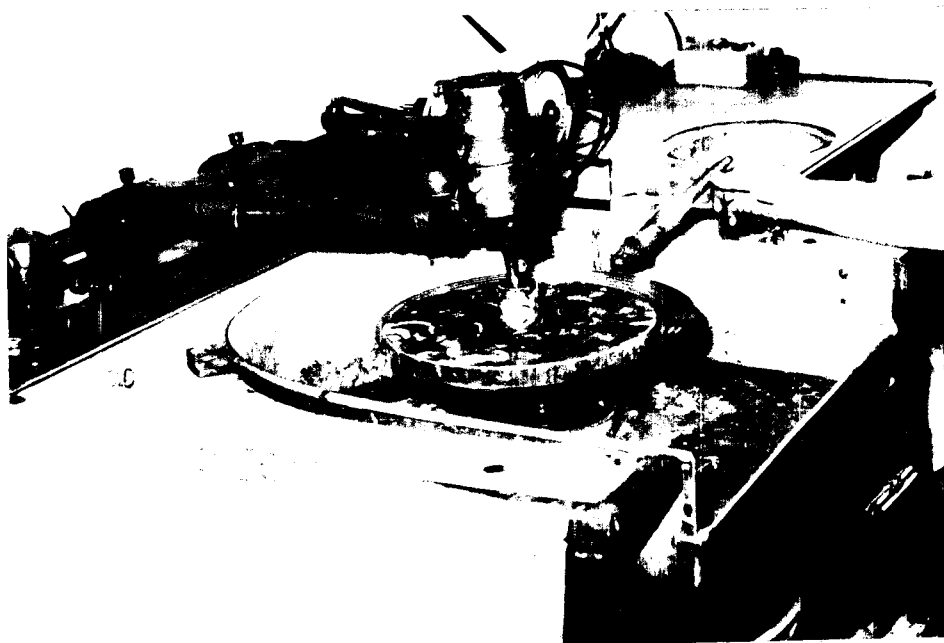
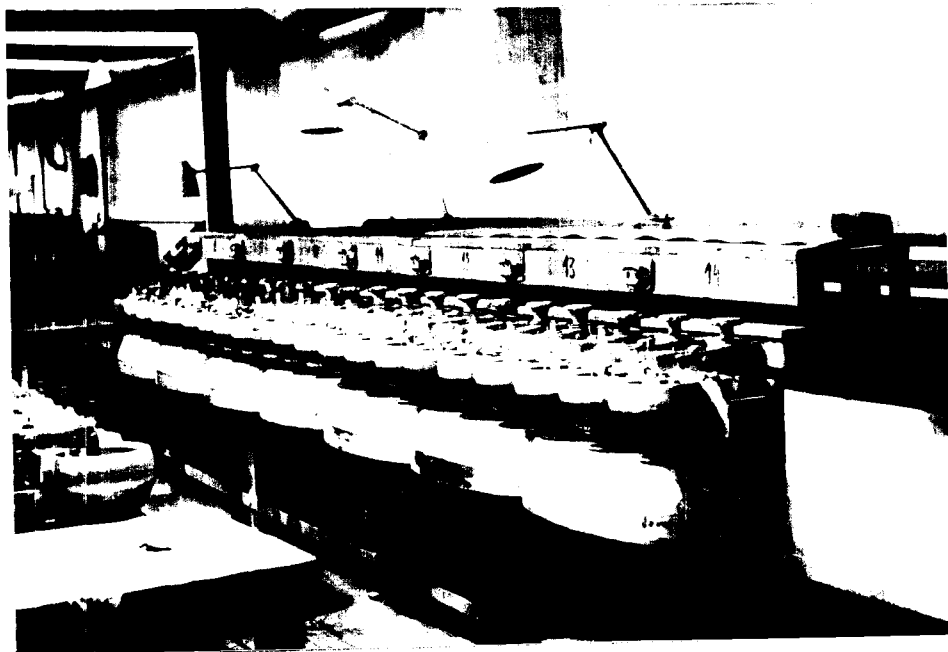


Foto č. 7: Linka ^{trh}dvouvřetenových strojů Optibel pro broušení brýlových skel volným brusivem jednotlivě.



3.2. Obrábění vázaným brusivem.

Při broušení skla vázaným brusivem se nejčastěji uplatňují rotující brusné kotouče, které jsou buď celé z brusného materiálu, nebo mají vázaným brusivem vybavenou jen svoji funkční část / diamantové frézy /.

Brousící kotouče se dělí na:

- a/ přírodní / pískovce /
- b/ syntetické / s keramickou vazbou, silikátovou, umělé pryskyřice a pod. /
- c/ diamantové nástroje

Při volbě brousícího nástroje s vázaným zrnem je nutné znát kromě druhů a zrnitosti brusiva ještě strukturu brousící části, t.j. vlastnosti pojiva / tvrdost, tepelnou odolnost / a pórovitost vázaného brusiva.

Zrnitost brousícího kotouče je dána zrnitostí zpracovaného brousícího prášku. V současné době se v Československu vyrábějí kotouče z různých brusiv s číslem zrnitosti od 10 do M 15.

Pracovní povrch vázaného brousícího kotouče je seskupení velkého množství ostrých brousících zrn. Tato zrna se při procesu broušení lámou a jejich hrany se zaoblují. Otupená zrna se potom vylamují celá. Převládá-li zaoblování hran, povrch brousícího nástroje se zahlazuje a celý nástroj se otupí. Předčasným vylamováním ještě ostrých zrn klesá životnost nástroje.

Ekonomické obrábění skla nástroji s vázaným brusivem nezávisí jenom na kvalitě samotného nástroje, ale také na jeho správném použití. Je nutné správně zvolit parametry obrábění, t.j. řeznou rychlost zrněk, tlak do záběru, chlazení / mazání /, dobré uložení vřetena stroje a pod.

Diamantové kotouče jsou zvláštním druhem vázaného brousícího nástroje. Používají se nejvíce při frézování a hrubém broušení optického skla. Jejich pracovní povrch je tvořen vrstvou vázaného diamantového bortu tloušťky 3 až 4 mm, nalisovanou na nosný podklad, za který je nástroj upnut. Nejrozšířenější jsou kotouče s kovovou vazbou. Vyrábějí se slinováním kovového prášku s diamantovým bortem. V některých případech se diamantová zrnka váží epoxydovou pryskyřicí nebo bakelitem. Pracovní povrch vylisovaného diamantového kotouče se musí před použitím otevřít jemným opracováním povrchu za účelem odhalení povrchových zrn.

Diamantové nástroje jsou zatím nejúčinnějším druhem vázaného brusiva. Mají vysokou životnost. Jejich použití se neustále rozšiřuje, protože umožňují nejekonomičtější aplikaci diamantového brusiva.

Zavedení broušení vázaným brusivem / frézování / nese sebou problém konstrukce přesných frézovacích strojů a stavby nových frézovacích nástrojů. I za těchto předpokladů vzniká problém dokonalého ovládnutí předepsané drsnosti povrchu, jeho homogenity a u přesných výbrusů i tvaru. Proto zůstávají některé zvláštní nebo přesné optické výrobky výsadou broušení volným brusivem.

Foto č. 8: Linka jednovřetenových frézovacích strojů
Optibel pro hrubé broušení brýlových skel
jednotlivě.

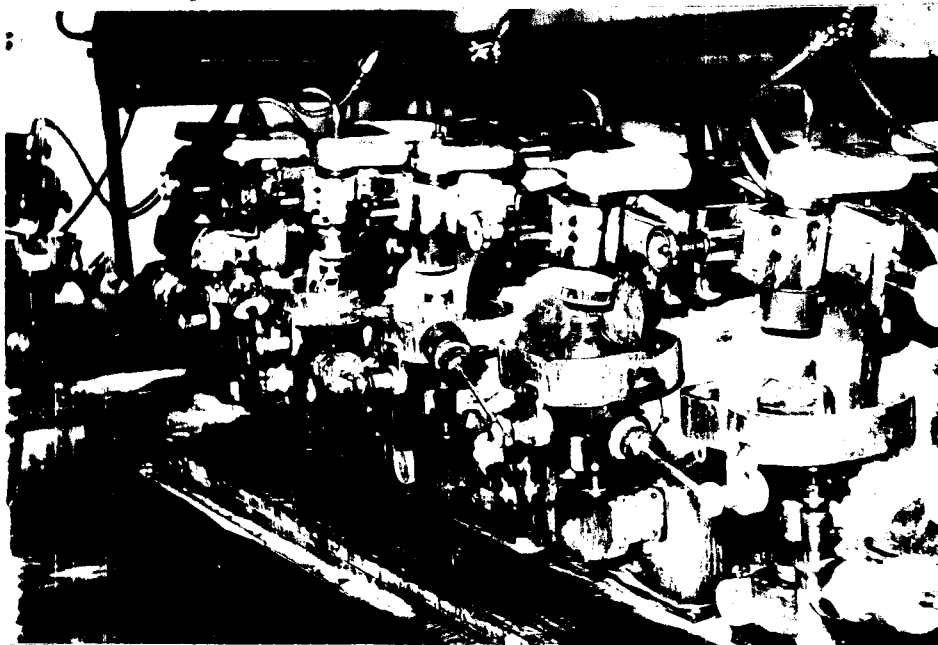
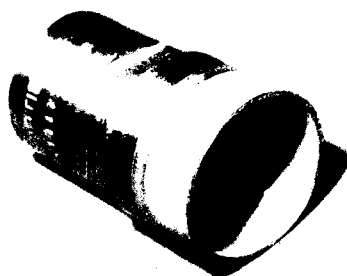


Foto č. 9: Nástroj s vázaným brusivem / diamantová
fréza / pro stroj Optibel / nahoře /.



3.3. Výroba řezáním z optických bloků.

Skleněné bloky se rozdělují na žádanou velikost a tvar řezáním. V současné době se dodává optické sklo v blocích nebo deskách, jejichž velikost zřídka kdy přesahuje 20 x 20 x 20 cm. Takové surové sklo se rozřezává kruhovými řezacími kotouči, kterými jsou vybavené cirkulární řezací stroje / řezačky /.

Řezací nástroje.

Řezacím nástrojem je pila. Pily možno rozdělit do čtyř základních skupin:

- a/ kovové kotouče s vázaným zrnem, vyráběné tme-
lením a lisováním zrn karborundového nebo ko-
rundového prášku
- b/ kovové kotouče pro řezání volným zrnem, které
pracují za neustálého nanášení řezacího práš-
ku na obvod nástroje
- c/ kovové kotouče, na jejichž obvodě jsou upevně-
na zrna tvrdého prášku, obvykle diamantu
- d/ řezací kotouče s gumovou nebo epoxydovou vaz-
bou

Na řezací kotouč se přivádí vydatné množství vo-
dy, emulze nebo petroleje, jež působí jako chladicí
medium, odplavuje úlomky skla z řezu a podporuje vli-
vem kapilárního působení v záprascích vylupování ná-
strojem narušené skloviny.

Řezací stroje.

Existuje několik typů cirkulárních řezacích stro-
jů:

- 1/ blok skla pevně upnut, nástroj klesá vlastní
vahou do záběru
- 2/ blok skla je přitlačován do řezu pákou zespo-
du

3/ skleněný blok se posouvá do řezu po desce stolu

4/ poloautomatické stroje s nastavitelnou řeznou rychlostí / tlakem /

Pro řezání více kusů najednou / z většího bloku skla - náš případ / nejlépe vyhovuje velká poloautomatická řezačka s průměrem pily 280 mm. Jako řezný nástroj pro tento případ se dosud nejlépe osvědčuje diamantem preparovaná měděná kružní pila, chlazená olejovou emulzí nebo petrolejem. Šířka listu pily 1,2 až 1,5 mm, otáčky 1200 1/min. Kotouč je na otočném ramenu sklíká do řezu přesně regulovatelnou rychlostí, volenou podle rozměrů řezu, tvrdosti řezaného skla a stavu nástroje. Nastavení regulace pohybu nástroje do řezu, které je při řezání skla velmi důležité, umožňuje regulovatelný olejový tlumič a přestavitelné protizávaží na ramenu pily. Skleněný blok je pevně přitmelován na dřevěném prkénku, prostřednictvím kterého je mechanicky upnut na stole stroje. Stůl pily má čtyři stupně volnosti / křížový posuv suportů, naklápění a otáčení /. Řezací rychlost je značná, až 5 cm/min.

Řezání optických bloků je práce velmi náročná. Vyžaduje zvláštního citu pracovníka. Vyhovuje při kusové výrobě přesných optických výbrusů a výrobků zvláštních svou velikostí nebo tvarem. Nepostradatelným je řezání kružní pilou při provádění orientovaných řezů v monokrystalech / piezovýbrusy, dvojlomné filtry a pod. /.

Pro výrobu velkého množství stejných výrobků je výhodné použít skleněných předlisků.

Foto č. 10: Poloautomatická kružní řezačka
Ø 280 pro řezání optických bloků a orientovaných monokrystalů.

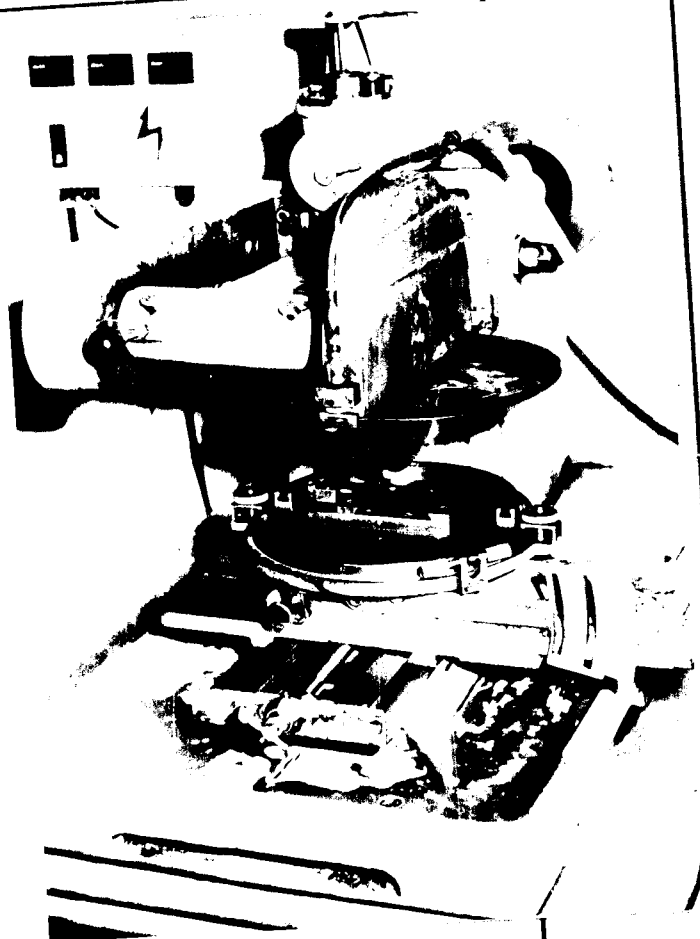
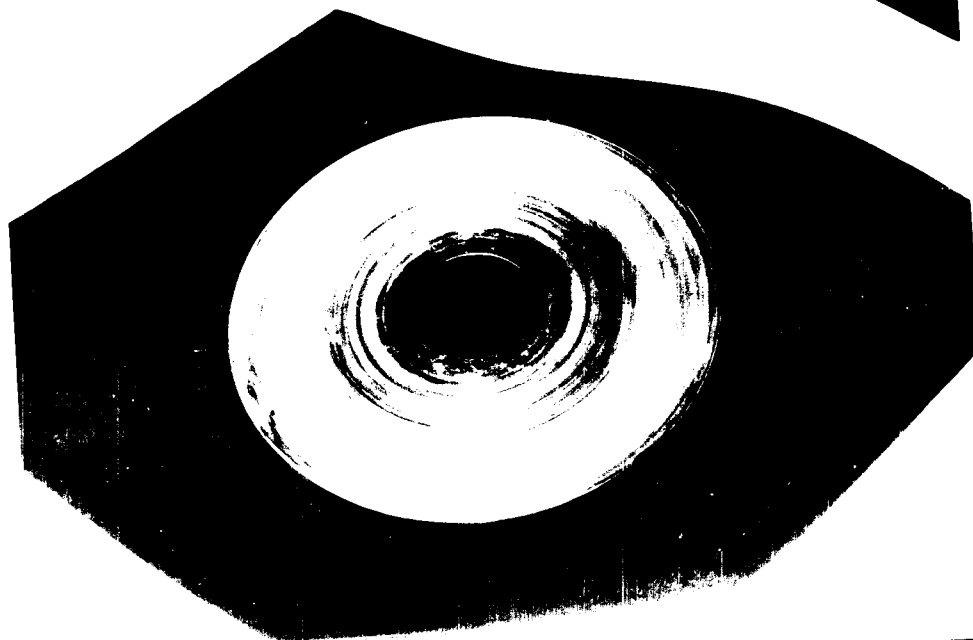


Foto č. 11: Nástroj - diamantem preparovaná měděná kružní pila Ø 280.



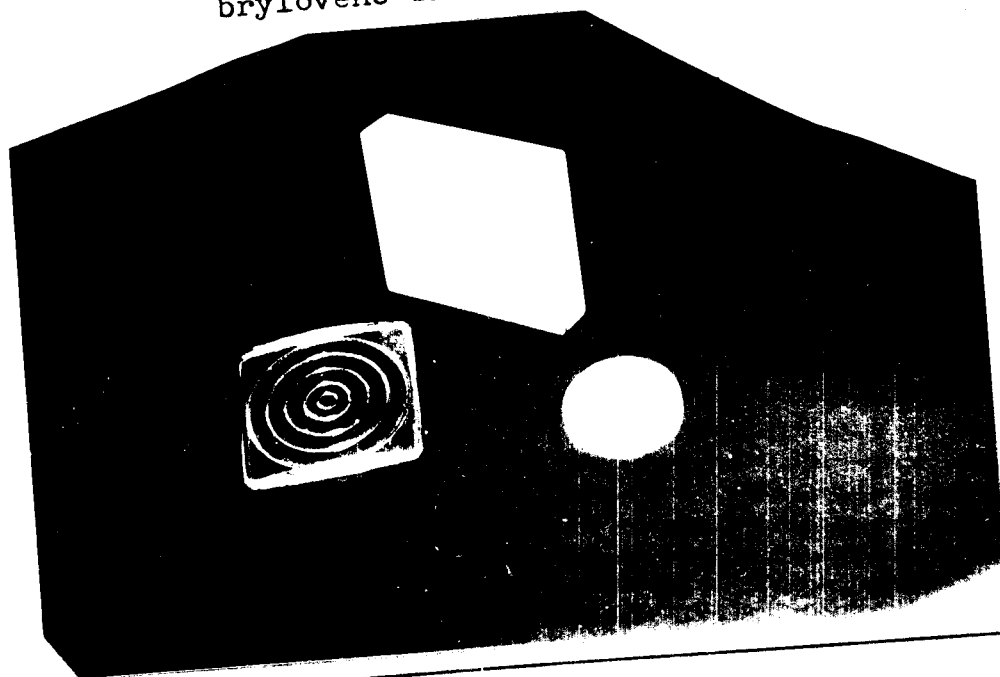
3.4. Výroba opracováním výlisků.

Výlisek je tepelně tvarovaný kus surového skla ve formě. Lisování se provádí v těstovitém stavu ohřáté skloviny. Tento způsob tvarování je výhodný zejména tím, že snižuje ztráty drahého optického skla, k nimž dochází při mechanickém opracování. Vyžaduje však dodržování přesných tepelných podmínek, aby nevzniklo vnitřní pnutí ve výlisku a tím se nenarušila izotropie budoucího optického prvku.

V současné době se zvláště pro menší výrobky lisuje sklovina na plně automatizovaných linkách, které zaručují dobrou kvalitu takřka beze zmetků. Podmínkou, aby se ekonomicky vyplatilo přestavění linky pro lisování středně velkých výlisků na jiný tvar, je výroba alespoň 25 000 kusů.

Kusy surového skla se tepelně tvarují z taveb již přímo ve sklárnách při výrobě optických bloků, kotoučů, předlisků brýlových skel, čoček a jiných výrobků, vyráběných ve větších seriích.

Foto č. 12: Předlisky čtvercové čočky, hranolu a brýlového skla.



4.0. Nejvhodnější postup výroby pro předpokládanou roční výrobu 100 000 kusů při jednosměnném provozu.

Požadavky na dodržení předepsané drsnosti povrchu a jeho homogenity při výrobě velkého množství stejných kusů tělísek UZL rozhodly v současné době ve prospěch obrábění volným brusivem / kapitoly 3.1. a 3.2. /.

Protože se jedná o předpokládanou roční výrobu 100 000 kusů, bude základním polotovarem pro zpoždovací tělísko skleněný výlisek.

Pro diplomový úkol / Návrh technologie výroby zpoždovacích prostředí UZL pro barevnou televizi / navrhuji jako nejvhodnější postup výroby

Opracování předlisovaných skleněných polotovarů volným brusivem.

4.1. Popis navržené technologie.

Výchozím materiálem tělíska linky je předlisovaný kousek skloviny dodaný sklárnou v možnostech nejprůzračnějších tolerancí pro další opracování / příloha č. 8 /. Přídavky na opracování byly voleny v souladu s nutnými výrobními tolerancemi od výrobce výlisků a jistým středním úběrem materiálu při broušení dvěma velikostmi brusných zrn.

Hotový výrobek nemá žádnou plochu leštěnou, přídavky na opracování jsou proto voleny menší na rozdíl od leštěné optiky. Menším úběrem dosáhne se zproduktivnění výroby.

Stanovení středních hodnot úběru:

Brusivo M 32 0,15 mm

Brusivo č. 200 0,35 mm

Protože při povrchu výlisku bývají ve sklovině defekty, bylo při návrhu výlisku počítáno ještě s určitou rezervou na opracování.

Vlastní broušení / hrubé i jemné / provede se po šedesáti kusech najednou na jednovřetenových poloautomatických strojích typu Kärger, Ø nástroje 500 mm. Obrobky se tmelí voskovým tmelem za tepla. Měření tloušťky se provádí nejen na konci brousící operace, ale také v průběhu ubírání vrstvy přídavku na opracování, jak to vyžaduje zvolená technologie broušení volným brusivem. Jako podklady slouží výkresy / příloha č. 8 a č. 6 / výlisku a hotového výrobku.

Při broušení je vhodné zachovávat určitý postup co do pořadí obrábění jednotlivých ploch, které jsou na obrobku označeny A, B, C, D / příloha č. 10 /.

a/ Opracování ploch D.

Natmelení obrobků na lepší ze dvou ploch D1

na rovnou brousící desku / tmelku / a broušení brusivem č. 200 až do zarovnání všech celých ploch D2 s planparalelitou 0,2 mm. Sejmutí a očištění obrobku. Natmelení na opracovanou stranu D2 a broušení ploch D1 na konečný rozměr tloušťky $10 \pm 0,1$. Sejmutí, čištění, slepení planparalelními stranami D1, D2 do bloků, vymačkání přebytečného tmelu za účelem odstranění klínové vrstvy při současné kontrole kolmosti ploch na rovné desce.

b/ Opracování ploch A.

Natmelení bloků plochami A1 na desku a broušení ploch A2 brusivem č. 200 až do zarovnání všech celých ploch. Sejmutí, očištění, obrácení bloků a natmelení na předtím obrobenou plochu A2. Broušení plochy A1 brusivem č. 200 na rozměr s přídavkem tloušťky na dvojí opracování brusivem M 32. Pečlivé opláchnutí vodou a broušení stejné plochy A1 brusivem M 32 na rozměr s přídavkem na jedno opracování brusivem M 32. Sejmutí, očištění, obrácení bloků a natmelení zpět na plochu A1. Broušení plochy A2 brusivem M 32 na konečný rozměr $33,8 \pm 0,1$.

c/ Opracování ploch B.

Nejprve se provede úhlování obrobku obrobku. Bloky se natmelí ve svislé poloze na brousící úhlovací přípravek / příloha č. 11 / plochami A1 a B1 tak, aby nastalo dostatečné přitisknutí / vytlačení tmelu / právě ve styku obrobených ploch A1 s přípravkem. Následuje broušení plochy B2 brusivem č. 200 až do zarovnání všech celých ploch. Tím se zaručí pravý úhel mezi plochami A1 a B2, který je nutný pro další opracování v požadovaných tolerancích. Sejmutí, očištění obrobků / bloků / a natmelení zpět na rovnou desku předtím obrobenou plochou B2. Další opracování ploch B je obdobné jako předtím u ploch A. Výsledný koneč-

ný rozměr je $45 \pm 0,1$.

d/ Opracování ploch C.

Z důvodu nebezpečí vyskřípání hran odpadá zde broušení hrubým brusivem č. 200.

Sejmutí, očištění a natmelení obrobků / bloků / do brousícího přípravku č. 2 / příloha č. 12 /. Broušení ploch C1 brusivem M 32 na konečný rozměr při zachované planoparalelitě celku. Dobroušení se provádí na známou hodnotu získanou seřizením přípravku a měřicího přístroje na kalibr. Dovolená odchylka vypočtená z výkresu je

$$\pm \frac{0,1 \cdot \sqrt{2}}{2} = \pm 0,0702 \text{ mm}$$

Sejmutí, obrácení bloků a broušení ploch C2 stejným způsobem. Následuje odtmelení bloků, rozlepení jednotlivých kusů a pečlivé očištění.

Protože ochranné sražení hran není u těchto výrobků žádoucí, opracování zpoždovacího tělíska skončilo.

Zbývá ještě kontrola vzhledu, vyřazení poškozených kusů a kontrola rozměrů.

/ Vyskřípané hrany funkčně nevadí. /

Foto č. 13: Jednovřetenový poloautomatický brousicí stroj Kärger Ø 500.

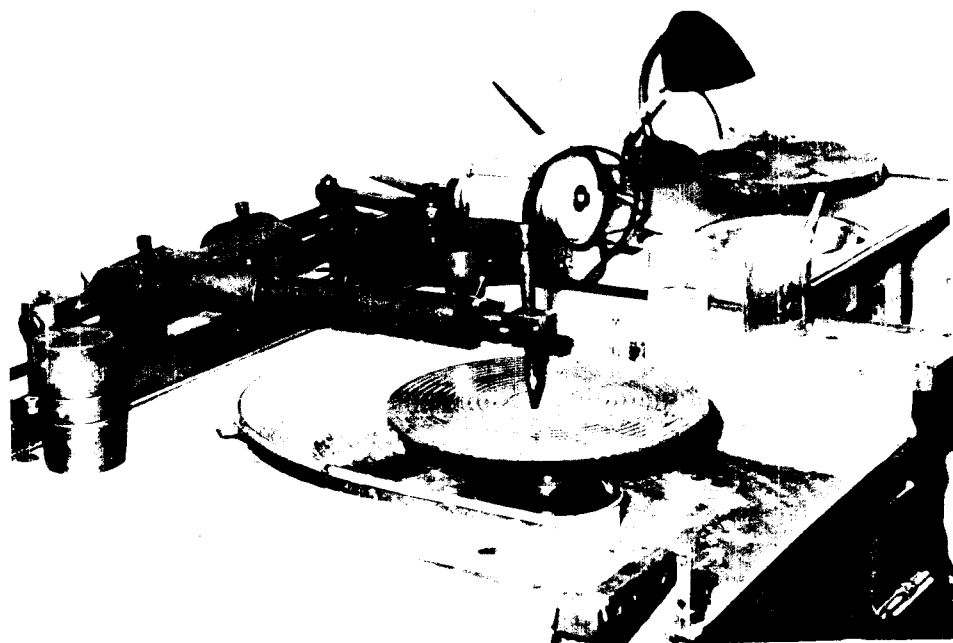
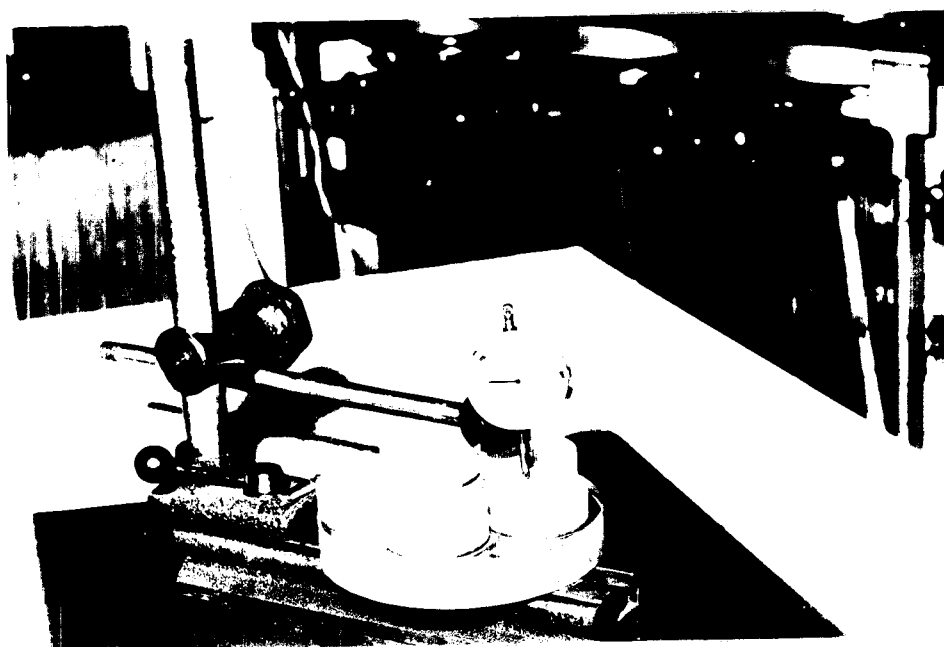


Foto č. 14: Způsob měření optických dílů na plánde-
ce v průběhu operace broušení volným bru-
sivem.



4.2. Výpočet brusných tlaků.

Maximální brusné tlaky při broušení plochého skla na velkých strojích se pohybují v rozmezí od 200 do 300 g/cm². Protože při broušení hranolků UZL nesmí vzniknout vyskřípání hran / hotový výrobek nemá sražené hrany /, bude brusný tlak volen v okolí jedné čtvrtiny možných maximálních tlaků.

Výpočet.

1/ Opracování ploch D1, D2 brusivem č. 200:

opracovávaná plocha 1 ks - 15 cm²

pro 60 ks - 15 x 60 = 900 cm²

použitý brusný tlak - 50 g/cm²

celkový tlak při obrábění:

$$0,050 \times 900 = \underline{45 \text{ kg}}$$

2/ Opracování ploch A1 brusivem č. 200:

opracovávaná plocha 1 ks - 5 cm²

pro 60 ks - 300 cm²

použitý brusný tlak - 100 g/cm²

celkový tlak při obrábění:

$$0,100 \times 300 = \underline{30 \text{ kg}}$$

3/ Opracování ploch A1 brusivem M 32:

opracovávaná plocha 1 ks - 5 cm^2 pro 60 ks - 300 cm^2 použitý brusný tlak - 50 g/cm^2

celkový tlak při obrábění:

$$0,050 \times 300 = \underline{15 \text{ kg}}$$

4/ Opracování ploch A2 brusivem č. 200:

opracovávaná plocha 1 ks - $2,5 \text{ cm}^2$ pro 60 ks - 150 cm^2 použitý brusný tlak - 100 g/cm^2

celkový tlak při obrábění:

$$0,100 \times 150 = \underline{15 \text{ kg}}$$

5/ Opracování ploch A2 brusivem M 32:

opracovávaná plocha 1 ks - $2,5 \text{ cm}^2$ pro 60 ks - 150 cm^2 použitý brusný tlak - 50 g/cm^2

celkový tlak při obrábění:

$$0,050 \times 150 = \underline{7,5 \text{ kg}}$$

6/ Opracování ploch B1, B2 brusivem č. 200:

opracovávaná plocha 1 ks - $2,5 \text{ cm}^2$

další shodné s bodem 4 /

celkový tlak při obrábění:

15 kg

7/ Opracování ploch B1, B2 brusivem M 32:

opracovávaná plocha 1 ks - $2,5 \text{ cm}^2$

další shodné s bodem 5/

celkový tlak při obrábění:

7,5 kg

8/ Opracování ploch C1, C2 brusivem M 32:

opracovávaná plocha 1 ks - 2 cm^2

pro 60 ks - 120 cm^2

použitý brusný tlak - 50 g/cm^2

celkový tlak při obrábění:

$0,050 \times 120 = \underline{6}$ kg

4.3. Technologický postup.

Název výrobku:

Hranolek UZL

čís. oper.	název operace	výr.pomůcky	čas	brusný tlak
1	tmelit na plán- desku plochou D1	tmel deska Ø 400 rukavice	9,45	
2	brousit plochu D2, měřit	stroj Kärger smírek č. 200 hloubkoměr	5,25	45,00
3	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	5,10	
4	tmelit na plán- desku plochou D2	tmel deska Ø 400 rukavice	9,45	
5	brousit plochu D1 měřit	deska Ø 400 smírek č. 200 měřidlo Kinex	6,15	45,00
6	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	5,10	
7	stmelit stranami D, úhlovat	tmel rukavice	10,25	
8	tmelit na plán- desku plochami D1	tmel deska Ø 260 rukavice	4,15	
9	brousit plochu A2, měřit	smírek č. 200 hloubkoměr	6,15	15,00
10	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	4,20	
11	tmelit na plánde- sku plochou A2	tmel deska Ø 260 rukavice	4,15	

VŠST LIBEREC

FAKULTA STROJNÍ

DP ST - 644/68

Strana 32

12	brousit plochu A1, měřit	smírek č. 200 deska Ø 260 měřidlo Kinex	6,15	30,00
13	opláchnout vodou	jemný kartáč deska Ø 260	1,20	
14	jemně brousit plo- chu A1, měřit	smírek M 32 deska Ø 260 měřidlo Kinex	7,30	15,00
15	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	4,20	
16	tmelit na plán- desku plochou A1	tmel deska Ø 260 rukavice	4,15	
17	jemně brousit plo- chu A2, měřit	smírek M 32 deska Ø 260 měřidlo Kinex	7,30	7,50
18	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	4,20	
19	tmelit do příprav- ku, úhlovat na pl. A1	tmel úhl. přípravek rukavice	5,15	
20	brousit plochu B2, měřit	smírek č. 200 úhl. přípravek měřidlo Kinex	6,15	15,00
21	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	4,20	
22	tmelit na plán- desku plochou B2	tmel deska Ø 260 rukavice	4,15	
23	brousit plochu B1, měřit	smírek č. 200 deska Ø 260 měřidlo Kinex	6,15	15,00
24	opláchnout vodou	jemný kartáč deska Ø 260	1,20	
25	jemně brousit plo- chu B1, měřit	smírek M 32 deska Ø 260 měřidlo Kinex	7,30	7,50
26	sejmout, očistit	benzin vata utěrky	4,20	
27	tmelit na plán- desku plochou B1	tmel deska Ø 260 rukavice	4,15	

[illegible]

VŠST LIBEREC
FAKULTA STROJNÍ

4.4.
Technicko-hospodářské
normy

DP ST - 644/68

Strana 34

THN

pro výrobek:

Název: Hranol UZL - M 20

Poř. č.	Název operace	Druh mater. ČSN	Měr. jedm.	Norma 1000 ks
1	Hrubé broušení	Siliciumpkarbid č. 200	kg	24,60
2	Broušení	Siliciumpkarbid M 32	kg	17,20
3	Tmelení	Včelí vosk	kg	2,80
4	Tmelení	Kalafuna	kg	3,20
5	Tmelení	Sádra	kg	3,00
6	Čištění	Techn. benzin	kg	10,00
7	Čištění	Vata buničitá	ks	5,00
8	Čištění	Vata skládaná	ks	2,00

5.0. Návrh potřebného zařízení a výrobních pomůcek.

5.1. Technologické zařízení a výrobní pomůcky.

A Stroje.

- 1/ Jednovřetenový poloautomatický stroj Kärger
Ø 500 mm / hrubé i jemné broušení /.

B Nástroje.

- 1/ Brousící deska Ø 500 / drážkovaná - materiál
42 24 18 /.
2/ Brousící deska Ø 390 / drážkovaná - materiál
42 24 18 /.

C Přípravky.

- 1/ Tmelící pláňdeska Ø 400
2/ Tmelící pláňdeska Ø 260
3/ Tmelící úhlovací přípravek č. 1 Ø 260
4/ Tmelící přípravek č. 2 Ø 260 /broušení ploch C/
5/ Upínka na Ø 400
6/ Upínka na Ø 260
7/ Přípravek pro měření v plochách C

D Měřidla.

- 1/ Posuvné měřítko / hloubkoměr / ČSN 12 38
2/ Stojanové měřidlo Kinex ČSN 25 18 55 vybave-
né číslíkovým setinovým úchylkoměrem Somet
ČSN 25 18 11.
3/ Stojanové měřidlo Kinex ČSN 25 18 46 vybave-
né setinovým číslíkovým úchylkoměrem Somet
ČSN 25 18 11

- 4/ Úhelník s přímkovým stykem ČSN 25 19 64
- 5/ Třmenový setinový mikrometr Somet 0 - 25
ČSN 25 14 20
- 6/ Třmenový setinový mikrometr Somet 25 - 50
ČSN 25 14 20
- 7/ Malé vlasové pravítko ČSN 25 37 41

5.2. Stanovení počtu strojů pro potřebnou kapacitu.

Efektivní roční pracovní kapacita / časový fond/
dělníka.

Podle platných zákonů je dovolená dělníkům 2 až 5 týdnů. Pro výpočet uvažujeme průměrně 3 týdny, t.j. 18 pracovních dnů. Nepřítomnost z osobních důvodů činí podle statistik v průměru 7 až 10 procent / nemoc, plnění občanských povinností, vyřizování nutných osobních záležitostí a pod. /. Vzhledem k pětidennímu pracovnímu týdnu / od 1.9.68 / se může předpokládat, že na vyřízení těchto věcí postačí celkem 10 dnů v roce.

Efektivní pracovní kapacita dělníka tedy je:

365 dní

- 52 nedělí
- 52 sobot
- 7 svátků
- 18 pracovních dnů dovolené
- 10 pracovních dnů pro osobní důvody

226 pracovních dnů

226

— x 40 hodin / týdně = 1 108 hodin / rok
5 pro jednu směnu

Efektivní kapacita strojního zařízení je 1 808 hodin za rok při jednosměnném provozu. Podle zkušeností s podobnou výrobou optických elementů lze použít procento využití 63,40 procent.

Skutečná strojní kapacita jednoho stroje bude:

$$1\ 808 \times 0,634 = 1\ 142 \text{ hodin}$$

Hrubé broušení jemné desky / přípravku / při osazení 60 ks trvá 36 minut, t.j. 0,6 hodiny.

$$\frac{1\ 142 \text{ hodin}}{0,6 \text{ hodiny}} = 1\ 910 \text{ desek}$$

$$1910 \text{ desek} \times 60 \text{ kusů} = 114\ 200 \text{ kusů za rok}$$

Jemné broušení jedné desky / přípravku / při osazení 60 ks trvá 45,5 minuty, t.j. 0,76 hodiny.

$$\frac{1\ 142 \text{ hodin}}{0,76 \text{ hodiny}} = 1\ 505 \text{ desek}$$

$$1\ 505 \text{ desek} \times 60 \text{ kusů} = 90\ 500 \text{ kusů za rok}$$

Na zmetky podle zkušeností z obdobné optické výroby je vhodné počítat se ztrátou 10 procent / to se přibližně člení na 4 procenta při hrubém broušení a 6 procent při jemném broušení /.

$$114\ 200 \text{ kusů} - \text{z toho } 10\% = 11\ 420$$

$$114\ 200 \text{ kusů} - 11\ 420 \text{ kusů} = 102\ 780 \text{ kusů}$$

Z předcházejícího vyplývá, že na hrubé broušení postačuje na plánovanou roční výrobu 100 000 kusů jeden brousící stroj.

Na jemné broušení bude nutné vybavit pracoviště dvěma stroji.

Poznámka.

V kapitole 5.0. byl proveden návrh potřebného technologického zařízení a výrobních pomůcek. Kapacitní výpočet pro stanovení potřebného počtu brousících strojů byl vypracován pro získání základní představy o výrobě plánovaného množství 100 000 kusů za rok. Potřebné množství přípravků, měřidel a pod. je závislé na celkové organizaci pracoviště, která není náplní diplomového úkolu.

6.0. Metodika měření šesti funkčních a dvou pomocných ploch výrobku.

Měření všech osmi ploch skleněného tělíska UZL se provádí během opracování výlisku. Vyžaduje to zvolená technologie obráběním volným brusivem / kapitola 4.1. /. Měření rozměrů obrobku je tedy součástí některých pracovních úkonů / operací /. Počet měření při opracování šedesáti kusů výlisků se nedá přesně stanovit. Záleží na zkušenostech, zručnosti a odhadu brusiče, jestli správně určí dobu úbrusu vrstvy přídavného materiálu za podmínek, které může částečně sám ovlivnit / jak často a v jakém množství /hustotě/ nanáší brusivo, jak je zanesené rýhování kotouče a pod. /. Měření během opracování provádí se vždy u celého kompletu / šedesáti kusů natmelených na desce nebo v přípravku /, aniž by se braly jednotlivé obrobky do ruky.

Měření popsané dále bude vlastně kontrolním měřením hotových výrobků.

6.1. Možnosti měření.

V této části úkolu jsou uvedeny způsoby měření jednotlivých kusů zpoždovacích tělísek UZL.

Vychází se z rozměrů a požadovaných tolerancí udaných na výkrese / příloha č. 6 /.

Platí zásada, že použité měřidlo má měřit s přesností, která je desetinásobná než dovolená úchylka / tolerance /.

Způsoby měření.

a/ kontrola planparallelity ploch / A1-A2, B1-B2, D1-D2 /:

- 1/ kalibrem / šablonou /
- 2/ úchylkoměrem / stojánek Somet /
- 3/ obkročným měřidlem / mikrometrem /
- 4/ jiné způsoby / pneumaticky a pod. /

b/ kontrola dodržení rozměrů:

stejná jako pro bod a/

c/ kontrola dodržení úhlů:

- 1/ optickým úhloměrem
- 2/ šablonou / úhelníkem /
- 3/ jiné způsoby / goniometricky a pod. /

d/ kontrola rovinnosti ploch:

vlasovým pravítkem a pod.

6.2. Vhodné měřicí metody.

S přihlédnutím k mechanickým vlastnostem použité skloviny M 20, tvaru, rozměrům a počtu vyráběných kusů navrhuji tuto metodiku kontrolního měření hotového výrobku zpoždovacího prostředí UZL.

Použité způsoby měření vyžadují zhotovení přesného kalibračního modelu zpoždovacího tělíska, vyrobeného z kovu nebo taveného křemene s leštěným povrchem. Základní rozměry navrženého kalibru jsou shodné s výkresem výrobku / příloha č. 6 / s rozdílem tolerancí, které jsou $\pm 0,01$ mm pro délky a $\pm 2'$ pro dodržení úhlů.

Popis způsobů měření používá označení ploch výrobku podle přílohy č. 10.

Popis vlastního měření.

1/ Plochy D1 - D2:

kontrola tloušťky výrobku a planparallelity

požadovaná tloušťka $10 \pm 0,1$ mm

požadovaná planparallelita $\pm 0,1$ mm

Použité měřidlo Kinex ČSN 25 18 46 vybavené setinovým úchylkoměrem ČSN 25 18 11 / foto č. 17 /. Před měřením je nutné měřidlo seřídit / nastavit / podle kalibru na základní / nulovou / hodnotu.

Výrobek položit na jednu z ploch D a měřit tloušťku $10 \pm 0,1$ v několika bodech / uprostřed a při okraji /. Největší rozdíl naměřených hodnot udává planparallelitu.

2/ Kolmost ploch D s A:

Postup výroby zaručuje za předpokladu správného seřízení brousícího přípravku č. 1 / příloha č. 11 / vzájemnou kolmost ploch A, B, D. Jako kontrolní měřidlo plně vyhovuje malý úhelník ČSN 25 51 25 s přímkovým stykem.

3/ Plochy A1 - A2:

požadovaný rozměr $33,8 \pm 0,1$

požadovaná planparallelita $\pm 0,1$

Použité měřidlo a postup měření jsou stejné jako u bodu 1/ / foto č. 18 /

4/ Plochy B1 - B2:

požadovaný rozměr $45 \pm 0,1$

požadovaná planparallelita $\pm 0,1$

Stejně jako u bodů 1/ a 3/ / foto č. 19 /.

5/ Měření ploch C1 a C2:

/ kontrola dodržení rozměru sražení rohů tělíska /

požadovaný rozměr $10 \pm 0,1/45^{\circ} \pm 10'$

použité měřidlo Kinex ČSN 25 18 46 vybavené setinovým úchylkoměrem ČSN 25 18 11 a úhlovým přípravkem / příloha č. 13 /

Výrobek položit na plochy A a B / vložit do přípravku / na stolečku přístroje. Posunováním přípravku i s obrobkem po stolečku se současně kontroluje rovinnost ploch C.

Měřidlo s přípravkem bylo předem nastavené
na základní / nulovou / hodnotu podle kalibru.

Tím je tvar výrobku určen.

Hotový výrobek je skleněný nepravidelný šesti-
boký hranolek s ostrými / nesraženými / hranami. Při-
kládání šablon nebo optického úhloměru za účelem kon-
trolního měření úhlů bylo by velmi nebezpečné z důvo-

Měřidlo s přípravkem bylo předem nastavené na základní / nulovou / hodnotu podle kalibru.

Tím je tvar výrobku určen.

Hotový výrobek je skleněný nepravidelný šestiboký hranolek s ostrými / nesraženými / hranami. Při kládání šablon nebo optického úhломěru za účelem kontrolního měření úhlů bylo by velmi nebezpečné z důvodu poškození / vyskřípání / hran. Metoda měření šesti funkčních a dvou pomocných ploch byla proto volena jemným mechanickým dotykem zaobleného hrotu úchylkoměru uvnitř ploch na povrchu výrobku.

Foto č. 15: Měřidlo Kinex pro měření šedesáti kusů hranolků najednou v průběhu broušení.

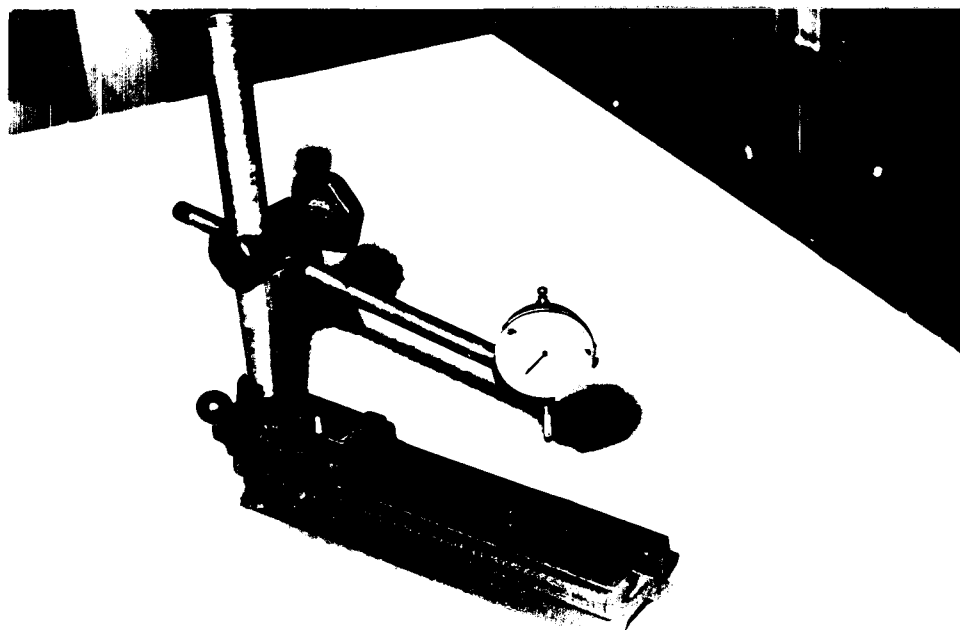


Foto č. 16: Měřidlo Kinex
pro kontrolní měření
jednotlivých kusů.

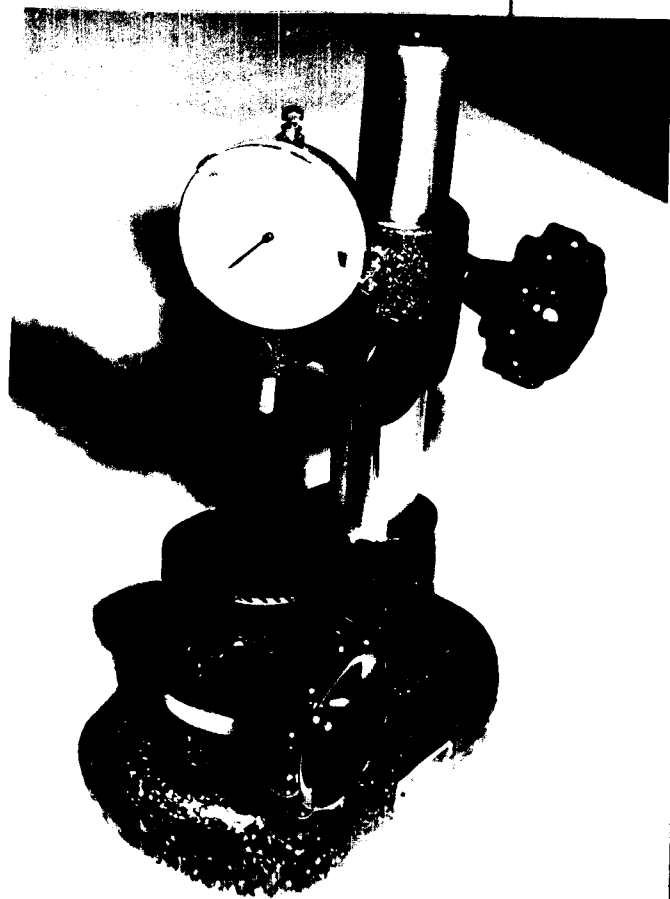


Foto č. 17: Měření ploch

D1 - D2

Foto č. 16: Měřidlo Kinex
pro kontrolní měření
jednotlivých kusů.

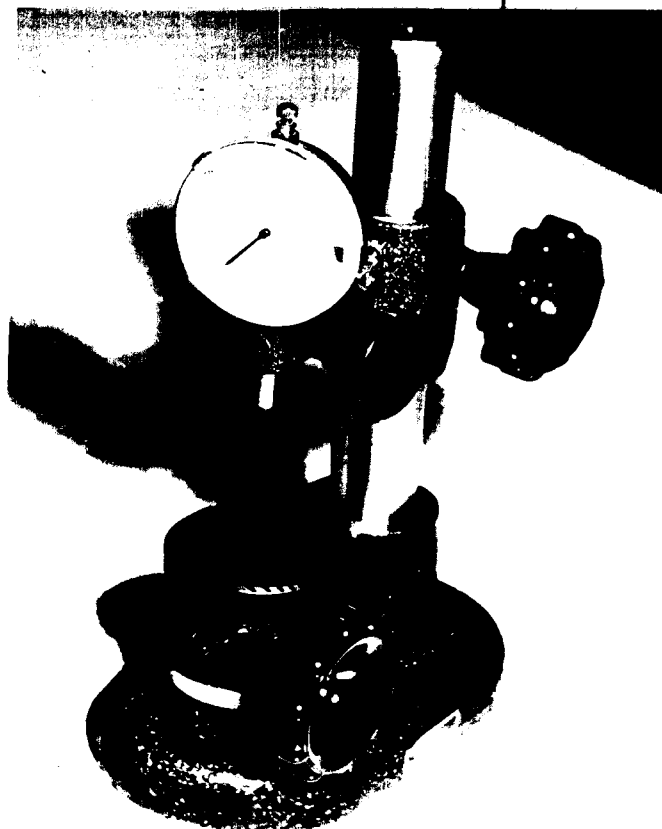


Foto č. 17: Měření ploch
D1 - D2.

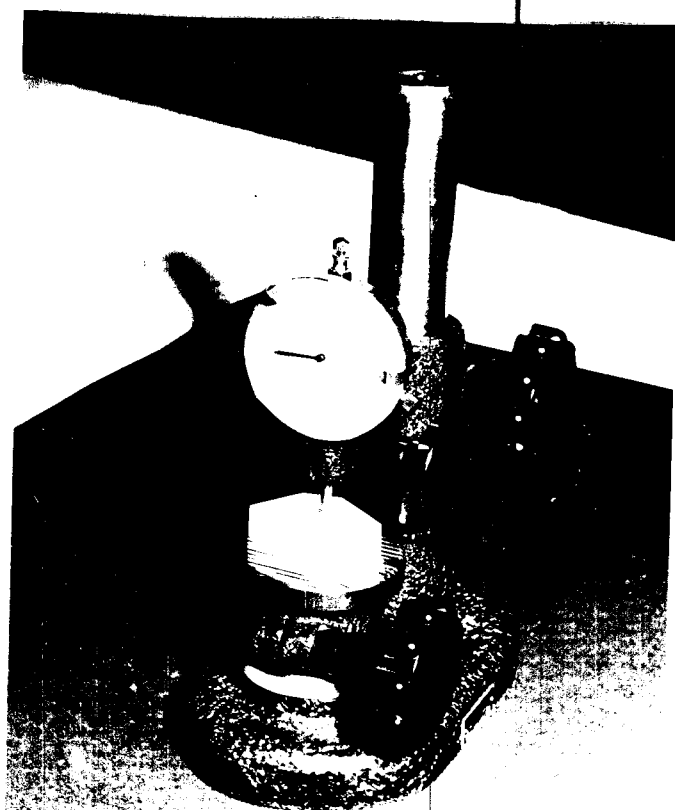


Foto č. 18: Měření ploch
A1 - A2.

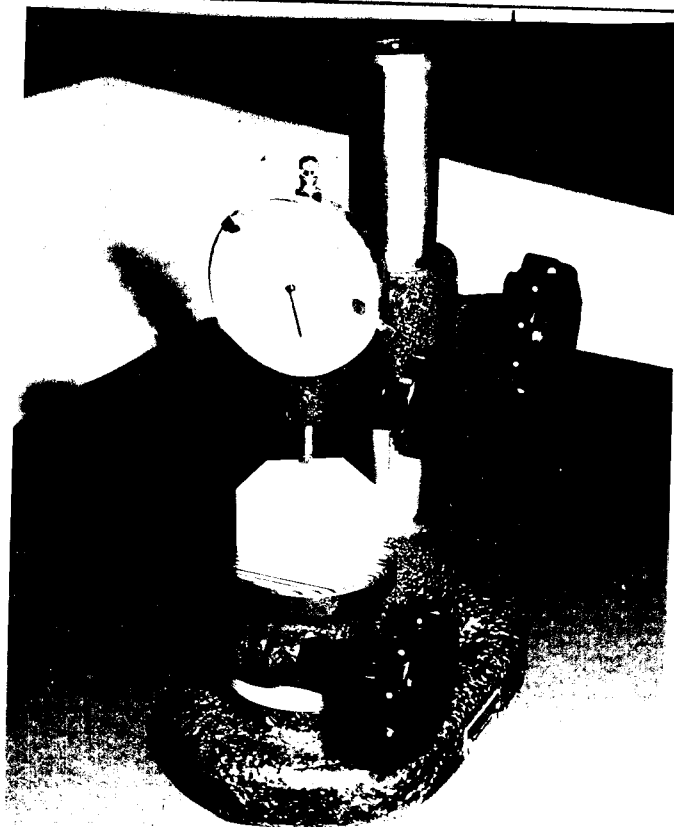
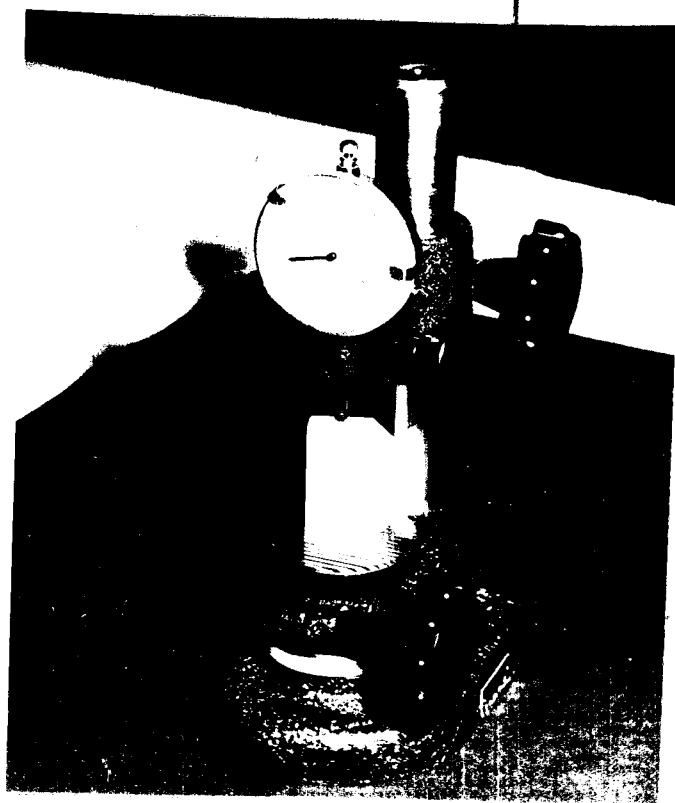


Foto č. 19: Měření ploch
B1 - B2.



7.0. Zhodnocení návrhu technologie výroby -- závěr.

Komplexní ekonomické zhodnocení není možné provést. Do ekonomického závěru práce zabývající se technologií výroby by patřilo:

- a/ stanovení nákladů na výrobu / tím i konečné stanovení ceny jednoho kusu /
- b/ stanovení efektivnosti navržené technologie výroby porovnáním/pomocí syntetických ukazatelů ekonomické efektivnosti / s jinou výrobou či jiným způsobem výroby.

K provedení bodu ad a/ v tomto případě na prvním místě chybí znalost ceny materiálu / ať již výlisků nebo bloků / vývojové skloviny M 20 a dále i náklady na jednicové mzdy, které jsou závislé na konkrétní organizaci výroby. Organizace výroby by musela být řešena technologickým projektem.

K bodu ad b/ - stanovení efektivnosti - chybí možnost navrženou technologii výroby s čímkoliv porovnávat, neboť se jedná o zcela nově zaváděnou výrobu co do požadavků na dodržení drsnosti a homogenity povrchu a pod.

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.1., sloužil jako podklad pro tuto práci jeden z prototypů UZL, jehož zpoždovací tělísko bylo vyrobeno v současné době ručním způsobem. Nelze vyloučit, že do zavedení hromadné výroby 100 000 kusů ročně nevzniknou dalším vývojem UZL ještě některé úpravy na povrchu výrobku / místní zdrsňení popřípadě drážky za účelem potlačení parazitních odrazů zvýšením útlumu a pod. /. Stane-li se tak, bude to znamenat rozšíření technologického postupu o další operace.

Dále se dá předpokládat, že se sklárnám nepodaří vyrobit pro každou tavbu natolik stejnou sklovinu, aby splňovala přísné požadavky času zpoždění / kapitola 3.3. /. V tom případě se budou muset současně s použitím materiálu z další tavby měnit v malém rozmezí některé rozměry výrobku. Navržená technologie / postup, přípravy i měření / byla volena také s ohledem na tuto okolnost.

Z uvedené technologie výroby vychází čistý výrobní čas pro vybroušení jednoho dobrého kusu poměrně složitého a přesného výrobku na 3,70 minuty. V porovnání s výrobou tvarově podobných optických výbrusů se jeví použitý způsob výroby jako velmi výhodný.

Ekonomické výsledky navržené technologie výroby zpoždovacích prostředí UZL budou po zavedení závislé také na kvalifikaci dělníků, technických pracovníků a na pochopení vedení národního podniku, jak umožní provedení dobré organizace práce na novém pracovišti.

V Turnově dne 10. srpna 1968.

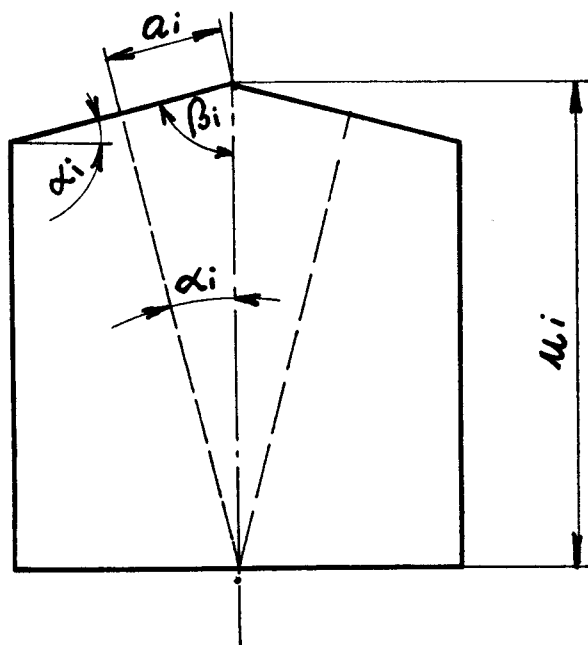
Josef Janoušek

8.0. Seznam příloh.

- Příloha č. 1 - Základní uspořádání ultrazvukové zpoždovací linky
- Příloha č. 2 - Orientace piezokeramického měniče
- Příloha č. 3 - Zpoždovací linka typu PHILIPS
- Příloha č. 4 - Zpoždovací linka typu SIEMENS
- Příloha č. 5 - Předpokládaná linka TESLA / Schema /
- Příloha č. 6 - Výrobní výkres zpoždovacího prostředí linky TESLA
- Příloha č. 7 - Diagram závislosti útlumu na drsnosti povrchu
- Příloha č. 8 - Výkres skleněného předlisku pro zpoždovací prostředí linky TESLA
- Příloha č. 9 - Měrné rozměry odpovídající jednotlivým číslům zrna
- Příloha č.10 - Schema označení ploch popisovaného obrobku
- Příloha č.11 - Úhlovací přípravek č. 1 / deska / pro broušení ploch B1
- Příloha č.12 - Uspořádání obrobků v brousícím přípravku č. 2 při broušení ploch C1 a C2
- Příloha č.13 - Měření výrobku v plochách C / použité měřidlo Kinex ČSN 25 18 46 /
- Příloha č.14 - Určení geometrických rozměrů hexagonální pětiodrazové UZL / TESLA /
- Příloha č.15 - Naznačení výpočtu rozměrů pentagonální jednodrazové UZL systému PHILIPS

9.0. Seznam použité literatury.

- 1/ GÖTZ, J.: Broušení a leštění skla
/ SNTL 1963 /
- 2/ ŠOLC, I.: Některé otázky technologie opracování
piezoelektrických výbrusů
/ Čs. Čas. Fys. 12 /1962/ /
- 3/ HIRŠL, J.: Ultrazvukové zpožďovací linky
/ Přípravovaný článek pro časopis
Slaboproudý obzor /
- 4/ KAČALOV, N.N.: Osnovy processov šlifovki i poli-
rovki stěkla
/ Moskva 1958 /
- 5/ BROCKELSBY, C.F. - PALFREEMAN, J.S. - GIBSON, R.W.:
Ultrasonic Delay Lines
/ London 1963, Iliffe Books Ltd /
- 6/ DRASKÝ, J.: Technologické projektování výroby
strojíren
/ SNTL 1963 /
- 7/ BRABEC, F. / SCHROGL, F. : Ekonomika, organizace
a plánování strojírenské a elektro-
technické výroby
/ SNTL 1967 /
- 8/ Knox Mc Ilwain/ Charles E. Dean: Principy barevné
televize
/ SNTL 1960 /



$$(1) \quad u_{1i} = \frac{1}{2} \left(63,940 \cdot A_i \cdot \frac{1}{\cos \alpha_j} \right)$$

$$(2) \quad u_{2i} = \frac{1}{2} \left(63,943 \cdot A_i \cdot \frac{1}{\cos \alpha_j} \right)$$

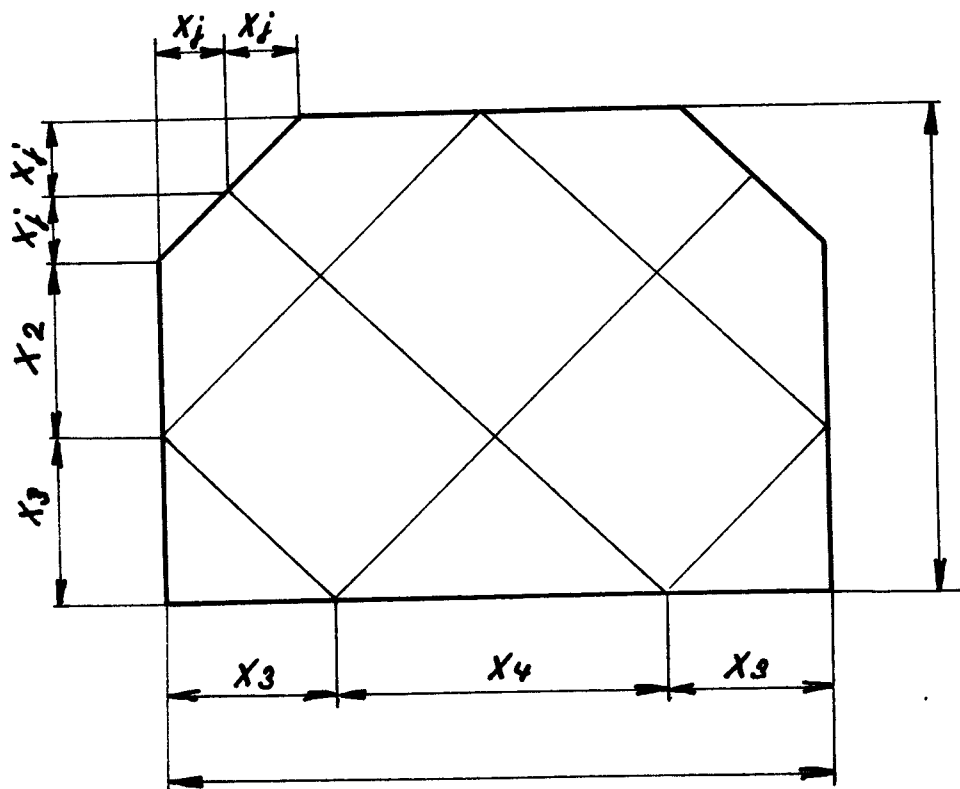
$$(3) \quad u_{3i} = \frac{1}{2} \left(63,946 \cdot A_i \cdot \frac{1}{\cos \alpha_j} \right)$$

$$(4) \quad a_{1i} = u_{1i} \cdot \sin \alpha_j$$

$$(5) \quad a_{2i} = u_{2i} \cdot \sin \alpha_j$$

$$(6) \quad a_{3i} = u_{3i} \cdot \sin \alpha_j$$

α_j	β_j	A_i
$\alpha_1 = 4$	$\beta_1 = 86$	$A_1 = 2650$
$\alpha_2 = 5$	$\beta_2 = 85$	$A_2 = 2651$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\alpha_7 = 16$	$\beta_7 = 74$	$A_{101} = 2750$



$$(1) \quad K_i = \sqrt{(x_1 + x_2 + x_3)^2 + (x_3 + x_4 - x_1)^2} + x_3 \sqrt{2} + \sqrt{(2x_1 + x_2)^2 + \left(\frac{2x_3 + x_4}{2}\right)^2}$$

$$(2) \quad x_1 + x_2 + x_3 = x_3 + x_4 - x_1$$

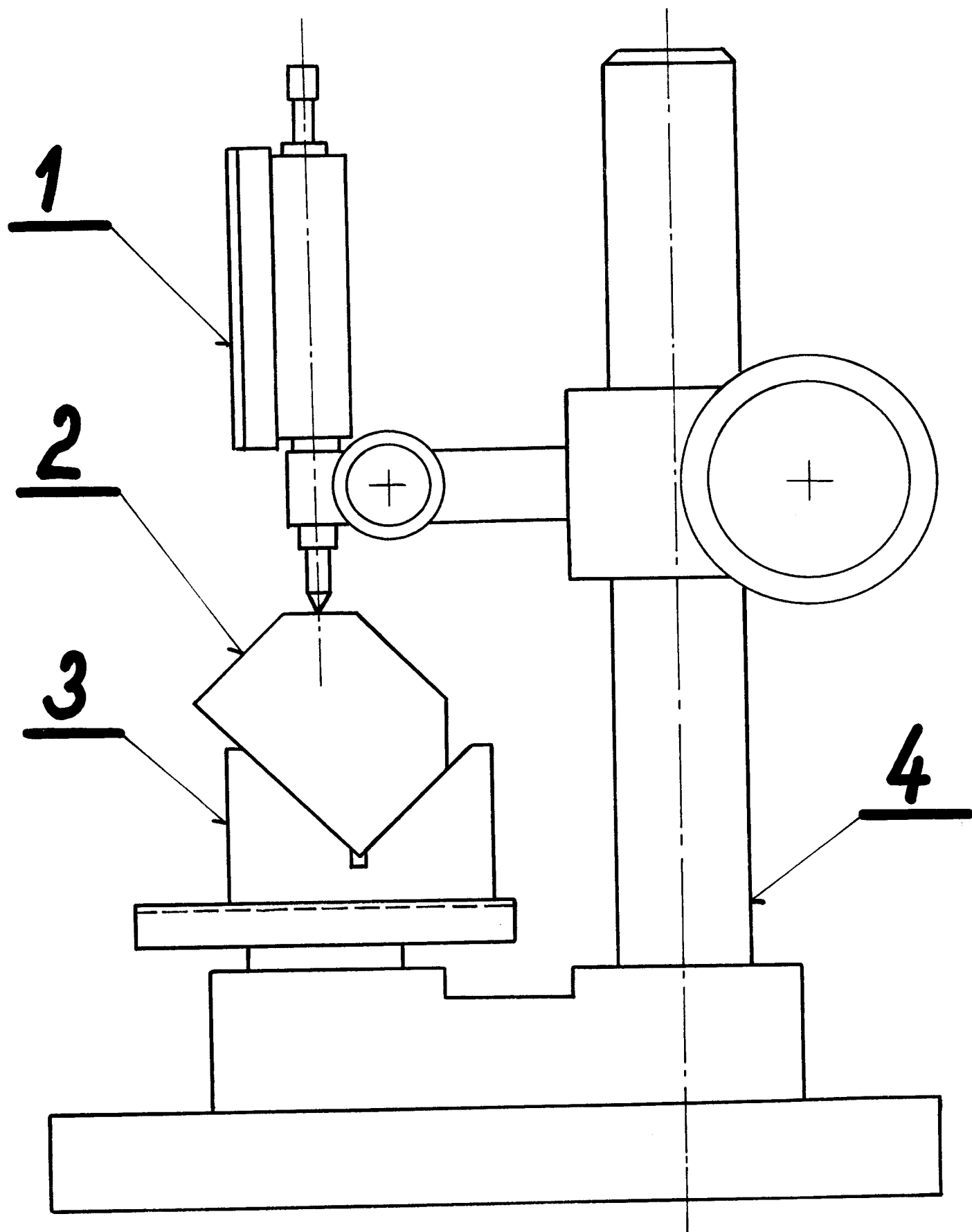
$$(3) \quad 4x_1 + 2x_2 = 2x_3 + x_4$$

$$x_i : \quad \begin{aligned} x_1 &= 3,3 \cdot 10^{-3} \\ x_2 &= 7,2 \cdot 10^{-3} \\ x_3 &= 4,5 \cdot 10^{-3} \\ x_4 &= 5,0 \cdot 10^{-3} \\ x_5 &= 6,0 \cdot 10^{-3} \\ x_6 &= 7,0 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$K_i = \frac{1}{2} \cdot 63,943 \cdot A_i \cdot 10^{-6}$$

$$A_i = \begin{aligned} &2650 \\ &2651 \\ &\vdots \\ &2950 \end{aligned}$$

K_i - poloviční dráha pro jednotlivé tavby skla



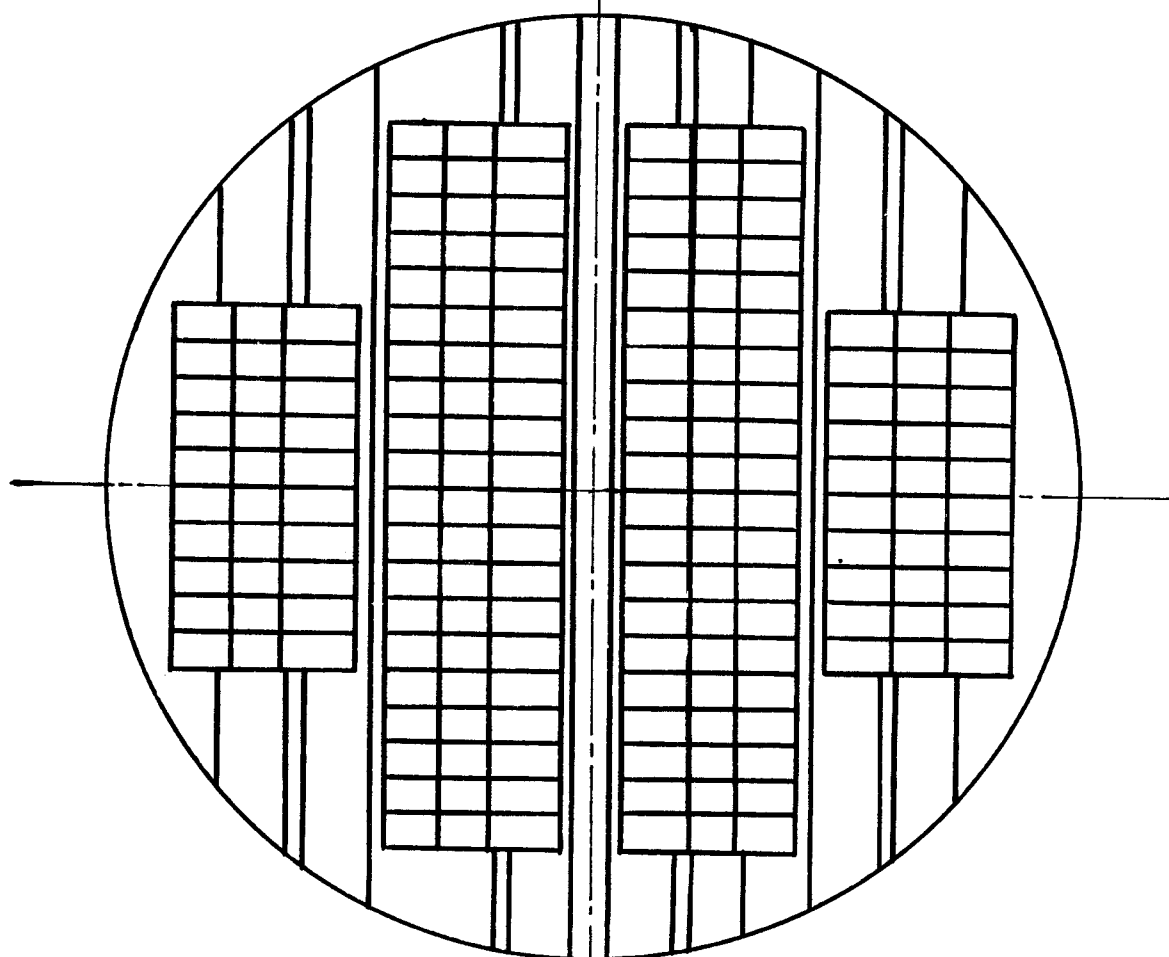
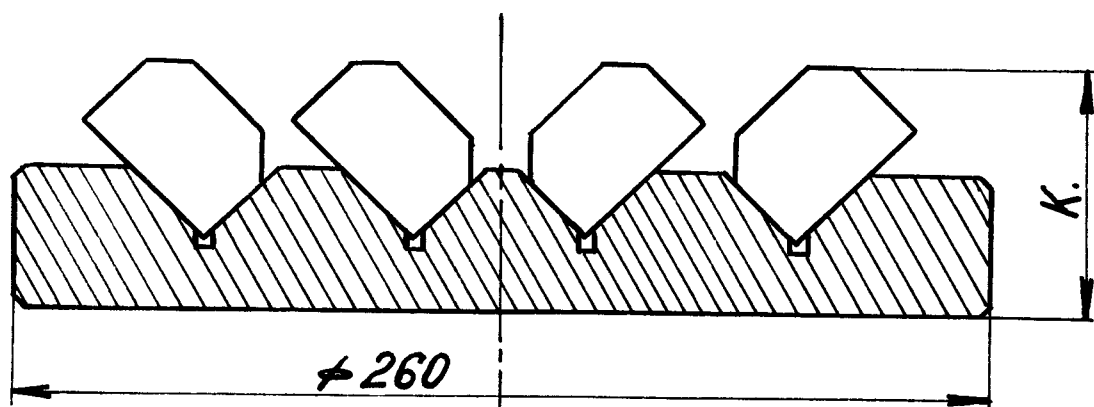
VŠST Liberec

fakulta strojní

Uspořádání obrobků v brousícím pří-
pravku č. 2 při broušení ploch C1 a C2

DP ST - 644/68

Příloha č. 12



Broušeno 60 ks najednou.

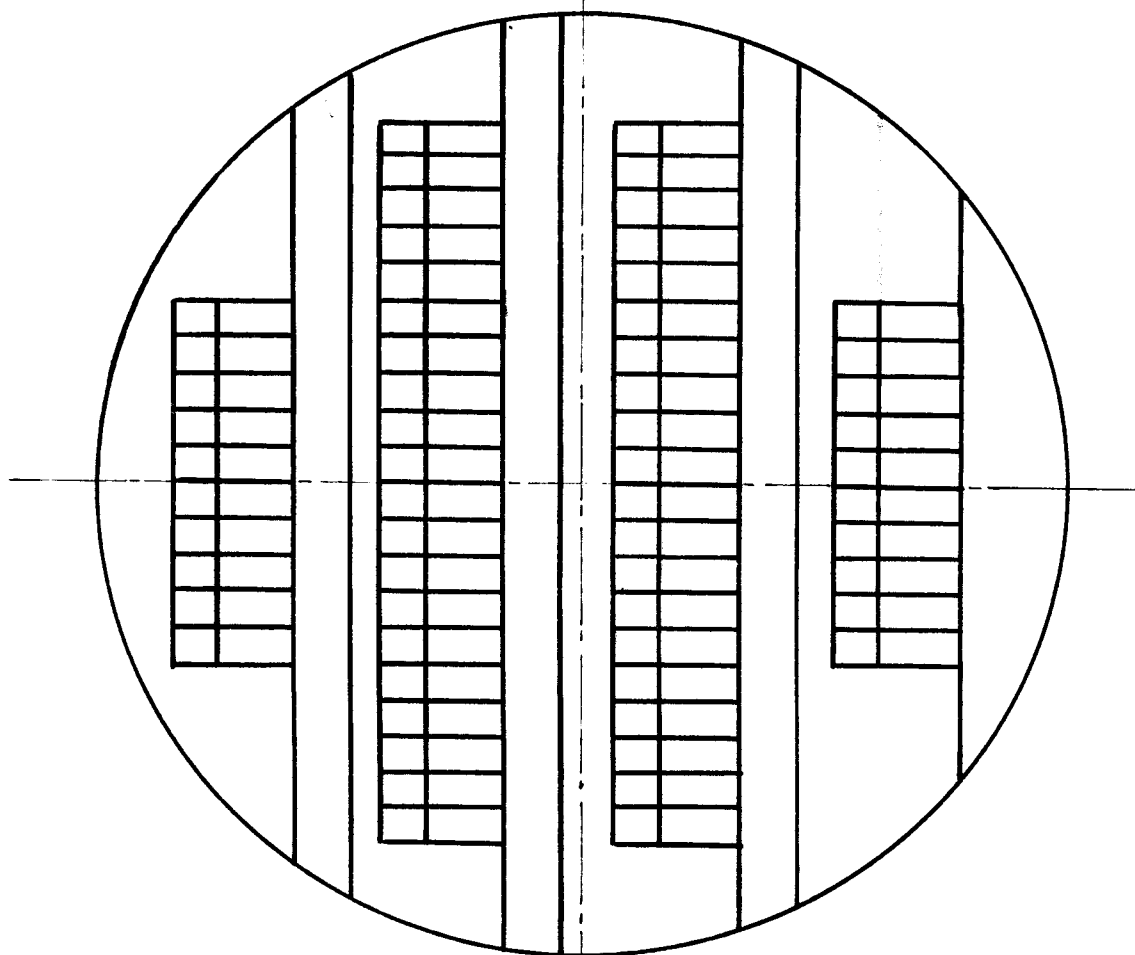
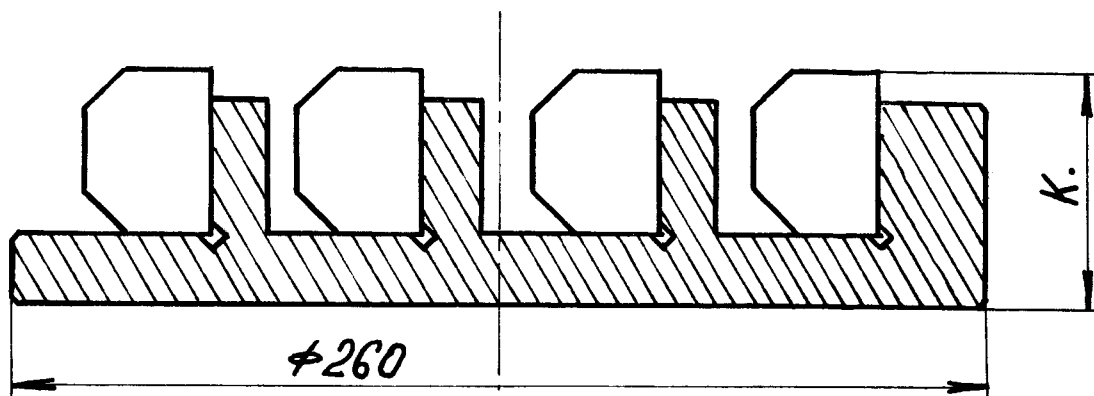
MĚŘÍTKO :
2:1

VŠST Liberec

Úhlovací přípravek č. 1 /deska/ pro
broušení ploch B1

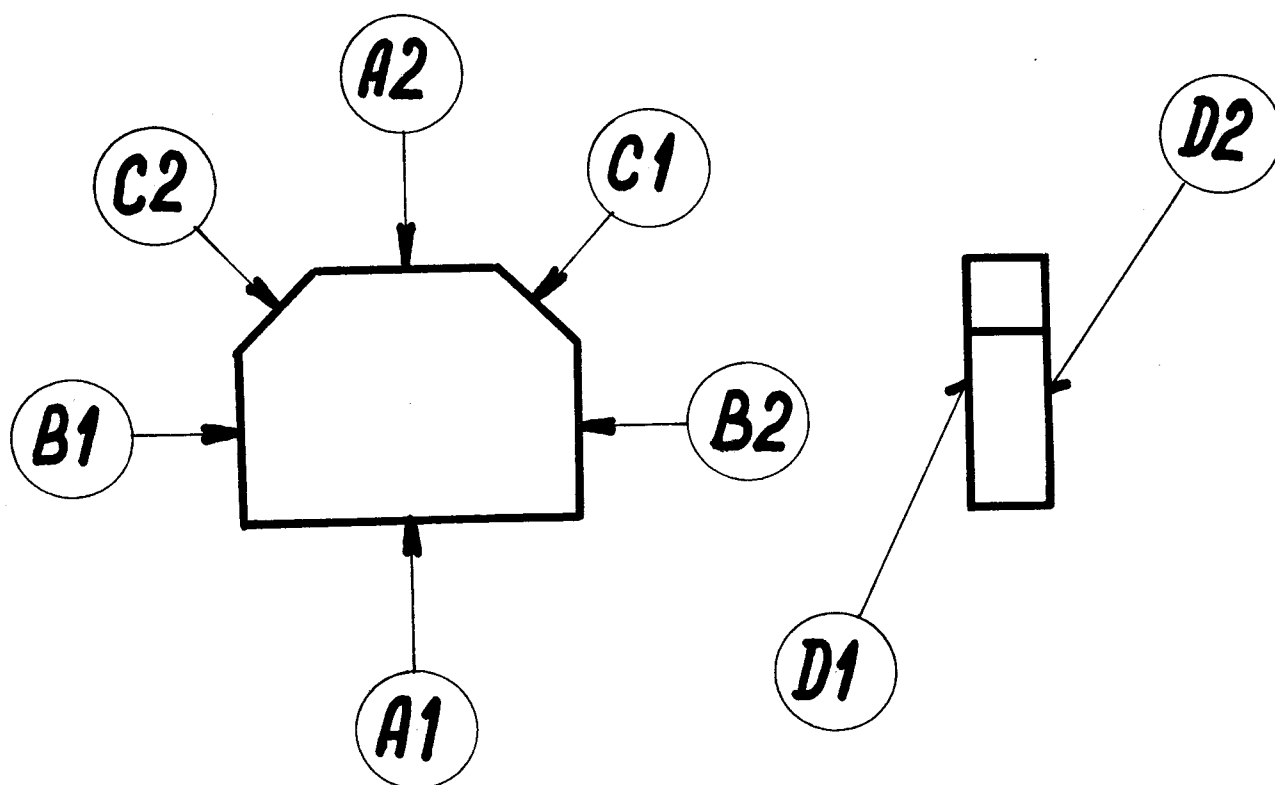
DP ST - 644/68

Příloha č. 11



Broušeno 60 ks najednou.

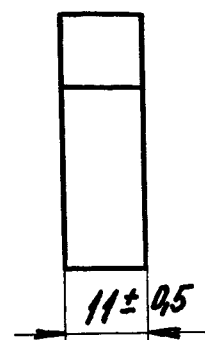
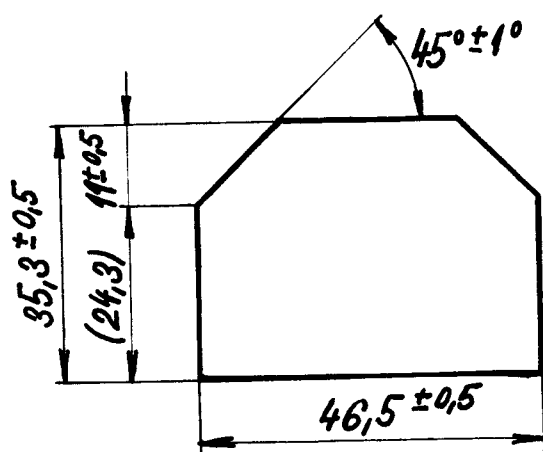
MĚŘÍTKO:
2:1



VŠST Liberec fakulta strojní	Měrné rozměry odpovídající jednotlivým číslům zrna	DP ST - 644/68
		Příloha č. 9

	ČÍSLO ZRNA	MĚRNÝ ROZMĚR V μ	
		OD	DO
HRUBÁ ZRNA	4	5000	4000
	6	4000	3150
	8	3150	2500
	10	2500	2000
	12	2000	1600
	14	1600	1250
	16	1250	1000
	20	1000	800
	24	800	630
	30	630	500
	36	500	400
	46	400	315
	60	315	250
	70	250	200
	80	200	160
	100	160	125
	120	125	100
	150	100	80
	200	80	63
	240	63	50
	280	50	40
	320	40	32
MIKRODRÁSKY	M 32	32	22
	M 22	22	15
	M 15	15	10
	M 10	10	7
	M 7	7	5
	M 5	5	3
	M 3	3	-

VŠST Liberec fakulta strojní	Výkres skleněného předlisku pro zpož- dovací prostředí linky TESLA	DP ST - 644/68
		Příloha č. 8

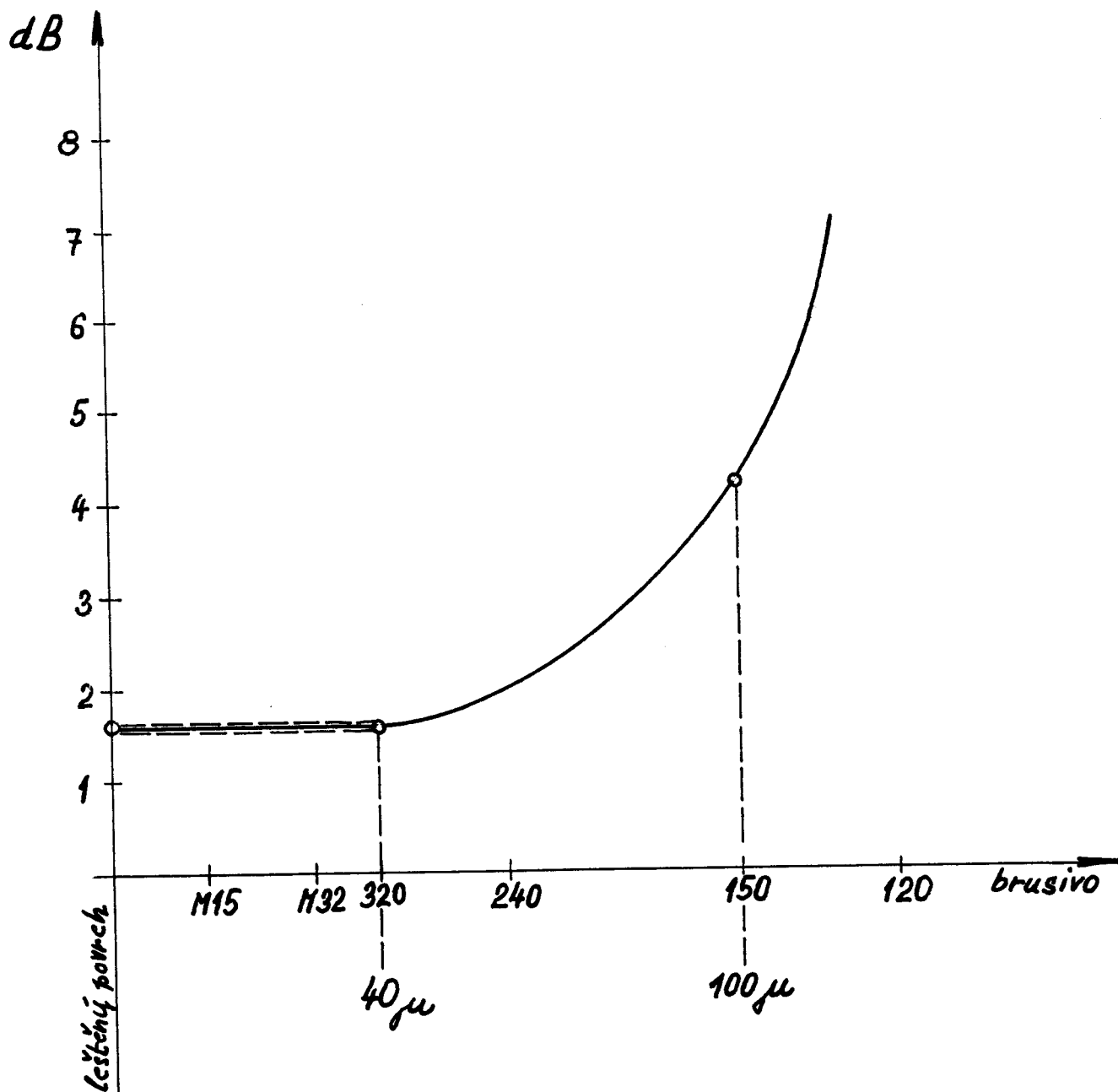


DOVOLENÉ SRAŽENÍ (ZAOBLENÍ) HRAN MAX. $0,5/45^\circ$

MĚŘÍTKO:
1:1

MATERIÁL:
SKLOVINA M 20

Pro flintové sklo



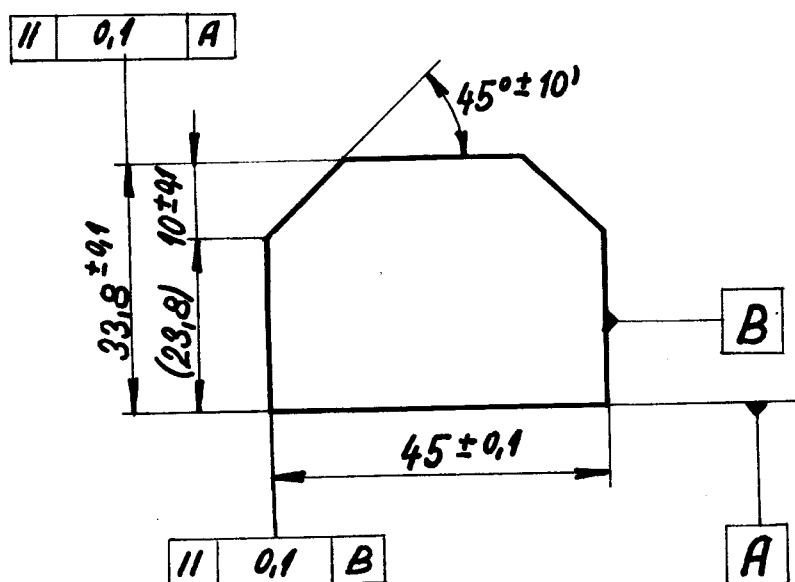
Funkční plocha musí mít hrubost do 40 μ.

VŠST Liberec
fakulta strojní

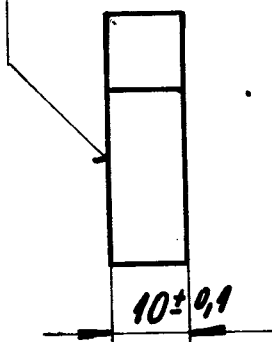
Výrobní výkres zpoždovacího prostře-
dí linky TESLA

DP ST - 644/68

Příloha č. 6



BROUSIT BRUSIVEM Č. 200

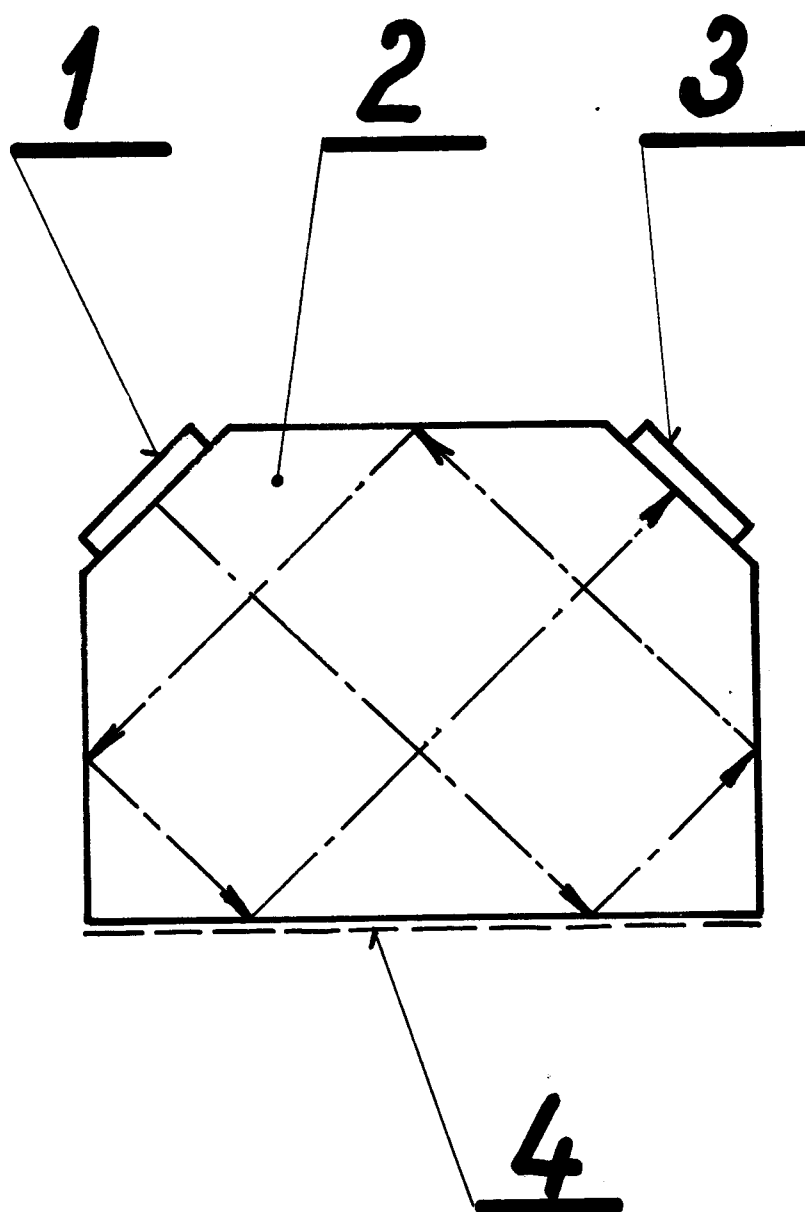


Poznámka:

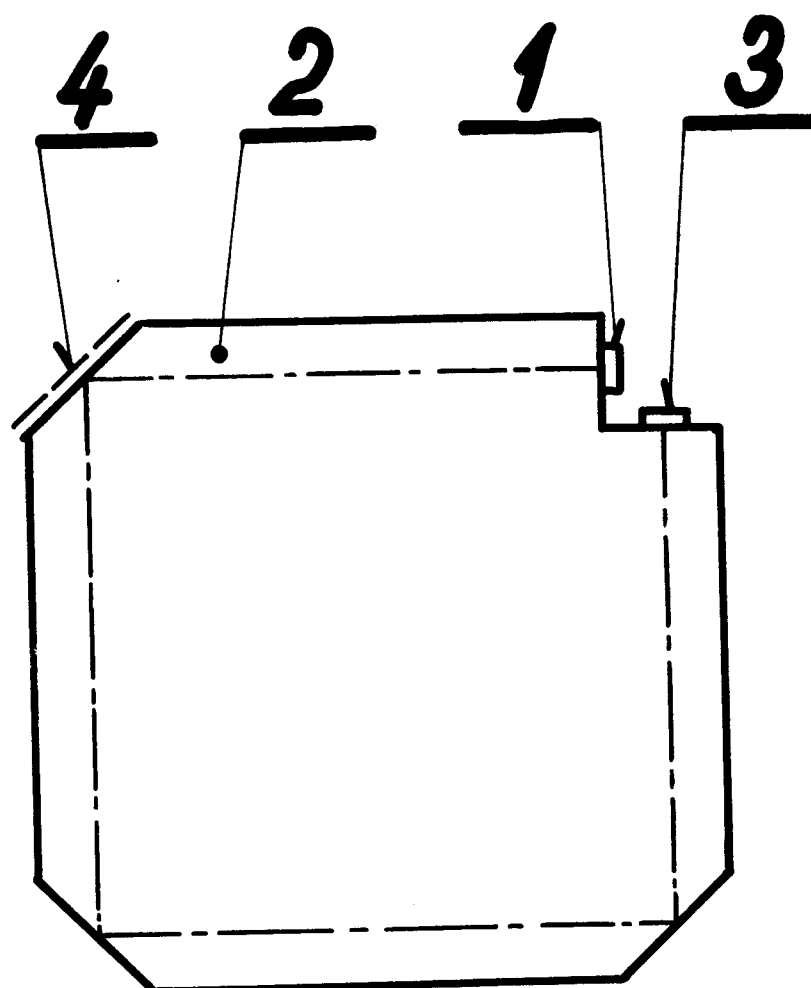
kóty $33,8 \pm 0,1$ / $23,8 \pm 0,1$ / mohou být pro každou
tavbu různé. Zbývající plochy / mimo označenou / brou-
sit brusivem M 32. Hrany nesrážet!

MĚŘÍTKO:
1:1

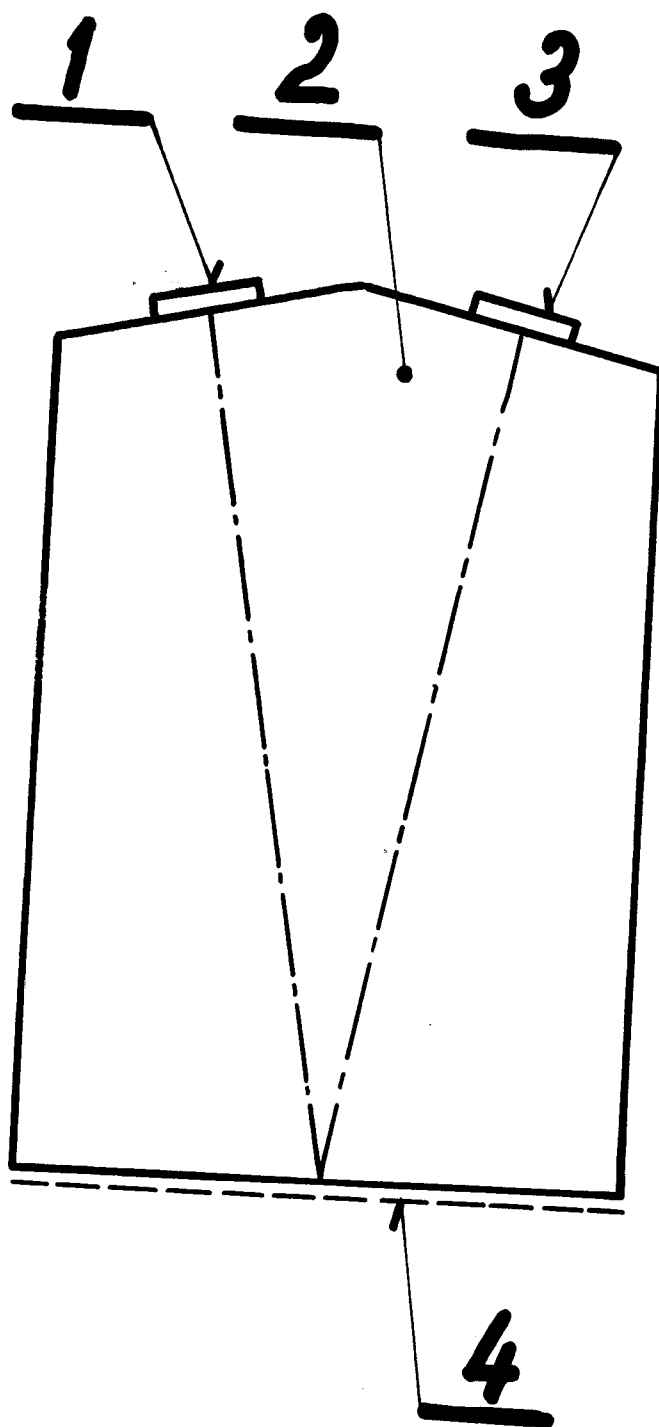
MATERIÁL:
SKLENĚNÝ PŘEDLISEK M20



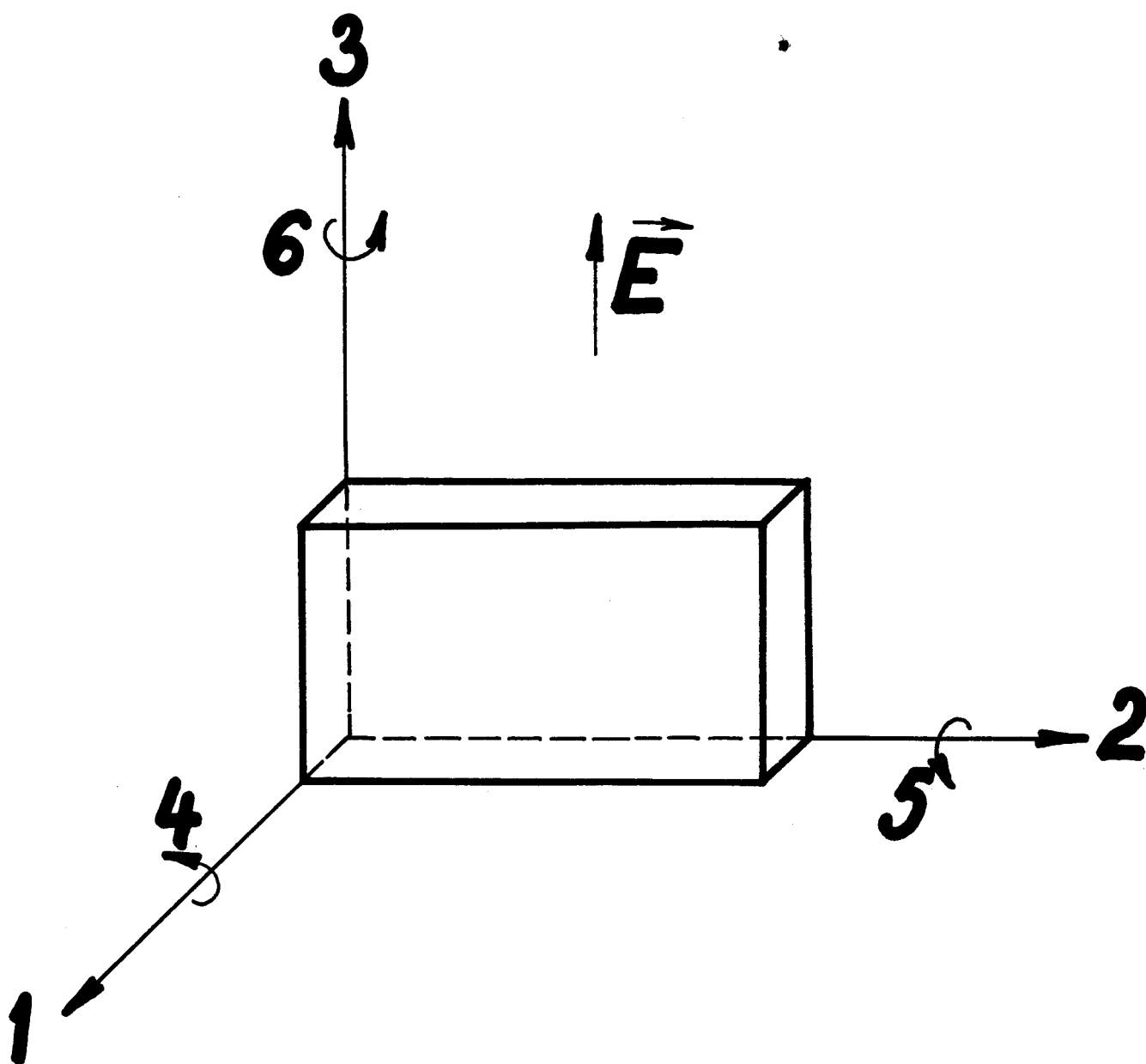
- Pos: 1. a 3. - měniče
2. - zpožďovací prostředí / sklo /
4. - plocha, která se dobrušuje za účelem
přesného časového nastavení linky



- Pos: 1. a 3. - měniče
2. - zpoždovací prostředí / sklo /
4. - plocha, která se dobrušuje za účelem
přesného časového nastavení linky

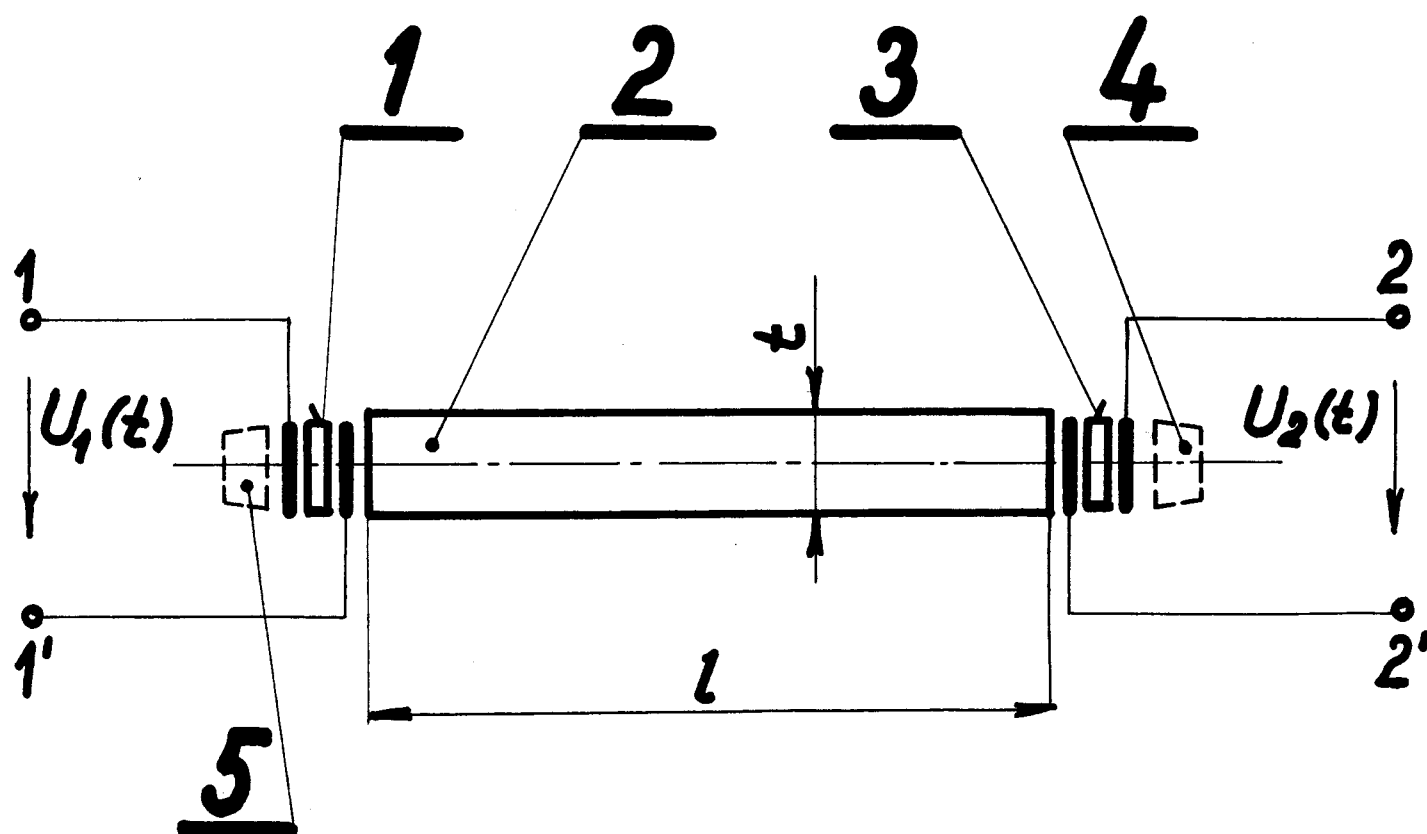


- Pos: 1. a 3. - měniče
2. - zpoždovací prostředí / sklo /
4. - plocha, která se dobrušuje za účelem
přesného časového nastavení linky



Směrům x , y , z jsou přiřazeny indexy 1; 2 a 3.

Indexy 4; 5; 6 jsou značeny stříhové deformace v rovinách 23; 31; 12. Směr polarizace je ve směru osy Z .



Pos: 1. a 3. - měniče

2. - zpožďovací prostředí / sklo /

Vstupní signál $U_1(t)$ je přiváděn ke svorkám 1,1', výstupní signál je odváděn ze svorek 2,2'.

4. a 5. - obrysy zakončovacích členů