

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
NOSITELKA ŘÁDU PRÁCE
FAKULTA STROJNÍ

Obor 23 - 21 - 8

Stroje a zařízení pro chemický,
potravinářský a spotřební průmysl.

zaměření

Sklářské a keramické stroje

Katedra Sklářských a keramických strojů

NOVÝ ZPŮSOB NANÁŠENÍ BARVY NA
POVRCH TABULE SKLA

Autor: Václav Bártl

Vedoucí práce: ing. Jan Cibulka

Konzultant: ing. Markuci, VÚSU Teplice

Počet stran: 51

Počet příloh a tabulek: 2

Počet obrázků: 7

Počet výkresů: 4

556. 1. 031 14

4/1/88

Vysoká škola: _____

Katedra: _____

Fakulta: _____

Školní rok: _____

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro _____

obor _____

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

Název tématu: _____

Pokyny pro vypracování:

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

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEPELNÁ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 13
702 01

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy:

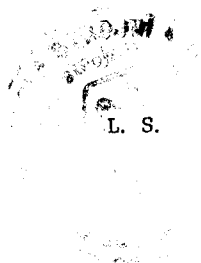
Seznam odborné literatury:

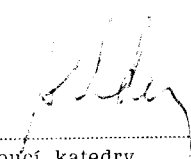
Vedoucí diplomové práce:

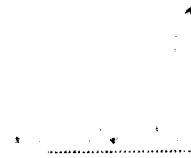
Konsultanti:

Datum zahájení diplomové práce:

Datum odevzdání diplomové práce:




Vedoucí katedry


Děkan

MISTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Liberci 10. ledna 1938

BalM led _____
Václav Bálal

OBSAH

	strana
Úvod	
I. Rozbor dosud užívaného způsobu	8
1. Technický popis	8
2. Způsob práce	10
3. Hodnocení dosavadního způsobu	10
II. Nový způsob nanášení barvy	12
1. Důvody zavedení nového způsobu	12
2. Problémy stříkání ve vodorovné poloze	13
3. Možnosti nanášení barvy	13
III. Použitá stříkácí pistole	16
1. Použití stříkácí pistole	16
2. Popis	16
3. Technické parametry	17
4. Regulace	17
IV. Používaná barva pro stříkání	18
V. Mechanizace nanášení barvy stříkáním	19
1. Klikový mechanismus	19
2. Digigraf 1612 - 3G	21
VI. Hodnocení Digigrafu 1612 - 3G	25
VII. Aplikace zařízení Digigrafu pro náš případ	26
1. Způsob použití nové elektroniky	26
2. Způsob použití Digigrafu s novou řídicí elektronikou	27
VIII. Stroj na automatické nanášení barvy	29
1. Konstrukce stroje	29

2. Doprava skla	29
3. Pohon stroje	29
4. Digigraf	42
5. Čištění skla z druhé strany	42
6. Odsávání	43
7. Vizuální kontrola	43
8. Návrh elektromotoru	44
9. Použitá převodovka	44
10. Tlakový zásobník	45
IX. TECHNICKÉ PARAMETRY	46
X. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	47
ZÁVĚR	49

Seznam zkratek a symbolů

x	technická hodnota řešení	
z	počet bodů	
n	počet hledisek	
φ	úhel natočení	(rad)
ω	úhlová rychlost	(s ⁻¹)
v	rychlost posuvu	(ms ⁻¹)
h	regulace šířky	(m)
k	regulace rozteče	(m)
l	regulace délky	(m)
F	síla	(N)
P	výkon	(W)
M _o	ohybový moment	(Nm)

ÚVOD

Ve zprávě o hlavních směrech hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1981 - 1985, kterou na XVI. sjezdu KSČ dne 7. dubna přednesl soudruh Lubomír Štrougal mimo jiné řekl: " Produkce lehkého průmyslu vzroste o 15 %. Jeho rozvoj soustřeďujeme zejména na kvalitu, technickou úroveň a obohacování vnitřního trhu novými výrobky v žádaném sortimentu. Budeme usilovat o to, aby rostl podíl exportu těch výrobků v nichž je výrazně zhodnocována naše práce."

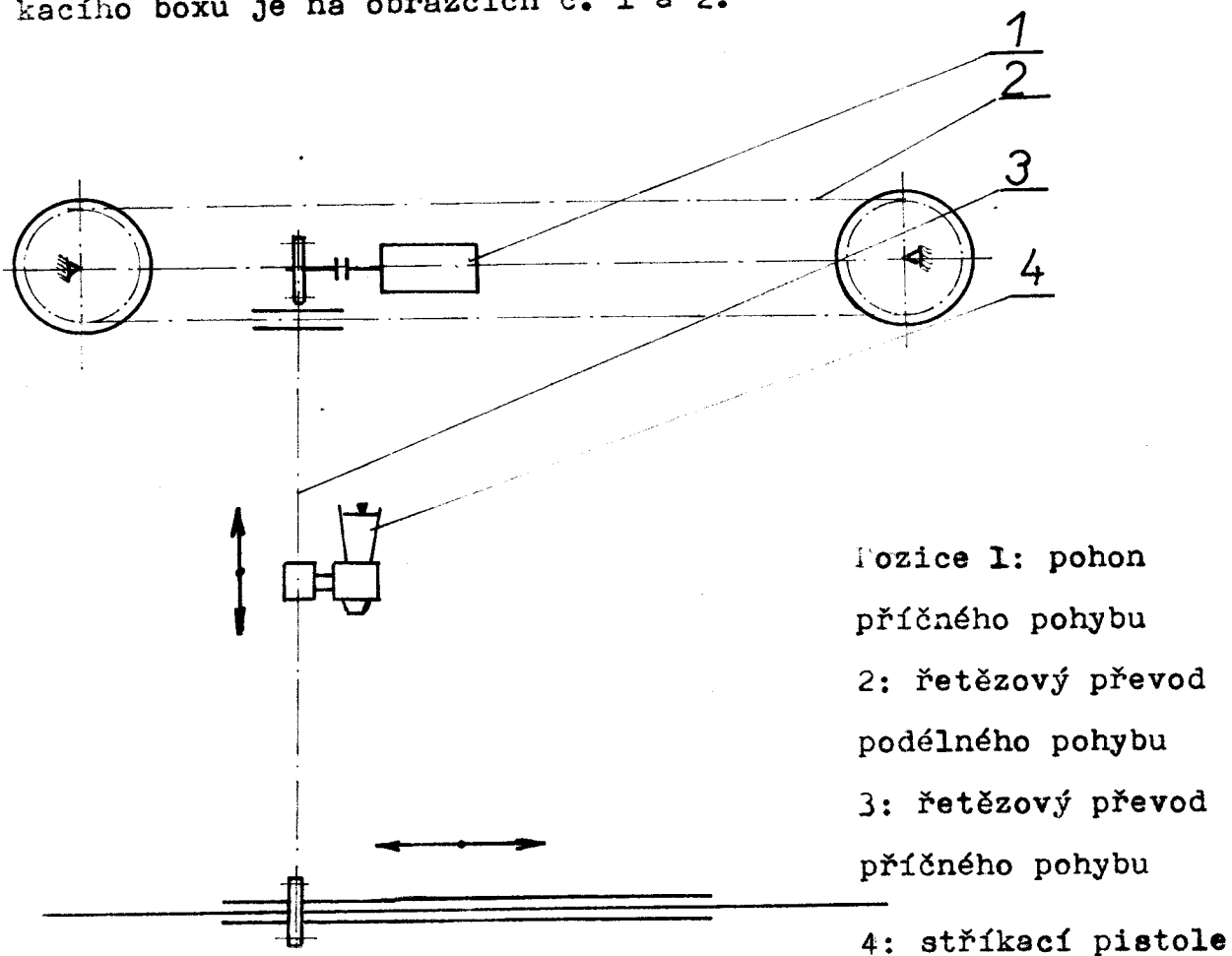
V technické praxi a převážně ve stavebnictví se začalo hojně používat barveného skla. Na výrobce byly kladeny stále vyšší nároky a navíc tento se nacházel v podmínkách přestavby výrobní haly. Tyto všechny faktory vedly k nutnosti vývoje nového zařízení, které by svými vlastnostmi vyhovovalo stávajícím podmínkám.

Jako podkladů a pramenů pro svou práci jsem používal technického popisu dosud používaného způsobu z VÚSU v Teplicích, technického popisu digigrafu 1612 - 3G závodu ZPA Nový Bor a vlastním seznámením se provozu v závodě SKLOTAS v Chudeřicích.

I. ROZBOR DOSUD UŽÍVANÉHO ZPUSOBU

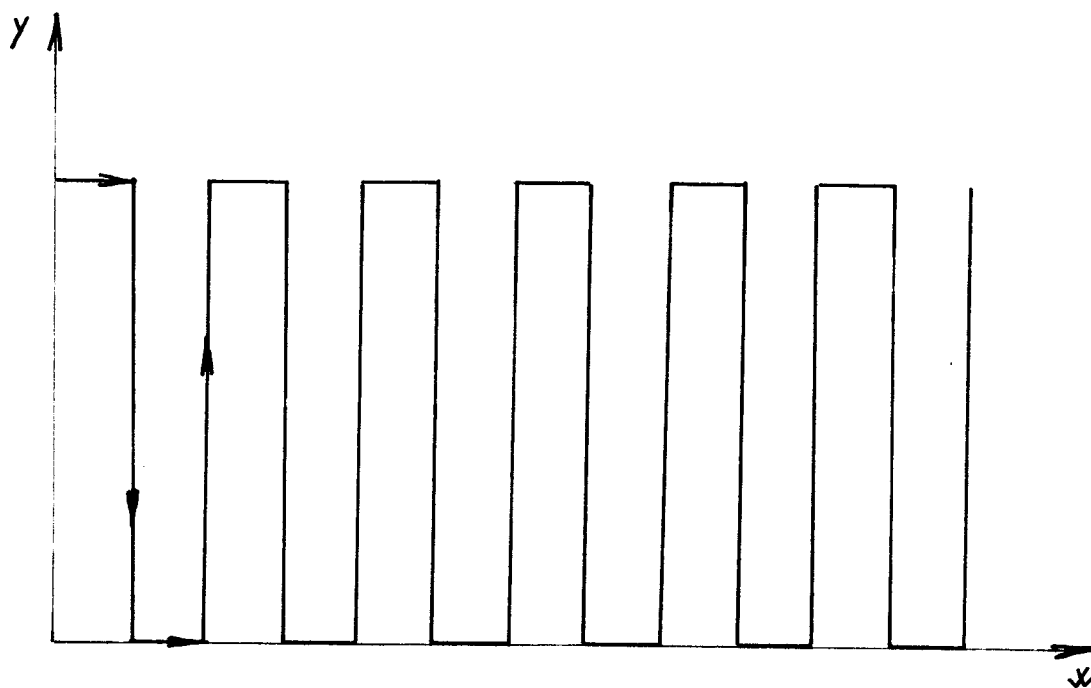
1. Technický popis

Dosud užívaný způsob nanášení barvy na jeden povrch desky skla se provádí v poloze skloněné o 10° od vertikální roviny. Stříkání se provádí ve stříkacím boxu, který je součástí celé výrobní linky. Výrobní linkou prochází dopravník. Celý způsob práce je proveden tak, že ve stříkacím boxu se sklo zastaví a nastříká. Schema stříkacího boxu je na obrázcích č. 1 a 2.

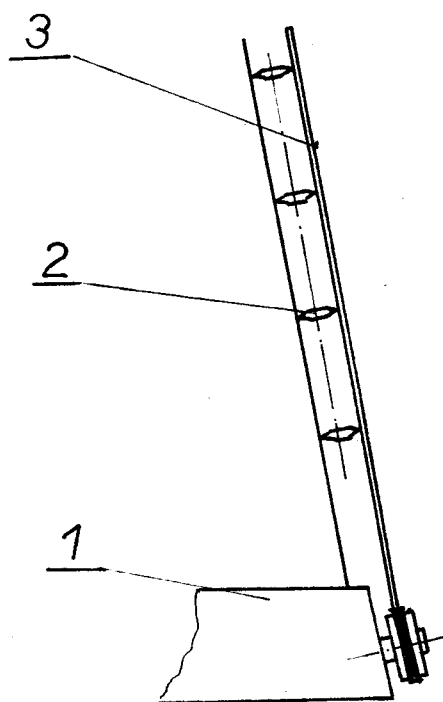


obr. 1

Toto zařízení je řízeno z ovládacího pultu a samočinně vykonává pohyb podle /obr. 3/. Pohyb je možno v jakémkoliv místě zastavit. Dále je možno po skončení pracovního cyklu najet stříkací pistolí do kteréhokoliv bodu stříkané plochy a pokračovat ve stříkání. Je to z důvodů možných oprav. Stříkací box je ze strany obsluhy a kontroly otevřen a s ostatních stran uzavřen. Celý je vyřešen následovně. Ve spodní části probíhá dopravník s nosnou konstrukcí. V zadní části za sklem je stěna po které stéká neustále voda a to jednak z důvodů hygieny práce, jednak z důvodu že barva která přestříkne přes okraj skla je splavena vodou vysušena a po úpravě možná k dalšímu použití. Za sklem je ještě umístěn zdroj světla, který slouží k usnadnění vizuální kontroly.



obr. 3



Pozice 1 : dopravník skla
 2 : opěrné kladičky
 3 : sklo

obr. 2

2. Způsob práce

Po najetí desky skla do výchozí polohy naplní obsluha nádržku stříkací pistole barvou a spustí mechanismus. Stříkací pistole je unášena mechanismem po cyklech a postupně nastříká celou tabuli skla. V případě, že se vyskytne místo s nedostatečným nástřikem nastaví obsluha u stolu ovládání pistoli nad toto místo a kaz odstraní. U dosud užívaného způsobu se stříkaly různé velikosti skla, z toho vyplývala i četnost plnění nádržky stříkací pistole barvou. Stříká se v několika odstínech.

3. Hodnocení dosavadního způsobu

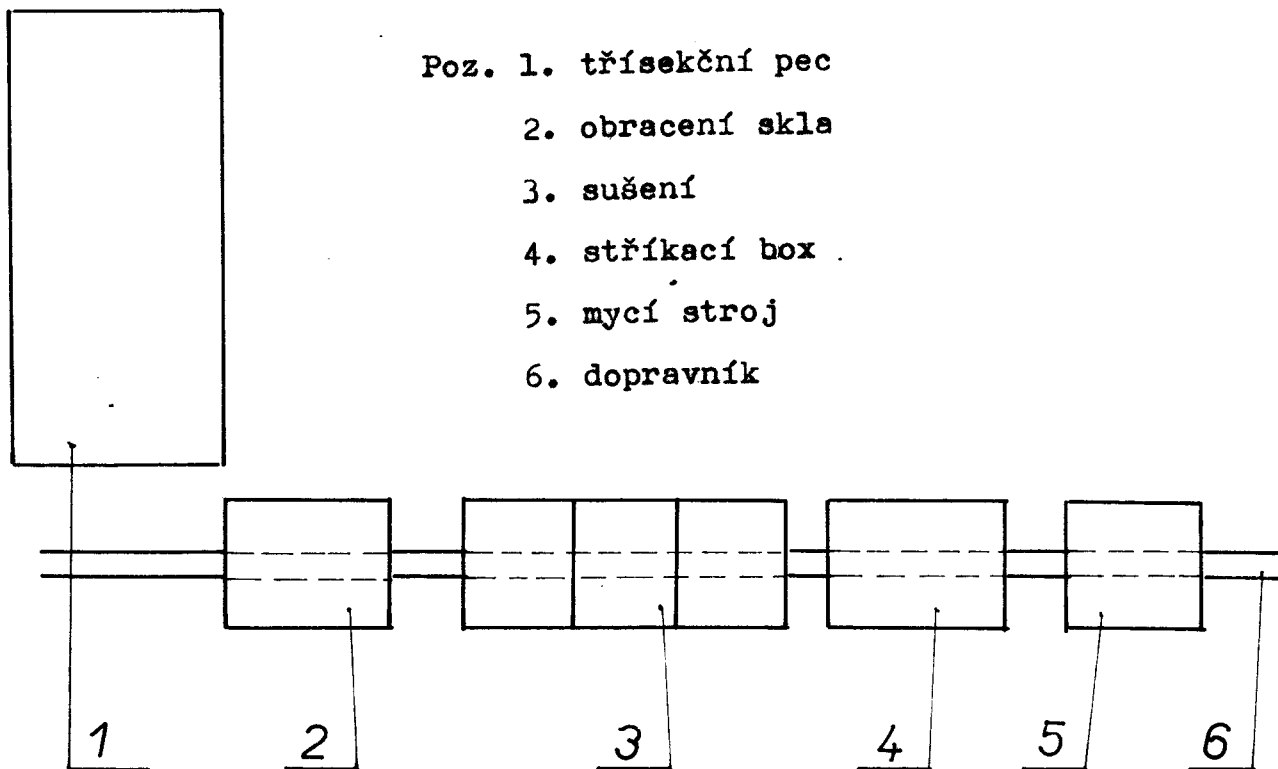
Výhody: jednoduchá obsluha, snadná vizuální kontrola, snadné plnění pistole, malý zastavěný prostor, jednoduchá výroba a opravitelnost stříkacího mechanismu, snadný přístup ke stříkací pistoli,

Nevýhody: nanesení barvy na druhou stranu skla, značná
hlučnost stříkacího mechanismu, značný počet oprav nedosta-
tečně nastříkaného skla, občasné plnění nádržky stříkací
pistole, zaměstnání 6 lidí obsluhy a to:
obsluha stříkacího mechanismu - 1 pracovník
čištění skla z druhé strany - 2 pracovníci
nandávání skla, které vychází z mycího stroje - 2 pracovníci
míchání barvy - 1 pracovník

II. NOVÝ ZPŮSOB NANÁŠENÍ BARVY

1. Důvody zavedení nového způsobu

Nový způsob nanášení barvy , tedy způsob kdy se sklo bude pohybovat ve vodorovné poloze se zavádí z toho důvodu, že při řešení nové linky se musel brát zřetel na zastavěnost plochy a proto byla umístěna vypalovací pec kolmo na celou linku. Jelikož se jedná o třísekčnou pec s velkou kapacitou výpalu je výhodnější zvedat již nastříkané a usušené sklo o 90° okolo přední kratší strany a zasunout do vstupního průzoru vypalovací pece, než kdybychom nechali starý způsob a museli bychom konstruovat obraceč o 90° . Seřazení celé linky je patrné z obr. 4.



obr. 4

2. Problémy stříkání ve vodorovné poloze

- 1) Jelikož barva velmi rychle sedimentuje bude zřejmě zachován způsob stříkání pistolí.
- 2) U nového způsobu musí být vizuální kontrola alespoň na takové úrovni jako u způsobu starého.
- 3) Pracovní prostředí musí být v souladu s hygienickými předpisy a musí být zajištěna ventilace.
- 4) Mechanismus posuvu stříkací pistole starého způsobu nelze použít u nového způsobu.
- 5) Nového řešení bude třeba i při čištění druhé strany skla.

3. Možnosti nanášení barvy

Způsobů nanášení barvy na desku skla je celá řada. Jedná se např. o stříkání a to buď vzduchovou či tlakovou pistolí, nebo použití řady stříkacích pistolí, clonování, nabalování a pod. Jelikož každý z těchto způsobů má své výhody a nevýhody dopracujeme se k vyhledání nejoptimálnějšího řešení pomocí matematické metody tzv. bodové analýzy.

Postup řešení bodové analýzy :

- 1) Volba a návrh hledisek pro hodnocení variant řešení.
- 2) Jednotlivá hlediska hodnotíme počtem bodů $1 \leq z_i \leq 4$

3) Sečteme celkový počet bodů pro hodnocení varianty řešení.

4) Vypočteme technickou hodnotu řešení $x = \frac{\sum z_i}{4n} = 1$

1. varianta - vzduchová pistole

2. varianta - řada pistolí

3. varianta - nabalování

4. varianta - tlaková pistole

5. varianta - clonování

č.	Hledisko	Vzduch. pistole	Tlak. pistole	Řada pistolí	Clonování	Nabalování	Ideální
1	Účinnost	3	2	3	4	4	4
2	Zkoušky	4	3	3	2	1	4
3	Hlučnost	3	2	1	3	3	4
4	Složitost	3	3	2	2	2	4
5	Rychlost	2	2	3	4	3	4
6	Opravy	4	4	2	2	1	4
7	Bezpeč.	4	2	3	2	1	4
8	Přístup.	4	4	3	2	2	4
9	Životnost	3	2	2	3	3	4
10	Zastav. prostor	4	4	2	1	1	4
$\sum z_i$		34	28	24	25	21	40
x		0,85	0,7	0,6	0,625	0,525	1

Z uvedeného řešení bodové analýzy vyplynulo, že nejvýhodnější způsob nanášení barvy na desku skla v našem případě je použití stříkací vzduchové pistole.

V další tj. III. části své diplomové práce bych se chtěl zmínit o konkrétních parametrech a principech stříkací pistole APS 1.

III. POUŽITÁ STŘÍKACÍ PISTOLE

1. Použití

Automatická pistole typ APS 1 slouží ke stříkání glazury na předměty hromadné výroby. Používá se pro stříkání glazur, vhodných pro technologii stříkání. Automatická pistole je tedy doplňkovým zařízením glazovacích linek. Automatickou pistoli lze použít pro stříkání agresivních materiálů např. tekuté brusné pasty, leštící pasty apod.

2. Popis

Automatická pistole se skládá z následujících hlavních částí :

- 1) Rozprašovací soustava
- 2) Tělo pistole
- 3) Pneumatický válec
- 4) Regulace šířky stříku
- 5) Držák pistole
- 6) Přívod stříkaného materiálu
- 7) Přívod vzduchu

Pistole je vyrobena z materiálů odolávajících korozi při styku s glazurou (nerez, mosaz, dural) Pistole není vybavena dorazem na jehlu, regulace množství vystříkaného materiálu se provádí změnou tlaku vzduchu působícího na stříkaný materiál v zásobníku nebo výměnou trysek.

3. Technické parametry

Spotřeba vzduchu při 0,6 MPa	max. 50 Nm ³ / hod.
Průměrný výkon vystříkané glazury při přetlaku vzduchu a přetlaku na glazury při trysce	0,35 MPa 0,07 MPa 12.....40 kg/hod. 14.....50 kg/hod.
Přetlak vzduchu min.	0,25 - 0,6 MPa
Připojovací poměry (vzduch i glazura)	M 14 x 1,5
Průměry hadice	Ø 8 / 16
Délka pistole	157 mm
Výška	90 mm
Šířka	85 mm
Upevňovací otvor v držáku	Ø 12 mm
Hmotnost	0,85 kg

4. Regulace

Regulace vystříkaného množství glazury se provádí změnou tlaku vzduchu působícího na glazuru v tlakovém zásobníku nebo výměnu trysek. Glazura je do pistole dodávána z tlakového zásobníku. Při tomto způsobu je možno nezávisle na sobě nastavit tlak rozprašujícího vzduchu a tlak na glazuru (množství vystříkané glazury).

IV. POUŽÍVANÁ BARVA PRO STRÍKÁNÍ

Složení barvy - 3kg smaltu KBS

1 l destilované vody

100 ml roztoku dusitanu sodného

Norma spotřeby - na 1 m² je potřeba 0,35 kg sušiny

Poznámka : barva velmi rychle sedimentuje

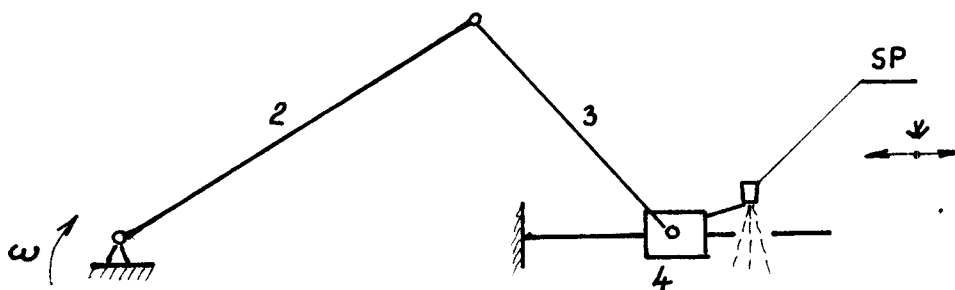
V. MECHANIZACE NANÁŠENÍ BARVY STŘÍKÁNÍM

Připravená barva se dopravuje hadicí do stříkací pistole, která svým pohybem nad deskou skla nastříká celý jeho povrch. Jelikož v dosud užívaném způsobu docházelo často k nenastříkání některé části skla musíme hledat mechanismus, který zajistí rovnoměrný pohyb stříkací pistole.

1. Klikový mechanismus

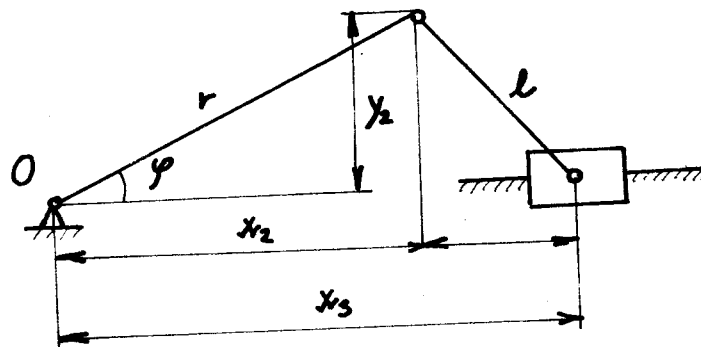
Klikový mechanismus se používá hojně ve strojírenských odvětvích, protože je to velmi jednoduchý mechanismus, kterým se mění pohyb rotační na přímočarý.

Na /obr. 5 / je mechanismus s čtyřčlenem. Člen dvě je poháněn elektrickým motorem a otáčí se kolem středu O. Pomocí transformačního členu 3 se přemění otočný pohyb členu 2 na posuvný pohyb členu 4, na němž se unáší stříkací pistole. Klikový mechanismus zajišťuje pohyb stříkací pistole ve směru x.



Rychlost posuvu členu 4 můžeme počítat pomocí kinematického schematu :

$$\begin{aligned}(x_3 - x_2)^2 + y_2^2 &= l^2, \\ (s - r \cos \varphi)^2 + r^2 \sin^2 \varphi &= l^2,\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}s^2 - 2rs \cos \varphi + r^2 &= l^2, \\ (s - r \cos \varphi)^2 &= l^2 - r^2 \sin^2 \varphi, \\ s - r \cos \varphi &= \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \varphi}, \\ s &= r \cos \varphi + \sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \varphi},\end{aligned}$$

když značíme

$$\lambda = \frac{r}{l},$$

$$s = r \cos \varphi + \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi},$$

derivujeme s podle φ

$$\begin{aligned}\dot{s} = v &= -r\omega \sin \varphi - \lambda^2 \cos \varphi \cdot \sin \varphi, \\ \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} &= 1 - \frac{\lambda^2}{2} \sin^2 \varphi, \\ s &= r \cos \varphi + l \left(1 - \frac{1}{2} \lambda^2 \sin^2 \varphi\right),\end{aligned}$$

Z této rovnice víme, že rychlost posuvu v se vždy mění s úhlem otáčení. Z tohoto důvodu nemůžeme realizovat rovnoměrný pohyb na členu 4 a mechanismus nevyhovuje.

$$v = -r\omega \left(\sin \varphi + \frac{\lambda^2}{2} \sin 2\varphi \right)$$

2. Digigraf 1612 - 3G

Digigraf je automatické kreslící zařízení složené ze dvou základních částí. Řídící elektroniky, což je elektronický systém pro souvislé řízení dvou souřadnic. Dále je to kreslící souřadnicový stůl, který realizuje grafický výstup celé soustavy.

Řídící elektronika Dapos D obsluhuje vlastní kruhový interpolátor, diferenční člen, generátor symbolů, řídící jednotku, pomocné a kontrolní obvody, napájecí obvody a zdroje, servozesilovač a vlastní skříň s řešenou vzduchotechnikou.

Elektronika je řešena na základě vícevrstvých plošných spojů, integrovaných obvodů a třetí - generačních zdrojů.

a) Všeobecné pokyny

Obsluha zařízení a volba pracovního režimu se uskutečňuje pomocí panelu operátora umístěného na řídícím systému Daposu D. Pro ruční manipulaci pohybového ústrojí stolu slouží přenosná skříňka ručního ovládání, která je s elektronikou spojena dosti dlouhým ohebným kabelem, což umožňuje pohodlné a přesné nastavení výchozí polohy pistole pro stříkání po celé ploše skla.

Pohyb pistole je prováděn posuvným ramenem, na němž jsou posuvně uloženy vodící saně. Uložení vodících saní i ramene je provedeno na přesných kuličkových ložiskách na vodících lištách ramene a rámu. Náhon ramene i saní je odvozen od servomotoru přes převodovky, prostřednictvím pastorků zabírajících do přesných ozubených hřebenů.

b) Popis ovládacích prvků

Ovládací prvky digigrafu jsou umístěny na čelní straně Daposu D, na panelu operátora. Hlavní síťový uzamykatelný vypínač, je umístěn na boku skříně nad přídatným stolcem snimače děrné pásky. Ovládací panel je rozdělen na čtyři části. Levá největší část obsahuje ovládací prvky, které jsou ve funkci při provozu počítače děrné pásky. Pravá horní část obsahuje prvky související s ovládáním provozu z počítače, pravá dolní část se týká pouze provozu z děrné pásky. Ve čtvrté dolní části jsou tlačítka ovládání (zapnuto, vypnuto).

c) Popis panelu technika

Panel technika se nachází uvnitř skříně a je přístupný po otevření předních dveří. Je umístěn po pravé

straně skříně vedle pevného rámu nad výstupními konektory. Slouží pouze pro technickou kontrolu zařízení a může být ovládán technikem digigrafu.

Přepínač - RYCHLOST NORMAL - tímto přepínačem vyřadíme z funkce rychlostní jednotku.

Tlačítko KROKOVÁNÍ - tímto tlačítkem se mohou generovat interpolační kroky jednotlivě.

Přepínač STOP POHONU - slouží k odpojení koncového stupně servozesilovačů.

Přepínač TEST ŽÁROVEK - slouží ke kontrole signálních žárovek na panelu operátora.

Zdířky X, Y - umožňují připojení ručkových měřidel s nulou uprostřed pro kontrolu obsahu členů X, Y.

Impulzní počítadlo - slouží pro měření času spolupráce s počítačem

d) Vlastní uvedení do provozu

Po hrubém překontrolování celého systému, kdy je nutno se zaměřit na zapojení propojovacího kabelu a dále připojení Daposu přívodní šňůrou na síť. Při spolupráci s počítačem je zařízení připojováno síť centrálně od počítače přes řídicí jednotku.

e) Výskyt závad

Závady jsou doprovázeny :

- 1) Rozsvícením tlačítka STOP
- 2) Rozsvícením tlačítka STOP a tlačítka TECHNIK na panelu operátora
- 3) Vypnutím proudových jističů

Většina těchto závad se projeví zastavením pracovní činnosti. Nejjednodušší závady, které je schopna většinou odstranit obsluha odstraní na místě a není potřebný zásah do elektroniky. Po odstranění závad je nutno vynulovat stlačením tlačítka STOP a stisknout tlačítko START.

Závada může být i v mechanice. Dojezdy jsou u digigrafu řešeny tak, že s ohledem na dosažení požadované přesnosti nám systém do koncových bodů dojíždí s jedním řídicím pulsem.

Při zanešení hřebenů nečistotou může dojít ke zvýšení odporů a k zastavení pohonu. Proto je nutné udržovat hřebeny čisté. Další mechanickou závadou může být i nepřesný záběr mezi pastorkem servopohonu a vodícím ozubeným hřebenem.

Hlučnost celého zařízení odpovídá normě JSEP C 50.000.007

VI. Hodnocení Digigrafu 16 - 12

Digigraf 1612 - 3G je zařízení poměrně nákladné. Vysoká cena je způsobena hlavně nákladností řídicí elektroniky Daposu D.

Jelikož by toto zařízení mohlo dobře pracovat v našem případě, použije se jen jeho mechanická část tj. podélné saně a příčný most s vozíkem. Seriově dodávaný Digigraf 1612 - 3G má pouze jedny podélné saně, protože příčný most není skoro vůbec zatěžován. Jelikož v našem případě je na příčném mostu umístěn vozík se stříkací pistolí, bylo by nutné zařízení vybavit ještě druhými podélnými saněmi.

Na jedné straně příčného mostu je pohon a tento se pohybuje na přesných ložiskách pomocí ozubeného hřebenu a pastorku. Protilehlá strana mostu by byla vybavena pouze přesnými ložisky, takže by se příčný most pohyboval na dvou podporách.

VII. APLIKACE ZAŘÍZENÍ DIGIGRAFU PRO NÁŠ PŘÍPAD

Způsob použití mechanické části Digigrafu jsem popsal v kapitole VI. Hodnocení Digigrafu.

1. Způsob použití nové elektroniky.

Jelikož elektronika dodávaná k Digigrafu je příliš nákladná a přitom nevyužitá je třeba použít elektroniku jednodušší, a to na takové úrovni, aby stříkací pistole umístěná na vozíku realizovala pohyb dle / obr.3 /

Na této lince se ovšem nebude stříkat sklo jen jednoho rozměru (2500 mm x 1250 mm), ale i skla menší a proto je třeba jednotlivé veličiny pohybu pistole regulovat.

Jedná se o regulaci těchto veličin :

- 1) Regulace šířky stříkání od 1350 mm do 300 mm.
- 2) Regulace rozteče od 200 mm do 50 mm.
- 3) Regulace délky stříkání od 2600 mm do 500mm.
- 4) Regulace rychlosti posuvu.

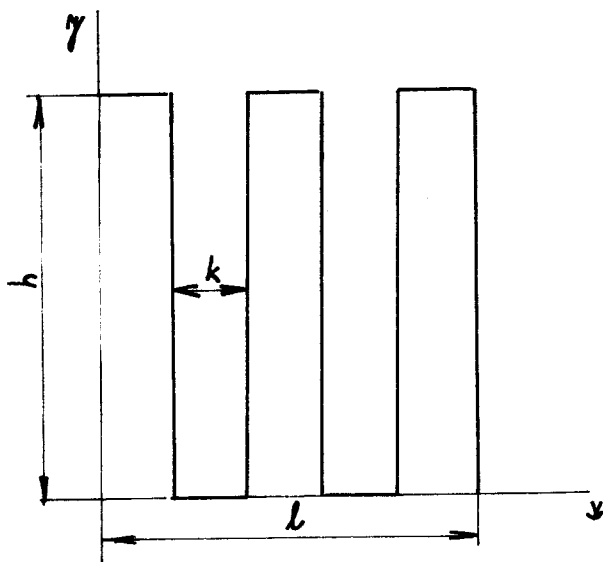
Regulaci šířky značím h

Regulaci rozteče značím k

Regulaci délky značím l

Regulaci šířky h a délky l je možno nastavit po 100 mm od min. do max.. Regulaci rozteče k možno nastavit od min. do max. po 50 mm.

Všechny typy regulace jsou na / obr. 5 /



obr. 5

2. Způsob použití Digigrafu s novou řídící elektronikou

V případě rozličnosti rozměrů skel je třeba po každém najetí nového skla nastavit v podstatě regulace veličin h , k , l .

Jelikož je předpoklad sériové výroby a tudíž i jednotnějších rozměrů skel, může toto zařízení pracovat samostatně.

Sklo, které přijede z mycího stroje najede do výchozí polohy, zastaví se a sepne koncový spínač. Teno signál

se vede do řídicího centra, které dá příkaz stříkací pistoli a ta samočinně nastříká celý povrch desky skla. Po skončení práce sklo odjíždí a pistole se vrací do výchozí polohy za současného přijíždění nového skla. Stroj tedy může pracovat automaticky, obsluha pouze vizuálně kontroluje kvalitu vykonané práce. V případě, že se vyskytne na skle kaz (nenastříkaná část) může obsluha ručním ovládáním z řídicího panelu najet pistolí nad toto místo a opravit je.

VIII. STROJ NA AUTOMATICKÉ NANÁŠENÍ BARVY.

1) Konstrukce stroje

Nosnou částí celého stroje je svařená konstrukce z trubky 80 x 60 x 5 / mm /. Tento rám svojí pevností vyhovuje všem zatížením na něj kladeným.

2) Doprava skla

Na rámu stroje jsou přišroubována ložisková tělesa, kterými prochází hřídele s klínovými řemenicemi. Klínové řemeny nám po nasazení na řemenice vytvoří plochu, která je schopna dopravovat skla nejrůznějších rozměrů do max. 2500 x 1250 mm. Dopravovaná výška skla je vyřešena tak, aby byla stejná jako u mycího stroje. To má tu výhodu, že se sklo nemusí po umytí překládat, ale může plynule pokračovat v pohybu do stříkacího stroje.

3) Pohon stroje

Pohon stroje tvoří trojfázový asynchronní motor AF 344/8, násuvná převodovka, a první z řady sedmi hřídelů s řemenicemi.

a) Výpočet výkonu potřebného k urychlení skla, roztočení všech hřídelů, řemenic a čistícího kartáče.

Výpočet se provádí pomocí momentů setrvačnosti všech rotačních částí našeho stroje.

J_2 - moment setrvačnosti řemenice elektromotoru

J_3 - moment setrvačnosti vstupní řemenice převodovky

J_4 - moment setrvačnosti řemenic klínových řemenů kde se dopravuje sklo

J_5 - moment setrvačnosti hnacího hřídele

J_6 - moment setrvačnosti ostatních hřídelů

J_7 - moment setrvačnosti hnací řemenice čistícího kartáče

J_8 - moment setrvačnosti hnané řemenice čistícího kartáče

J_9 - moment setrvačnosti čistícího kartáče

J_{10} - moment setrvačnosti napínacích řemenic

J_{11} - moment setrvačnosti napínacích hřídelů

J_{12} - moment setrvačnosti skla

Zanedbán moment setrvačnosti převodovky

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} J_{\text{rcd}} \omega_2^2 &= \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 + \frac{1}{2} J_3 \omega_3^2 + \frac{1}{2} J_4 \omega_4^2 + \frac{1}{2} J_5 \omega_5^2 + \frac{1}{2} J_6 \omega_6^2 + \\ &+ \frac{1}{2} J_7 \omega_7^2 + \frac{1}{2} J_8 \omega_8^2 + \frac{1}{2} J_9 \omega_9^2 + \frac{1}{2} J_{10} \omega_{10}^2 + \frac{1}{2} J_{11} \omega_{11}^2 + \\ &+ \frac{1}{2} J_{12} \omega_{12}^2 \end{aligned}$$

Otáčky motoru $n_1 = 690$ 1/min

$$\omega_2 = \frac{2\pi n_1}{60} = \frac{2\pi \cdot 690}{60} = 72,25 \text{ } 1/s$$

U dalších členů výpočtu budu již dosazovat přímo ω_{2+12}

Čas rozběhu elektromotoru je 1s

$$J_2 = \frac{1}{2} m_2 r_2^2 = \frac{1}{2} 3,35 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$r_2 = \frac{0,125}{2} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$\epsilon_2 = \frac{\omega_2}{t} = \frac{72,25}{1} = 72,25 \text{ [1/s}^2\text{]}$$

$$M_2 = J_2 \cdot \epsilon_2 = 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 72,25 = \underline{4,6 \cdot 10^{-1}} \text{ [} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} = \text{Nm}]$$

$$J_3 = \frac{1}{2} m_3 r_3^2 = \frac{1}{2} 8,4 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 4,11 \cdot 10^{-2} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$r_3 = \frac{0,139}{2} = 9,9 \cdot 10^{-2} \text{ [m]}$$

$$\epsilon_3 = \frac{\omega_3}{t} = \frac{45,4}{1} = 45,4 \text{ [1/s}^2\text{]}$$

$$M_3 = J_3 \cdot \epsilon_3 = 4,11 \cdot 10^{-2} \cdot 45,4 = \underline{1,867} \text{ [Nm]}$$

$$J_4 = \frac{1}{2} m_4 r_4^2 = \frac{1}{2} 3,35 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$\epsilon_4 = \frac{\omega_4}{t} = \frac{1,466}{1} = 1,466$$

$$M_4 = J_4 \epsilon_4 = 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,466 = 9,52 \cdot 10^{-3} \text{ [Nm]}$$

$$M_{c4} = 49 \cdot M_4 = 49,0 \cdot 9,52 \cdot 10^{-3} = \underline{4,66 \cdot 10^{-1}} \text{ [Nm]}$$

$$J_5 = \frac{1}{2} m_5 r_5^2 = \frac{1}{2} \cdot 17,64 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 3,52 \cdot 10^{-3} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$\epsilon_5 = \frac{\omega_5}{t} = 1,466 \text{ [1/s}^2\text{]}$$

$$M_5 = J_5 \cdot \epsilon_5 = 3,52 \cdot 10^{-3} \cdot 1,466 = \underline{5,16 \cdot 10^{-3}} \text{ [Nm]}$$

$$J_6 = \frac{1}{2} m_6 r_6^2 = \frac{1}{2} 15,69 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 3,13 \cdot 10^{-3} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$\epsilon_6 = \frac{\omega_6}{t} = 1,466 \text{ [1/s}^2\text{]}$$

$$M_6 = J_6 \cdot \epsilon_6 = 3,13 \cdot 10^{-3} \cdot 1,466 = 4,56 \cdot 10^{-3} \text{ [Nm]}$$

$$M_{c6} = 6 \cdot 4,56 \cdot 10^{-3} = \underline{2,75 \cdot 10^{-2}} \text{ [Nm]}$$

$$J_7 = \frac{1}{2} m_7 \cdot r_7^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,4 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 4,11 \cdot 10^{-2} [\text{kg m}^2]$$

$$\epsilon_7 = \frac{1,466}{1} = 1,466$$

$$M_7 = J_7 \cdot \epsilon_7 = 4,11 \cdot 10^{-2} \cdot 1,466 = \underline{6 \cdot 10^{-2}} [Nm]$$

$$J_8 = \frac{1}{2} m_8 \cdot r_8^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,35 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3} = 6,5 \cdot 10^{-3} [\text{kg m}^2]$$

$$\epsilon_8 = \frac{\omega_8}{t} = \frac{2,31}{1} = 2,31 [1/s^2]$$

$$M_8 = J_8 \cdot \epsilon_8 = 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,31 = \underline{1,5 \cdot 10^{-2}} [Nm]$$

$$J_9 = \frac{1}{2} m_9 \cdot r_9^2 = \frac{1}{2} \cdot 16,66 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 3,33 \cdot 10^{-3} [\text{kg m}^2]$$

$$\epsilon_9 = \frac{\omega_9}{t} = \frac{2,31}{1} = 2,31 [1/s^2]$$

$$M_9 = J_9 \cdot \epsilon_9 = 3,33 \cdot 10^{-3} \cdot 2,31 = \underline{7,69 \cdot 10^{-3}} [Nm]$$

$$J_{10} = \frac{1}{2} m_{10} \cdot r_{10}^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,4 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 4,11 \cdot 10^{-2} [\text{kg m}^2]$$

$$\epsilon_{10} = \frac{\omega_{10}}{t} = 1,466 [1/s^2]$$

$$M_{10} = J_{10} \cdot \epsilon_{10} = 4,11 \cdot 10^{-2} \cdot 1,466 = 6,0 \cdot 10^{-2} Nm$$

$$M_{c10} = 14 \cdot M_{10} = \underline{8,4 \cdot 10^{-1}} [Nm]$$

$$J_{11} = \frac{1}{2} m_{11} \cdot r_{11}^2 = \frac{1}{2} \cdot 14,21 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 2,84 \cdot 10^{-3} [\text{kg m}^2]$$

$$\epsilon_{11} = \frac{\omega_{11}}{t} = \frac{1,466}{1} = 1,466 [1/s^2]$$

$$M_{11} = J_{11} \cdot \epsilon_{11} = 2,84 \cdot 10^{-3} \cdot 1,466 = 4,16 \cdot 10^{-3} [Nm]$$

$$M_{c11} = 2 \cdot M_{11} = \underline{8,32 \cdot 10^{-3}} [Nm]$$

$$J_{12} = \frac{1}{2} 78,1 \cdot 0,0625^2 = 1,52 \cdot 10^{-1} \text{ [kg m}^2\text{]}$$

$$\epsilon_{12} = \frac{\omega_{12}}{t} = 1,466 \text{ [1/s}^2\text{]}$$

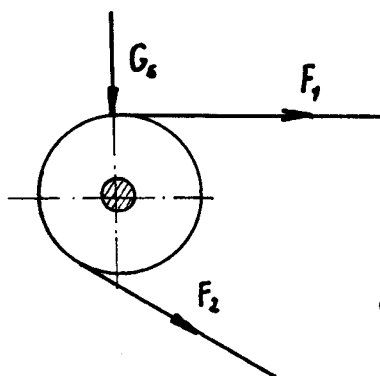
$$M_{12} = J_{12} \cdot \epsilon_{12} = 1,52 \cdot 10^{-1} \cdot 1,466 = 2,2 \cdot 10^{-1} \text{ [Nm]}$$

$$M_c = \sum_{i=2}^{12} M_i = \underline{3,97 \text{ [Nm]}}$$

$$P_{dyn.} = M_c \cdot \omega = 3,97 \cdot 72,25 = \underline{286,8 \text{ [W]}}$$

- b) Pevnostní výpočet hřídele, kontrola na ohyb, kontrola na krut, metoda MMH.

Při pevnostním výpočtu hřídele je nutné uvažovat, že hřídel je namáhán od sil v řemenech, od hmotnosti skla a kroutícím momentem. Zvolený ϕ hřídele je 0,04 m, hmotnost skla je 78,1 kg. Při výpočtu dále vycházíme z předpokladu, že v nejnepříznivějším případě leží sklo na třech podporách a tudíž zatěžuje např. hnací hřídel jednou třetinou své hmotnosti. Dále je zatěžován hnací hřídel ještě hmotností řemenic - obr. 6



obr. 6

Hnací síla řemenového převodu F_h

$$F_{h_7} = \frac{2 \cdot 97400 \cdot P}{D_1 \cdot n_1} = \frac{2 \cdot 97400 \cdot 0,28}{12,5 \cdot 14} = 3116 \text{ N}$$

Hnací síla řemenového převodu na jedné řemenici F_{h_1}

$$F_{h_1} = F_{h_7} / 7 = 445,2 \text{ N}$$

Síla předpětí

$$F_o = \frac{F_{h_1}}{2} \cdot \frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} = 533 \text{ N}$$

úhel opásání 145°

$$\text{součinitel tření } f = 0,35 + 0,012 v = 0,351 \quad v = 0,091 \text{ m/s}$$

$$e^{f\alpha} = 2,43$$

Síly v jednotlivých větvích řemene F_1, F_2

$$F_1 = F_o + \frac{1}{2} F_{h_1} = 533 + \frac{1}{2} 445,2 = 755 \text{ N}$$

$$F_2 = F_o - \frac{1}{2} F_{h_1} = 533 - \frac{1}{2} 445,2 = 310 \text{ N}$$

Výslednice těchto sil

$$V = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos 35^\circ} = 1024 \text{ N}$$

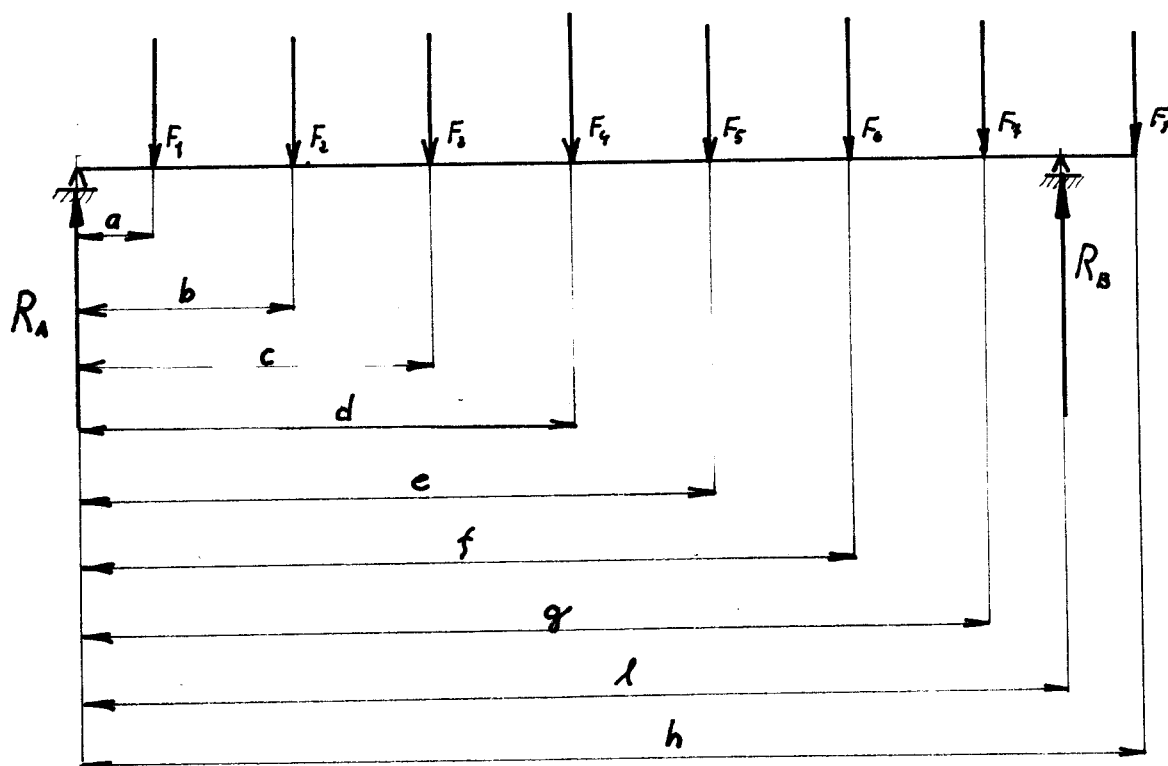
když zavedeme hmotnost skla podělenou třemi získáváme

sílu R působící ve středu hřídele tedy v $l/2$

$$R = \sqrt{G_s^2 + V^2 + 2 G_s V \cos 80^\circ} = 1099 \text{ N}$$

Zjištění reakcí v podporách a stanovení max. ohybového momentu.

Reakce v podporách stanovíme z momentových výminek jednotlivých sil do konkrétního bodu.- obr. 7



obr. 7

k bodu A $\uparrow$

$$F_1 a + F_2 b + F_3 c + F_4 d + F_5 e + F_6 f + F_7 g + F_8 h - R_B l = 0$$

$$R_B = \frac{F_1 a + F_2 b + F_3 c + F_4 d + F_5 e + F_6 f + F_7 g + F_8 h}{l}$$

Po dosazení za $a = 0,15 \text{ m}$, $b = 0,35 \text{ m}$, $c = 0,55 \text{ m}$, $d = 0,75 \text{ m}$,
 $e = 0,95 \text{ m}$, $f = 1,15 \text{ m}$, $g = 1,35 \text{ m}$, $h = 1,65 \text{ m}$, $l = 1,52 \text{ m}$

Síly

$F_1, F_2, F_3, F_6, F_6, F_7, F_8$ jsou v podstatě výslednice V a proto za ně dosazujeme 1024 [N]

Síla F_4 je v podstatě výslednice R a proto za ni dosazujeme 1099 [N]

z předchozí rovnice dostáváme

$$\underline{R_B = 4685 \text{ N}}$$

jestliže,

$$R_A + R_B = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8$$

$$R_A + R_B = 8267 \text{ N}$$

potom

$$\underline{R_A = 8267 - 4685 = 3582 \text{ N}}$$

Z obrazce posouvajících sil /tabulka 1. / víme, že max. ohybový moment je uprostřed délky l , potom platí že

$$R_A \cdot \frac{l}{2} - F_1 \cdot (d-a) - F_2 \cdot (d-b) - F_3 \cdot (d-c) = M_{\text{max}}$$

$$M_{\text{max}} = 1493 \text{ Nm}$$

Pro pevnostní výpočet hřídele platí

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{1493}{6,2 \cdot 10^{-6}} = 2,4 \cdot 10^8 \text{ Pa} = 240 \text{ MPa}$$

Modul průřezu v ohybu

$$W_o = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{32} = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ [m}^3\text{]}$$

Výpočet pevnosti na krut

$$M_k = 97400 \cdot \frac{P}{n} = 1,948 \cdot 10^2 \text{ [Nm]}$$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = 15,58 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 15,58 \text{ MPa}$$

$$W_k = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{16} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ [m}^3\text{]}$$

a podle metody ~~BMH~~ pak platí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3\tau_k^2} \leq \sigma_{dov.k}$$

$$\sigma_{red} = 241,5 \text{ MPa}$$

Pro zvolený materiál ocel 11600 je $\sigma_{kt} = 483 \text{ MPa}$

vyplývá, že $\sigma_{red} < \sigma_{kt}$

Zvolený hřídel tedy vyhovuje.

$$\sigma_{kt} = 70 \% \text{ z } \sigma_{p.dov.} = 690 \text{ MPa}$$

Bezpečnost kontrolovaného hřídele

$$k = \frac{\sigma_{kt}}{\sigma_{red}} = 2$$

c) Zjištění max. průhybu hřídele.

Pro zjištění max. průhybu hřídele můžeme v našem případě výhodně použít metody Vereščaginov, která pracuje s ohybovými momenty od jednotlivých sil.

Základní vztah ze kterého se vychází je :

$$\gamma_y = \frac{1}{EJ} \cdot \sum_{i=1}^8 P_i U_i$$

kde značí :

E - modul pružnosti $2,1 \cdot 10^{11}$ Pa

J - moment setrvačnosti

P - obsah konkrétního trojúhelníka

U - úměra v závislosti na jednotkovém ohybovém momentu

Po dosazení z / tabulky 2. / platí

$$\begin{aligned} \gamma_y = \frac{1}{EJ} \cdot & \left\{ \frac{1}{2} a M_{max1} \cdot \frac{4}{3l} a z + M_{max1} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a} (f+c+d) \cdot \right. \\ & \cdot \frac{a+b+\frac{c}{2}}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{1}{2} \left[M_{max1} - \left(M_{max1} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a} \right) \right] \cdot (b+c+d) \cdot \\ & \cdot \frac{a+b}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{1}{2} M_{max1} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a} (e+f+g+h) \cdot \frac{\frac{2}{3}(e+f+g+h)}{\frac{l}{2}} \cdot z + \\ & + \frac{1}{2} (a+b) \cdot M_{max2} \cdot \frac{\frac{2}{3}(a+b)}{\frac{l}{2}} \cdot z + M_{max2} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b} (c+d) \cdot \\ & \cdot \frac{a+b+c}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{1}{2} \left[M_{max2} - \left(M_{max2} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b} \right) \right] (c+d) \cdot \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \cdot \frac{a+b+\frac{1}{3}(c+d)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \frac{1}{2} M_{\max 2} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b} (e+f+g+h) \cdot \\
& \cdot \frac{\frac{2}{3}(e+f+g+h)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \frac{1}{2} (a+b+c) \cdot M_{\max 3} \cdot \frac{\frac{2}{3}(a+b+c)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + M_{\max 3} \frac{e+f+g+h}{l-a-b-c} \cdot d \cdot \frac{a+b+c+\frac{d}{2}}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \frac{1}{2} [M_{\max 3} - \\
& - (M_{\max 3} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b-c})] \cdot d \cdot \frac{a+b+c+\frac{1}{3}d}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \frac{1}{2} M_{\max 3} \cdot \\
& \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b-c} \cdot (e+f+g+h) \cdot \frac{\frac{2}{3}(e+f+g+h)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + \frac{1}{2} \frac{l}{2} \cdot M_{\max 4} \cdot \frac{\frac{2}{3}l}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \frac{1}{2} \frac{l}{2} M_{\max 4} \cdot \frac{\frac{2}{3}l}{\frac{l}{2}} Z + \frac{1}{2} (a+b+c) M_{\max 5} \cdot \\
& \cdot \frac{\frac{2}{3}(a+b+c)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + M_{\max 5} \frac{e+f+g+h}{l-a-b-c} \cdot d \cdot \frac{(a+b+c+\frac{d}{2})}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + \frac{1}{2} [M_{\max 5} - (M_{\max 5} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b-c})] \cdot d \cdot \frac{a+b+c+\frac{d}{2}}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + \frac{1}{2} (a+b) \cdot M_{\max 6} \cdot \frac{\frac{2}{3}(a+b)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + M_{\max 6} \frac{e+f+g+h}{l-a-b} (c+d) \cdot \frac{a+b+c}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + \frac{1}{2} [M_{\max 6} - (M_{\max 6} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b})] \cdot (c+d) \cdot \frac{a+b+\frac{1}{3}(c+d)}{\frac{l}{2}} \cdot Z + \\
& + \frac{1}{2} M_{\max 6} \cdot \frac{e+f+g+h}{l-a-b} \cdot (e+f+g+h) \cdot \frac{\frac{2}{3}(e+f+g+h)}{\frac{l}{2}} \cdot Z +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{2} a M_{\max 7} \cdot \frac{4}{3l} \cdot a \cdot z + M_{\max 7} \cdot \frac{c+f+g+h}{l-a} \cdot (l+c+d) \cdot \\
& \cdot \frac{a+l+\frac{c}{2}}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{1}{2} \left[M_{\max 7} - \left(M_{\max 7} \cdot \frac{c+f+g+h}{l-a} \right) \right] \cdot (b+c+d) \cdot \\
& \cdot \frac{a+b}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{1}{2} M_{\max 8} \cdot \frac{l+f+g+h}{l-a} \cdot (l+f+g+h) \cdot \frac{\frac{2}{3}(l+f+g+h)}{\frac{l}{2}} \cdot z - \\
& - \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{l}{2}}{l} M_{\max 8} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{\frac{2}{3}l}{\frac{l}{2}} \cdot z + \frac{\frac{l}{2}}{l} M_{\max 8} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{\frac{l}{4}}{\frac{l}{2}} z + \frac{1}{2} \left(M_{\max 8} - \right. \\
& \left. - \left(\frac{\frac{l}{2}}{l} M_{\max 8} \right) \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{\frac{2}{3} \frac{l}{2}}{\frac{l}{2}} \cdot z \right\} = 1,4 \cdot 10^{-3} [m]
\end{aligned}$$

Dosadil jsem za :

$a = 0,15 \text{ m}$, $b = 0,2 \text{ m}$, $c = 0,2 \text{ m}$, $d = 0,2 \text{ m}$, $e = 0,2 \text{ m}$, $f = 0,2 \text{ m}$,
 $g = 0,2 \text{ m}$, $h = 0,15 \text{ m}$,

$M = 138 \text{ Nm}$, $M = 278 \text{ Nm}$, $M = 356 \text{ Nm}$, $M = 412 \text{ Nm}$

$M = 356 \text{ Nm}$, $M = 278 \text{ Nm}$, $M = 138 \text{ Nm}$, $M = 153,6 \text{ Nm}$

$l = 1,5 \text{ m}$, $z = \frac{1}{4} = 0,375 \text{ m}$,

d) Výpočet ložisek

$$C_1 = R_B \cdot \sqrt[3]{\frac{20000 \cdot n}{16666}} = 4685 \cdot \sqrt[3]{\frac{20000 \cdot 14}{16666}} = 11999 \text{ N}$$

$$L_1 = \left(\frac{C}{R_B} \right)^3 \cdot \frac{16666}{14} = \left(\frac{23200}{4685} \right)^3 \cdot \frac{16666}{14} = 8604,2 \text{ hod}$$

$$C_2 = R_A \cdot \sqrt[3]{\frac{20\,000\,n}{16\,666}} = 3582 \cdot \sqrt[3]{\frac{20\,000 \cdot 14}{16\,666}} = 9080$$

$$L_a = \left(\frac{23200}{9080} \right)^3 \cdot \frac{16666}{14} = 19856 \text{ hod.}$$

Volíme kuličkové ložisko dvouradé 1308 ČSN 02 4653 s dynamickou únosností 23200 N. Z jednotlivých životností L vyplývá že ložiska vyhovují.

4) Digigraf

Zařízení Digigraf již ve změněné podobě tak, jak bylo popsáno v kapitolách VI a VII je přišroubováno k základní konstrukci. Na pojízdném vozíku Digigrafu je připevněn držák stříkací pistole, který zajišťuje držení pistole a její úhlovou regulaci.

Příčné rameno je chráněno jednak proti poletujícím částicím barvy i např. proti mechanickému poškození koženým rukávem.

Celou horní částí stroje vede natažené ocelové lanko na kterém je volně zavěšena přívodní hadice ke stříkací pistoli.

5) Čištění skla z druhé strany.

K znečištění skla z druhé strany může dojít jedi-
ně zanesením zbytků barvy ze znečištěných klínových ře-
menů. Aby k tomuto nedocházelo je v celé spodní části
stroje umístěna nádrž s vodou. Touto nádrží prochází nos-
né klínové řemeny a oplachují se. Aby byla zvýšena účinnost
čištění je ve spodní části stroje umístěn čistící kartáč
jakož pohyb je odvozen od hnacího hřídele. Otáčky čistí-
cího kartáče jsou 22,1 1/ min tedy větší než otáčky hna-

cího hřídele, čímž je zvětšena účinnost čištění.

Nádrž s vodou má tři funkce :

- a) oplachování řemenů
- b) zachycení přestříků, zvýšení čistoty prostředí
- c) když se voda s usazenou barvou vysuší, můžeme barvu znovu použít

6) Odsávání

Z hlediska hygienických předpisů a z hlediska usazování poletujících částic barvy na jednotlivé díly stroje je nutné jeho odsávání. V horní části stroje je z plechu vytvořen jakýsi trychtýř s dvěma vývody do ventilátoru. Vycházíme z teorie výměny objemu vzduchu za 1 hodinu. V našem případě potřebujeme 4 m^3 vyměnit za hodinu 100 x. Z tohoto nám vychází výkon ventilátoru okolo $400 \text{ m}^3 / \text{hod.}$ Těmto podmínkám vyhovuje ventilátor UV - 3 radiální, výrobek Brandýských strojírén. Jeho max. výkon je až $600 \text{ m}^3/\text{h.}$ Tento ventilátor se nechá snadno regulovat na výstupu a podle potřeby tedy měnit jeho výkon. Na vstupu do ventilátoru je použit filtr z materiálu Firon, vhodný pro tyto účely.

7) Vizualní kontrola

Ze strany obsluhy je stroj opatřen sundávacími plexisklovými deskami a to jednak z důvodu vizualní kontroly a jednak z důvodu možných zásahů do vnitřních částí stroje. Plexisklové desky jsou umístěny do takové výše, aby běžně

vysoká postava mohla snadno pozorovat proces stříkání a vůbec činnost stroje.

8) Návrh elektromotoru

V kapitole VIII vyšel potřebný výkon 0,28 kW. Toto je ovšem výkon dynamický. Ten je nutný zvýšit kvůli ztrátám účinností ap.

Vycházíme ze vztahu

$$P_{skr.} = \frac{P_{dyn.}}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6}$$

Potom

$$P_{skr.} = \frac{0,28}{0,97 \cdot 0,9 \cdot 0,93 \cdot 0,74 \cdot 0,8 \cdot 0,7} = 0,83 \text{ kW}$$

kde η_1 = účinnost ložisek

η_2 = účinnost řemenů

η_3 = účinnost převodovky

η_4 = účinnost elektromotoru

η_5 = účinnost kartáče (jak negativně ovlivní pohyb)

η_6 = účinnost hmotnosti skla (zatlačování řemenů do drážek

Volíme elektromotor AF 344 / 8

9) Použitá převodovka

Jelikož se jedná o pomaloběžný stroj použil jsem násuvnou převodovku. Při provozu se reduktor snaží otá-

čet kolem svého výstupního hřídele na kterém je upevněna v opačném smyslu než tento hřídel. Proto se vzniklý krou-
tící moment musí zachytit držákem. Jelikož tato převodovka
může pracovat ve všech polohách, není tím pevně dána osová
vzdálenost a tím se může jednoduše měnit převodový poměr
pouhou výměnou řemenice např. na elektromotoru. Převodovka
není z výroby naplněna olejem. Je nutno ji naplnit olejem
PP 90. Napínací šroub se dodává na zvláštní objednávku.

Označení U 2 - 3631 - 40

Výrobce : Naveta np. závod 04 Rokytnice n. Jizerou

10) Tlakový zásobník

Tlakový zásobník TZ / 200 je doplňkovým zařízením
pro stříkání keramických smaltů a ostatních materiálů.
Použitím tlakového zásobníku se dosáhne vyšší hospodárnosti
v provozu, protože tlak stříkaného materiálu je možno re-
gulovat tak, aby bylo dosaženo nejvhodnějších podmínek
pro rozprašování. Toto zařízení může být opatřeno míchacím
systémem. Výška zásobníku 1490 mm, Ø zásobníku 0,7 m,
max. provozní tlak 0,6 MPa, obsah nádoby 200 l, hmotnost
129 kg. Dodává Kovofiniš Ledeč n. Sázavou.

IX. TECHNICKÉ PARAMETRY

Rozměry : 3,8 x 2,5 x 1,57 /m/

Hmotnost : 1950 kg

Čas nastříkání : 20,5 s

Čas najetí skla : 27 s

Celkový čas na odbavení jednoho skla : 47,5 s

Typ elektromotoru : AF 344 / 8

Typ převodovky : U2 3631 - 40

Typ ventilátoru : UV -3

Dopravovaná rychlost skla : 5,5 m / s

Dopravovaná výška skla : 0,95 m

Zastavěná plocha : 10,5 m²

Zatížení podlahy : 1857 Pa

Ø hnacích řemenic : 0,125 m

Ø řemenice na elektromotoru : 0,125 m

Ø řemenice na převodovce : 0,198 m

vstupní otáčky převodovky : 434 1/min

otáčky hnacího hřídele : 14 1/min

otáčky čistícího kartáče : 22,1 1/min

X. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Ekonomické ukazatele celé výrobní haly u dosud užívaného způsobu :

Materiál přímý (hlavní) - 17,06 Kčs

Materiál přímý (vedlejší) balící - 1,09 Kčs

Vratný odpad - 1,37 Kčs

Polotovary (hodnota skla) - 31 Kčs za m²

Technologická norma odpadu - 1,56 Kčs

Mzdy přímé - 8,54 Kčs

Ostatní přímé náklady - 20 % z přímých mezd = 1,708

Výrobní režie - 424,08 %

Celkové výrobní náklady - 111,66 Kčs

Správní režie - 13,082 % = 14,60 Kčs

Odbytové náklady - 3,60 Kčs

Vlastní náklady na m² - 129,81 Kčs

Velkoobchodní cena - 159 Kčs

Ekonomické ukazatele stříkací linky u dosud užívaného způsobu :

Spotřeba smaltu KBS na m² - 0,37 kg

Cena 1 kg smaltu - 46 Kčs

Na m² je třeba smaltu za - 17,06 Kčs

Zaměstnanci linky : předák, prohlížečka, 2 pokladačky,
obsluha stříkacího mechanismu, míchá-
ní barvy, kalič, 2 čističky skla,
2 obsluhy pece tedy 11 zaměstnanců

11 pracovníků vyrobí za den - 156 m²

Za m² dostanou - 7,34 Kčs

Za rok 1981 bylo vyrobeno - 25 900 m²

Na mzdách se zaplatilo - 190 106 Kčs

Na materiál (smalt) se zaplatilo - 440 818 Kčs

Se 424,08 % režii jsou výrobní náklady - 1 247 019,5 Kčs

Ekonomické ukazatele nového způsobu :

Na m² je třeba smaltu za - 17,02 Kčs

Předpokládaný výkon stroje - 78 400 m² ročně

Za materiál (smalt) se zaplatí - 1 334 368 Kčs

Úspora pracovních sil - 4 zaměstnanců a to :

2 pokladačky

míchání barvy

čištění skla

Předpokládaná cena stroje - 350 000 Kčs

ZÁVĚR

Předložená práce řeší problematiku nového způsobu nanášení barvy na jeden povrch desky skla.

Úkolem Diplomové práce bylo vyřešit nový způsob nanášení a to ve vodorovné poloze. Po provedeném rozboru byl vybrán systém stříkání stříkací pistolí unášený automatickým zařízením Digigraf s vlastní řídicí jednotkou a elektronikou. Výhodou tohoto zařízení je to, že zajišťuje kvalitní postřík skla od min. do max. rozměrů.

LITERATURA

- | | |
|--------------------|---|
| /1/ Bartoš, J. : | Strojnické tabulky, SNTL 1977 |
| /2/ Černoch, J. : | Strojně technická příručka 1, 2
SNTL 1968 |
| /3/ Majer, J. : | Základy strojnictví, VŠST Liberec |
| /4/ Vrzal, B. : | Strojnické tabulky, SNTL 1972 |
| /5/ Pěkný, A. : | Části strojů, SNTL Praha 1972 |
| /6/ Janovský, L. : | Transportní zařízení, ČVUT Praha |
| /7/ Kolektiv : | Návod k obsluze a údržbě Digi-
grafu 1612 - 3G |

Na závěr bych chtěl poděkovat vedoucímu dělnické
práce Ing. Janu Cibulíkovi za obětavou pomoc při vy-
šení školy.