

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
obor 23 - 20 - 08

Stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu
zaměření

jednouúčelové obráběcí a montážní stroje

Katedra obrábění a montáže

JEDNOÚČELOVÝ STROJ NA BARVENÍ CÍVEK COPS

KOM - OS - XXXX
178

Jméno a příjmení:	Jiří Boháč
Vedoucí práce:	ing. Miroslav Martínek, VŠST Liberec
Konzultant:	ing. Jiří Skopový, Elitex Stráž nad Nisou

Rozsah práce a příloh:

počet stran: 111
počet příloh: 4 + 11
a tabulek
počet obrázků: 33
počet výkresů: 4
počet modelů
nebo jiných příloh: -

Datum: 1. 6. 1989

strojn^í a textiln^í
v Liberci
Vysoká škola: Fakulta: strojn^í
Katedra: obrábění a montáže Školní rok: 1988 - 1989

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jiřího B o h á č e

pro
obor 23 - 20 - 8 stroje a zařízení pro strojírenskou výrobu

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

Název tématu: Jednouúčelový stroj na barvení cívek COPS
.....
.....

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor úkolu, současný stav v technologii a strojním vybavení pro barvení cívek COPS v k.p. ELITEX, závod Stráž n. Nis., požadavky podniku .
2. Koncepční návrh jednouúčelového stroje pro barvení a sušení cívek COPS v alternativách, výběr a zdůvodnění optimální varianty .
3. Konstrukční zpracování skupin nanášení barvy na cívky, nosiče cívek včetně upínání, pohon nosiče cívek, manipulační zařízení před a za JÚS .
4. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu .

V 217/81/8
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENSKÁ 8
FČ 45

Rozsah grafických prací: 3 - 4 výkresy
Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran textu

Seznam odborné literatury:

Podklady k.p. ELITEX, závod Stráž n. Nis.

Chvála, B. : Mechanizace a automatizace obráběcích strojů,
SNTL/ALFA 1970

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Martínek

Konzultant : Ing. Jiří Skopový (ELITEX Stráž n. Nis.)

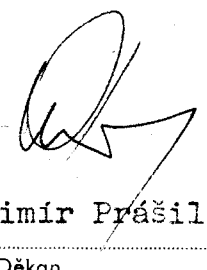
Datum zadání diplomové práce: 10. října 1988

Termín odevzdání diplomové práce: 2. června 1989

L. S.


Doc. Ing. Jaromír Gazda, CSc

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc

Děkan

V Liberci 10.10.1988
dne 19

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

V Liberci dne: 1. 6. 1989

Jiří Pokrýš

Anotace

Boháč Jiří: JEDNOÚČELOVÝ STROJ NA BARVENÍ CÍVEK COPS

Vysoká škola strojní a textilní, Liberec, diplomová práce,
Katedra obrábění a montáže, 1989

počet listů: 111
počet obrázků: 33
počet tabulek: 11
počet grafů: 4
počet příloh: 4
počet výkresů: 4

Je předložen návrh jednoúčelového stroje na barvení a sušení dlouhých cívek COPS. Na základě měření provedených na funkčním vzorku infrazářiče navrhuje optimální koncepční řešení stroje.

Řešení je rozpracováno na úroveň výkresu sestavení, je položeno výpočty včetně výpočtu ekonomické efektivity.

P_O_UŽ_I_T_É__Z_N_A_Č_K_Y__A__S_Y_M_B_O_L_Y

V tomto přehledu jsou uvedeny pouze základní použité značky a symboly. Veškeré speciální značky a symboly jsou popsány v příslušných kapitolách a odstavcích.

Q [J]	...	sdělené teplo
q [J m ⁻²]	...	tepelný průtok
q̇ [W m ⁻²]	...	tepelný tok
S [m ²]	...	plocha
t [s]	...	čas
t [mm]	...	rozteč řetězu
P [W]	...	příkon
m [kg]	...	hmotnost
n [ot min ⁻¹]	...	otáčky
M [N m]	...	moment
I [kg m ²]	...	moment setrvačných hmot
d, D [m]	...	průměr
l, L [m]	...	délka
V [m ³]	...	objem
ω [s ⁻¹]	...	úhlová rychlost
ε [s ⁻²]	...	úhlové zrychlení
F [N]	...	síla
Tú [roky]	...	doba úhrady
JIN [Kčs]	...	jednorázové investiční náklady
ΔPN [Kčs/rok]	...	roční úspora provozních nákladů
Rp [ks/rok]	...	roční produkce

O_B_S_A_H

	str.
1. ÚVOD	9
2. ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	10
2.1. Popis dlouhíci cívky COPS	10
2.2. Všeobecná charakteristika linky na výrobu cívek COPS	10
2.2.1. Popis úseku obrábění a barvení těles cívek COPS	11
2.2.1.1. Popis činnosti barvicího stroje	13
2.2.2. Rozbor úseku obrábění a barvení z hlediska časové návaznosti	20
2.3. Požadavky podniku	20
2.4. Rozbor úkolu	21
3. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ	23
3.1. Teoretické základy	23
3.1.1. Sdílení tepla konvekcí	25
3.1.2. Sdílení tepla zářením /sáláním/	26
3.1.3. Grafické znázornění sdílení tepla konvekcí a sáláním	27
3.2. Měření teplot na stávajícím zařízení	29
3.3. Popis přístroje THERM 5200	34
3.4. Zkoušky vlastností barvy S 2008	36
3.5. Komplexní vyhodnocení naměřených hodnot uvedených v odst.3.2. a 3.4.	40
3.6. Měření na funkčním vzorku	41
4. NÁVRH KONCEPCE STROJE	47
4.1. Alternativní řešení koncepčních variant	47
4.2. Výběr optimální varianty	50
5. KONSTRUKČNÍ ZPRACOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH SKUPIN STROJE	55
5.1. Topný systém	55
5.1.1. Konstrukce topných těles	56

5.1.2.	Kontrola navrženého počtu topných tyčí	56
5.2.	Soustava zajišťující přerušovaný pohyb a takt stroje	59
5.2.1.	Řetězový převod - výpočet	59
5.2.2.	Maltézský mechanismus	61
5.2.2.1.	Výpočet rozměrů maltézského mechanismu	62
5.2.2.2.	Výpočet hnacího momentu malt. mechanismu	64
5.2.2.3.	Výpočet rozměrů vloženého převodu	74
5.3.	Převod zajišťující otáčení trubek	75
5.3.1.	Výpočet řetězového převodu	76
5.4.	Upínací systém	79
5.4.1.	Výpočet upínací pružiny	82
5.5.	Pohon stroje	84
5.5.1.	Kontrola výkonu pohonu stroje	85
5.6.	Zásobník	85
5.7.	Výstupní manipulační zařízení	86
5.8.	Barevník	86
5.8.1.	Výpočet ozubeného převodu mezi hnacím unašečem a barevníkem	88
5.8.2.	Výpočet ozubeného převodu mezi nanášecím válečkem a přitlačným válečkem	90
5.8.3.	Výpočet pružiny I	91
5.8.4.	Výpočet pružiny II	93
5.9.	Pásová brzda	96
5.9.1.	Informativní výpočet brzdného momentu	96
5.10.	Rám	97
5.11.	Odsávání	97
5.12.	Popis činnosti celého zařízení	97
6.	TECHNICKO-EKONOMICKÝ ROZBOR	98
6.1.	Ekonomický rozbor stávajícího barvícího stroje	98
6.2.	Ekonomické hodnocení nového stroje	101

6.2.1.	Vyjádření průměrné roční úspory provozních nákladů	102
6.2.2.	Vyjádření jednorázových investičních nákladů	104
6.2.3.	Závěr ekonomického hodnocení	107
6.2.4.	Technické hodnocení	108
7.	ZÁVĚR	109
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	110
9.	SEZNAM PŘÍLOH	111

1. Ú_V_O_D

Koncern Elitex Liberec patří mezi světové výrobce textilních strojů. Jeho koncernový podnik Elitex Jablonec nad Nisou vyrábí podstatnou část technických potřeb a příslušenství pro textilní stroje. Výrazně se podílí na výrobě textilních strojů nejen v rámci koncernu, ale i u dalších odběratelů v tuzemsku i zahraničí.

V jeho pobočném závodě Elitex Stráž nad Nisou je výroba specializována na textilní příslušenství. Nosným programem závodu je výroba nítěnek, paprsků, brdových listů a dloužících cívek COPS. Výroba dloužících cívek COPS má v závodě dlouholetou tradici a představuje 17 % výroby zboží závodu. Tato výroba se v závodě uskutečňuje na výrobním zařízení, které vzhledem k svému technickému stavu nedovoluje zvyšovat objem vyrobené produkce cívek a je náročné na obsluhu i údržbu.

Závod se snaží v praxi uskutečňovat závěry XVII. sjezdu KSČ zvyšováním produktivity práce, zejména lepším využíváním výrobních kapacit a modernizací při současném snižování materiálových i energetických nákladů.

Z uvedených důvodů také vznikla pro závod potřeba modernizace výrobního zařízení linky na výrobu dloužících cívek COPS. V roce 1987 byl zadán technickému rozvoji základního závodu Elitex Jablonec nad Nisou požadavek na nový stroj pro dělení trubek, který je součástí této linky. Následně byla v roce 1988 navázána spolupráce s VŠST Liberec formou zadání diplomové práce.

Cílem předkládané práce je navrhnout nový jednoúčelový sušicí a barvicí stroj na výrobu dloužících cívek COPS.

2. R_O_Z_E_O_R__S_O_U_Č_A_S_N_É_H_O__S_T_A_V_U

2. 1. Popis dloužící cívky COPS

Dloužící cívky COPS /viz.výkres č. 523385208420/ slouží k navíjení PA, PET a PP textilního hedvábí na dloužících strojích "Barmag".

Základní součástí cívky COPS je ocelová trubka uzavřená v horní části zátkou a v dolní části tělesem unašeče. Trubka musí být chráněná některou běžnou povrchovou úpravou proti korozi. Pro usazení a vystředění cívky je v trubce usazeno vodítko vřetena. Na cívku je navlečen plášť z plastické hmoty. Cívky se vyrábějí ve dvou obchodních délkách 380 a 420. Obchodní délka je délka celé cívky včetně zátky a unašeče.

2. 2. Všeobecná charakteristika linky na výrobu cívek COPS

Cívky se vyrábějí na nepravé lince, která se skládá z těchto dvou hlavních úseků:

a/ úsek obrábění a barvení

b/ úsek montáže a kontroly

Tyto úseky a jednotlivá pracoviště úseku b/ nejsou spojeny mezioperačními dopravníky, ale technologicky na sebe navazují. Cívky jsou zde mezi jednotlivými operacemi dopravovány v přepravech o kapacitě 100 trubek pomocí ručních manipulačních vozíků. Pro návrh nového barvicího stroje je důležitý zejména úsek a/ - úsek obrábění a barvení těles cívek, jehož součástí je nově navrhovaný barvicí stroj.

2. 2. 1. Popis úseku obrábění a barvení těles cívek COPS.

Tento úsek linky /viz obr.č.1/ se skládá z těchto operací :

- a/ upichování
- b/ odhrotování
- c/ broušení
- d/ barvení

Tok materiálu mezi operacemi upichování a odhrotování je zajišťován pomocí kovových palet o kapacitě 400 ks. Další operace jsou již spojeny mezioperačními dopravníky.

ad a/ operace upichování

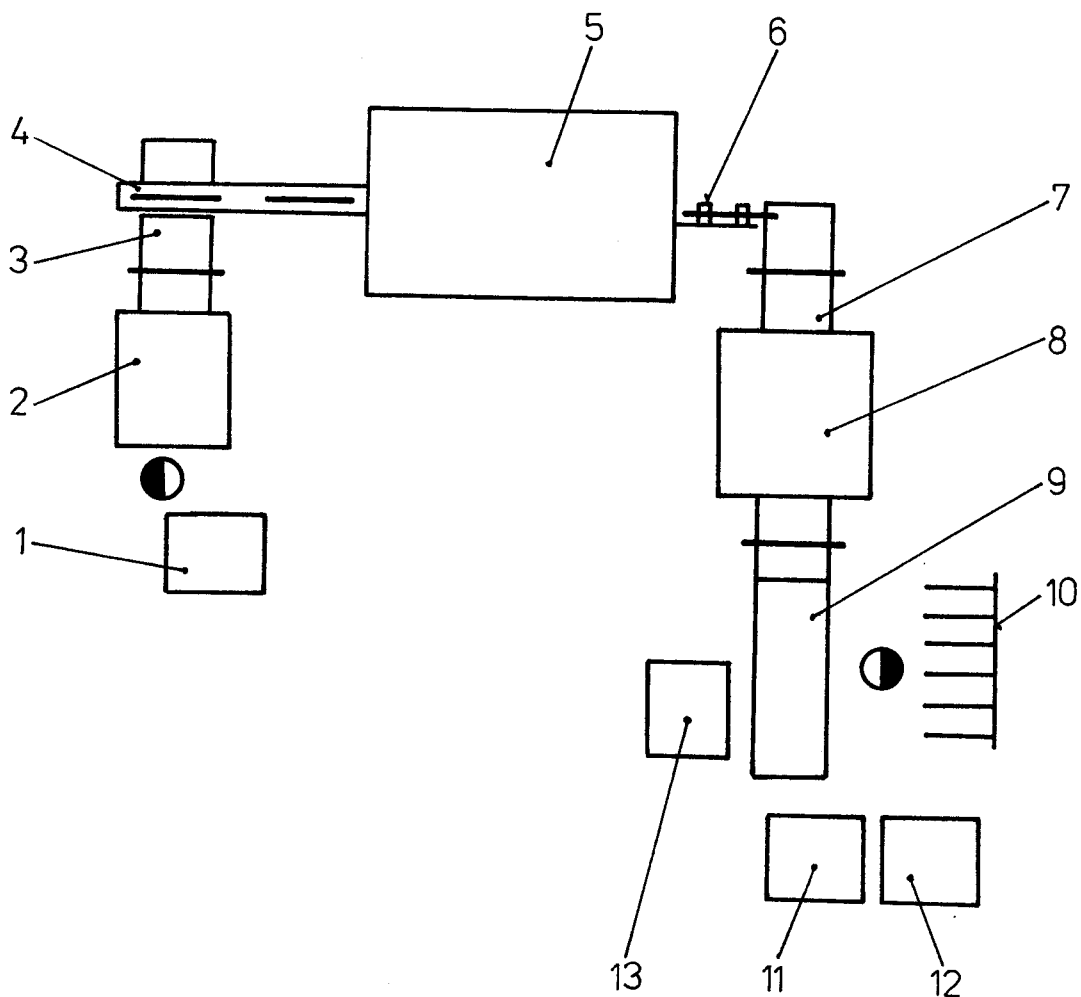
Do závodu se dodávají přesné svařované trubky $\varnothing 49 \times 1,2$ mm, pro které platí norma ČSN 420142 TDR a rozměrová norma ČSN 426714.9. Trubky vyrábí NHKG Karviná z materiálu 11 373.0 dle ČSN 417373. Vnější průměr trubek je $49 \pm 0,15$ mm a vnitřní průměr je $46,6 \pm 0,1$ mm. Trubky se dodávají ve stavu nežíhaném s použitím fosfátování jako mezioperace. Trubky přicházejí do závodu v délce 2 až 6 m balené po 1000 kg, neolejované. Tyto trubky se na soustruhu RS-50 upichují na požadovanou délku. Pro obchodní délku 380 se trubky upichují na rozměr $357 + 0,2$ mm a trubky pro obchodní délku 420 se upichují na rozměr $397 + 0,2$ mm. Upíchnuté trubky se ukládají do ocelových palet a v nich se přemísťují k další operaci.

ad b/ operace odhrotování

Upíchnuté trubky se vyjímají z palety a ručně vkládají do zásobníku jednoúčelového stroje, v tomto stroji se provede odstranění hrotů po upichovacím noži a sražení vnější i vnitřní strany trubky. Takto upravené trubky jsou pomocí podavače přemísťovány na válečkový dopravník s vlastním pohonem.

obr. 1 Schema půdorysného uspořádání operací odhrotování,
broušení, barvení cívek COPS

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1/ paleta s upíchnutými
trubkami | 9/ nakloněná rovina
+ stůl |
| 2/ odhrotovací stroj | 10/ sušák |
| 3/ podavač | 11/ paleta - vývoz |
| 4/ válečkový dopravník
s pohonem | 12/ paleta - tuzemsko |
| 5/ CENTRLES | 13/ paleta - zmetky |
| 6/ nepoháněný válečkový
skluz | ● obsluha |
| 7/ zásobník barvícího
stroje | — trubka |
| 8/ barvící JÚS | |



ad c/ operace broušení

Po dopravníku přicházejí trubky do jednoúčelového brousícího stroje "CENTRLES". Zde se bezhrotým broušením upravuje vnější povrch trubky. Úběr je minimální, jde vlastně jen o očištění vnějšího povrchu před barvením. K broušení se používají brusné lamelové kotouče osazené smirkovým plátnem. Z jednoúčelového brousícího stroje vystupují trubky na krátký, válečkový skluz.

ad d/ operace barvení

Z válečkového skluzu přicházejí trubky do zásobníku barvícího stroje. Zásobník je řešen jako nakloněná rovina a trubky se vlastní vahou - rotací kolem své osy přemisťují k dorazu barvícího stroje. Zásobník má kapacitu 10 trubek.

2. 2. 1. 1. Popis činnosti barvícího stroje.

Barvící JÚS /viz obr. 2/ se skládá z těchto hlavních částí: 1/ rám

2/ unášecí desky s kuželnicí I a II

3/ hydraulický obvod

4/ převody

5/ barevník

6/ topná tělesa

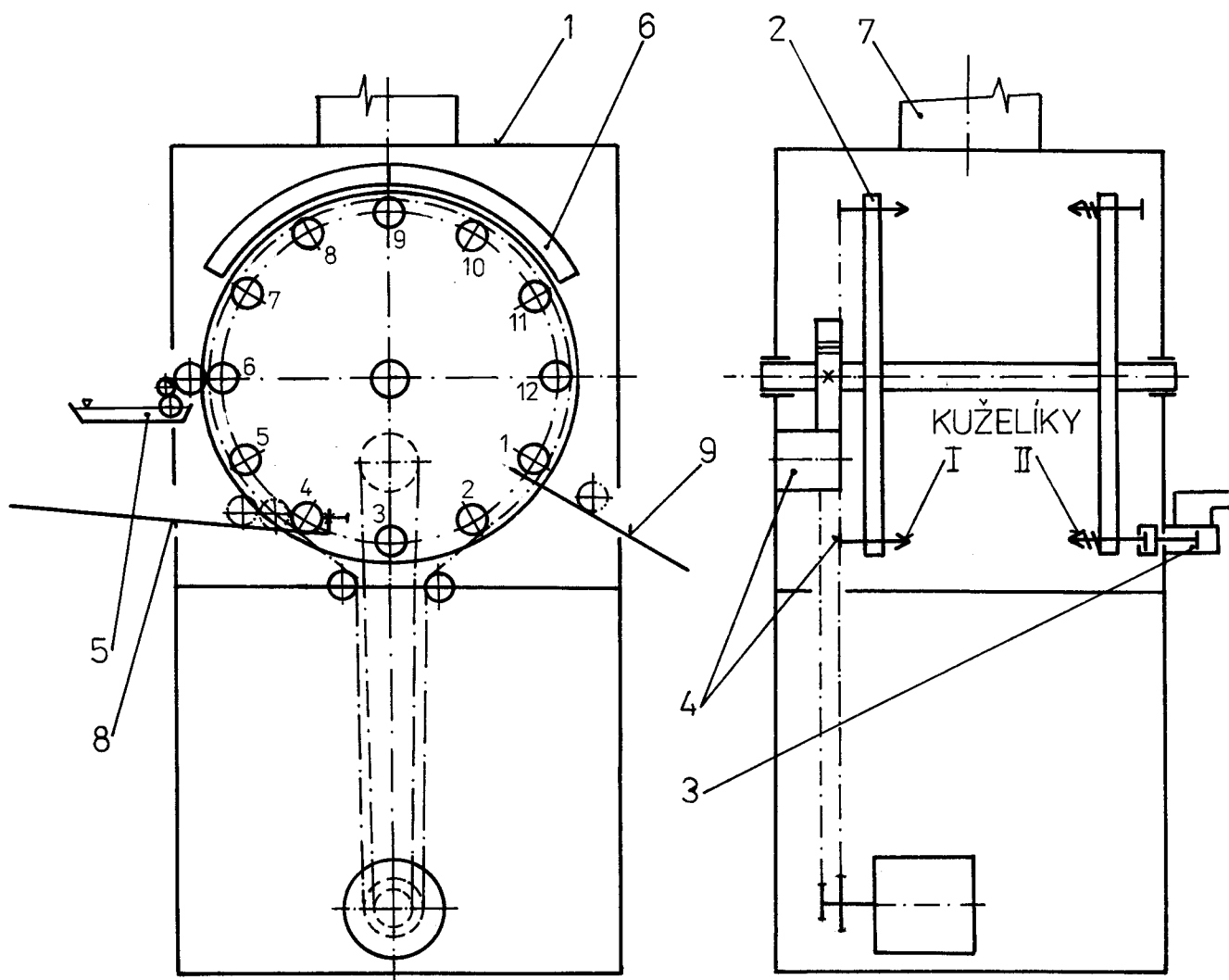
7/ odsávání

8/ zásobník

9/ nakloněná rovina

obr. 2

obr. 2 Schema barvícího stroje:



Princip činnosti barvícího stroje:

Police 1: V této poloze dojde k oddálení kuželníku II, což má za následek uvolnění trubky.

Oddálení se děje pomocí přímočarého hydromotoru, který je řízen hydraulickým rozvaděčem. Řídící impulsy rozvaděči dodává elektrospínač, ovládaný vačkou, umístěnou na hřídeli maltézského mechanismu. Celý hydraulický obvod je napájen hydraulickým agregátem PA2 - 40 - 1 s elektromotorem o příkonu 0,75 kW. Hydromotor překoná sílu přitlačné pružiny a přitáhne kuželník II směrem k unášecí desce. Tím dojde k uvolnění trubky a ta padá na nakloněnou rovinu, po které sjíždí na pracovní stůl. Zde ji obsluha vizuelně a hmatem zkontroluje./Barva je vytvrzena natolik, že jí nevádí mechanický styk s nekovovými materiály, avšak při vzájemném kontaktu trubek, např. v paletě, by ještě došlo k jejímu poškození./Vizuelně kontroluje kvalitu barvy, trhliny v trubce a celkovou kvalitu povrchu trubky. Hmatem kontroluje kvalitu, zploštění atd. Zkontrolované trubky pak umístí do sušáku, kde se cca 20 min. dosoušejí na vzduchu /rozumí se vzduch v místnosti/. Doba sušení trubky na sušáku není dobou nutnou k vytvrzení trubky, je to doba, daná kapacitou sušáku - 120 trubek. Dokonale zaschlé trubky obsluha přemísťuje ze sušáku do mezioperačních přepravek. Rozlišují se 3 třídy jakosti:

- I. třída - pro export
- II. třída - pro tuzemsko
- III. třída - nepoužitelné zmetky

Kuželík II, přitážený k desce, je v této poloze mechanicky zajištěn.

Posice 2: Prázdná posice - kuželík II je stále zajištěn.

Posice 3: - " -

Posice 4: Zde se trubka upne mezi oba kuželíky a začne se otáčet kolem své osy.

a/ upínání : orientovaná trubka se nachází v zásobníku v poloze přesně vymezené dorazy. Po otočení unášecích desek z polohy 3 do polohy 4 se pomocí pákového mechanismu a elektromagnetu uvolní dříve zajištěný kuželík II. Silou vratné pružiny je pak trubka upnuta mezi oba kuželíky.

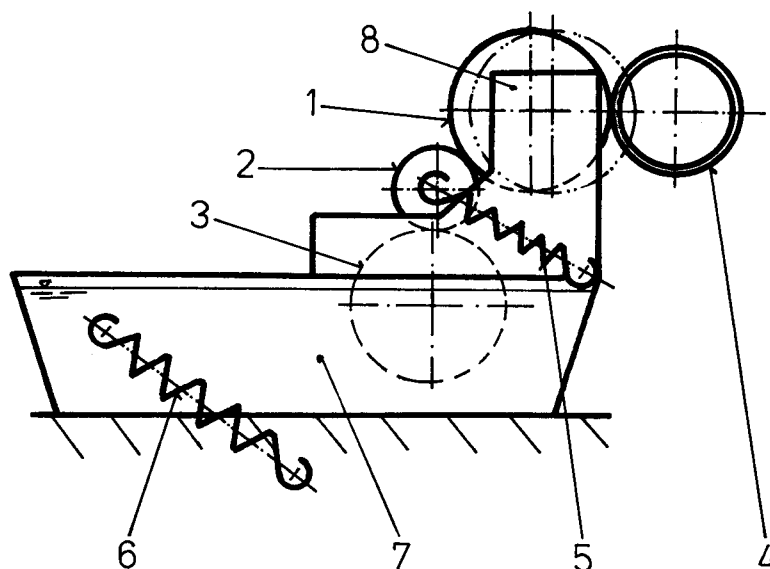
b/ otáčení : kuželík I je poháněn pomocí řetězového převodu od převodovky s elektromotorem o příkonu 1,1 kW. Kuželík II je uložen v kluzném ložisku => trubka se začne otáčet.

Při přesunu z posice 4 do posice 5 oddálí nejprve upnutá trubka při svém pohybu trubky v zásobníku, pak přejde do posice 5. Další trubka sjede do uvolněného prostoru.

Posice 5: Kuželík I poháněný řetězem se otáčí => upnutá trubka se otáčí.

Posice 6: Na této posici / viz obr. 3 / dochází k nanášení barvy na vnější průměr trubky.

obr.3 Schema barevníku: 1/ nanášecí válec
 2,3/ válce
 4/ barevná trubka
 5,6/ pružiny
 7/ vana s barvou
 8/ rám



Válec č. 1 je na trubku přitlačován silou dvou pružin č.6. Při přesunu trubky z polohy 5 do polohy 6 trubka odtlačí válec č.1 s celým barevníkem proti síle těchto pružin. Aby docházelo ke kvalitnímu nanesení barvy na povrch trubky, je povrch válce č. 1 opatřen navulkanizovanou polyuretanovou vrstvou. Rotační pohyb válců č. 1, 2, 3 je odvozen od pohonu kuželíku I. Na hřídelce kuželíku I je uloženo ozubené kolo, které v momentě zaujmutí polohy 6 přechází do záběru s ozubeným kolem válce č. 1. Z válce č. 1 se pohyb přenáší na válec č. 2 také pomocí ozubeného převodu. Válec č. 2 je na válce č. 3 a č. 1 přitlačován pružinou č. 5. Pohon válce č. 3, který se brodí v barvě, zajišťuje třecí síla mezi

válci č. 2 a č. 3. Válce č. 2 a č. 3 jsou vyrobeny z hliníkového materiálu. Výběr vhodného materiálu barvicích válců je důležitý z hlediska přilnavosti a agresivity barvy.

V stávající koncepci barvicího stroje se používá syntetická reaktivní barva S 2008 ON 673908 JK: 246 - 236 - 01, odstín 060 - žlutý nekrycí. Tato barva se skládá z disperze anorganických pigmentů a roztoku syntetických pryskyřic v organických rozpouštědlech. Barva se u cívek COPS využívá ke zvýšení antikorozní odolnosti vnějšího povrchu trubkového tělesa. Antikorozní účinek spočívá ve vyvolání fosfatizace za působení pasivačních složek.

Některé vlastnosti barvy: doba zpracovatelnosti do 8 hod
doba schnutí při teplotě 20 °C
- proti prachu do 10 min
- nelepivý do 2 hod

Dle katalogu /9/ je pro barvu S 2008 předepsáno tužidlo S 6011 a ředidlo L 6010. V závodě Elitex se však používá tužidlo S 6032 v kombinaci s ředidlem L 6000 a vodou. Toto opatření bylo podmíněno zpřísněním předpisů, týkajících se bezpečnosti práce s tužidlem S 6011. Tužidlo S 6032 PND 01 - 1577 - 87 je roztok anorganické kyseliny ve vodě.

Pracovní postup přípravy barvy:

Do odváženého množství vody se přidá S 6032, po krátkém míchání se přidá L 6000 a směs se důkladně promíchá.

Vše v poměru:

S 6032	2,5 hmot. dílu
voda	1,0 hmot. dílu
L 6000	7,0 hmot. dílu

Směsí se tuží barva S 2008 v poměru:

1 hmot. díl směsi
4 hmot. díly barvy

Vše se opět důkladně promíchá.

Míchání nové barvy se provádí jednou denně, vždy ráno na začátku směny.

Posice 7, 8, 9, 10, 11, 12:

V těchto polohách dochází k sušení barvy pomocí dvou topných tyčí o celkovém příkonu 6 kW instalovaných v nosných tělesech. Trubky se v těchto polohách otáčejí.

Pozn. posice $\equiv$ poloha

Princip pohonu kruhových unášecích desek:

Od převodovky je odvozen jak rotační pohyb kuželíků, tak i pohyb upínacích desek. Řetězovým převodem je poháněno ozubené kolečko, které je spojeno perem s hřídelí kliky malt. mech. Tato klika spoluzabírá se čtyřpolohovým maltézským křížem. Mezi hřídelí maltézského kříže a hřídelí unášecích desek je realizován vložený převod pomocí ozubených kol. Otočí-li se tedy klika o jednu otáčku, otočí se malt. kříž o 1/4 otáčky a přes ozubený převod dojde k otočení upínacích desek o 1/12 otáčky.

2. 2. 2. Rozbor úseku obrábění a barvení z hlediska časové návaznosti

Jak bylo již popsáno, první operace je upí-
chování. Tato operace je 1,4 x rychlejší než operace nava-
zující, proto se trubky ukládají do ocelových palet. Tyto
palety se pak převážejí k jednoúčelovému odhrotovacímu
stroji. Zde se trubky vyjímají a vkládají do zásobníku stro-
je. Tento stroj pracuje v taktu 6,2 s. Z tohoto stroje se
trubky přemísťují po dopravnících do brousícího stroje,
který pracuje také v taktu 6,2 s. Z brousícího stroje při-
cházejí trubky do zásobníku barvicího stroje. Jelikož bar-
vicí stroj pracuje v taktu 9,4 s je třeba vždy po naplnění
jeho zásobníku brousící a odhrotovací stroj na určitou do-
bu zastavit. Barvení a sušení trubkových těles cívek COPS
je tedy nejpomalejší operace celého úseku.

2. 3. Požadavky podniku

Jelikož by se zastavením barvicího stroje zas-
tavila celá linka na výrobu cívek COPS, není pro závod vý-
hodné provádět modernizaci stroje formou generální opravy
stávajícího typu. Základním požadavkem podniku je tedy vy-
tvoření nového JÚS na barvení těles cívek COPS. Tento stroj
by měl vyhovovat následujícím parametrům:

- 1/ po průchodu strojem by měla být barva nanesená na trub-
kách dokonale vytvrzena tak, aby obsluha nemusela rovnat
trubky do sušáku.
- 2/ pracovní cyklus barvicího stroje by měl odpovídat cyklu
předešlé operace /6,2 s/, aby tím byly vytvořeny před-
poklady k zvýšení produkce celé linky.

- 3/ základní princip nanášení barvy by měl zůstat zachován, aby bylo zaručeno nanesení barvy v požadované kvalitě.
- 4/ konstrukce musí umožňovat nastavení barvicího stroje na výrobu dvou typů cívek - obchodní délky 380 a 420.
- 5/ na novém zařízení by nemělo dojít ke zvýšení energetické náročnosti oproti stávajícímu stavu a také by se mělo dbát na rentabilitu.
- 6/ v nové konstrukci by se neměly pokud možno objevit nedostatky, zjištěné při provozování starého stroje.

2.4. Rozbor úkolů

V odstavci 2. 3. byly formulovány základní parametry, které by měl splňovat nový JÚS. Bodů 1 a 2 spolu v podstatě úzce souvisí. U stávajícího stroje by bylo možné změnou mechanických převodů zvýšit takt na požadovaných 6,2 s. To by však při zachování nutnosti dosoušení trubek vedlo k neúměrnému zvýšení nároků na obsluhu. Tím by klesl čas věnovaný kontrole a zákonitě by se zvýšilo procento reklamací. Bod č. 3 vyjadřuje, že musí být zaručeno nanesení barvy pouze ve vrstvě o síle několika μ m. Při silnějších vrstvách barvy nedojde v žádném případě ke kvalitnímu vytvrzení. K bodu č. 4 je nutno dodat, že frekvence obměny vyráběné délky je cca 1 x za 3 roky. Z podrobného rozboru současného stavu v souladu s bodem č. 6 pak vyplynuly ještě další skutečnosti, ke kterým je třeba v nové konstrukci přihlídnout.

a/ barevník

Nanášecí váleček je uložen ve dvou bočnicích pevně spojených s vanou. Vana je uložena ve vedení, které je jednak znečištěno starou vytvrzenou barvou a také nezajišťuje dostatečně přesné navedení nanášecího válečku k barvené trubce. Aby přeci jen došlo ke kvalitnímu styku válečku a trubky, jsou na přitlačení použity svazky pružin, což je provizorní řešení znesnadňující obsluhu barevníku. Vždy na konci směny je totiž třeba tuto soustavu pružin uvolňovat, aby mohlo dojít k vyjití barvy z vany a jejímu vymytí. Také válečky a upínací kuželíky se na konci směny myjí od barvy. Před polední pauzou se vyjme a očistí pouze nanášecí váleček. V důsledku nepřesného navedení dochází i k rychlejšímu opotřebování ozubeného kola na hřídeli unášecího válečku.

Závěr: - upravit vedení barevníku

- dbát na možnost snadné montáže a demontáže válečků a vany
- nezvyšovat neúměrně počet upínacích kuželíků

b/ převody

Na hřídeli kliky maltézského mechanismu dochází občas k poruše pera, které spojuje ozubené kolečko náhonu s touto hřídelí. Klika je na hřídeli upevněna pomocí svěrného spoje. Vždy při výměně tohoto pera je nutné demonstrovat kliku a tudíž pak při montáži vždy přesně nastavit přesnou polohu celého upínacího mechanismu, tak aby osa barvené trubky byla vždy v ose nanášecího válečku a podobně.

- Závěr: - lépe dimenzovat pero
- silový styk upínače kliky nahradit tvarovým, kde bude vždy při každé demontáži a montáži vymezena přesná poloha

c/ topná tělesa

Nezajišťují dostatečné ohřátí trubky v daném čase na teplotu potřebnou k dokonalému vytvrzení barvy. Montáž topných tyčí do topných těles je časově náročná - 8 Nh.

- Závěr: - zajistit dokonalé vytvrzení barvy již při průchodu strojem
- snížit pracnost instalace topných tyčí

Je zřejmé, že k uvedeným závěrům je třeba přihlížet pouze v případě, že nový stroj nebude zcela jiné koncepce a pod.

3. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

3. 1. Teoretické základy

V této kapitole jsou uvedeny pouze základy dále využívané při řešení diplomové práce, podrobnější výklad problematiky je uveden v /7/.

Mezi dvěma tělesy, která mají různé teploty, dochází vždy k výměně vnitřních energií. Takový děj označujeme jako sdílení tepla. Sdílení tepla probíhá podle okolností třemi základními způsoby: vedením, konvekcí a zářením.

K předání tepla Q je zpravidla potřebná určitá plocha S [m^2], na které dochází k výměně tepla /povrch trubky a pod./. Jestliže elementární částí této tzv. teploměrné plochy dS přechází teplo dQ , označujeme veličinu q jako tepelný průtok.

$$q [\text{Jm}^{-2}] = \frac{dQ}{dS} \quad \text{resp. } q = \frac{Q}{S} \quad (1)$$

Předané teplo narůstá s dobou, po kterou příslušný děj trvá. Pak můžeme pro teplo předané jednotkou plochy za jednotku času psát

$$\dot{q} = \frac{dq}{dt} \quad [\text{Wm}^{-2}] \quad (2)$$

Je to tepelný výkon připadající na plošnou jednotku, který se nazývá tepelný tok. Pokud je tepelný tok $\dot{q}$ stálý na celé uvažované ploše a není časově proměnlivý, tedy $\dot{q} = \text{konst.}$ vyjde z posledního vztahu

$$Q = \dot{q} \cdot S \cdot t \quad [\text{J}]$$

Jelikož materiál ohříváných trubek zůstane i na novém stroji stejný, nemá sdílení tepla vedením pro řešení d. p. význam. Dále se tedy zmíníme pouze o sdílení tepla konvekci a radiací.

3. 1. 1. Sdílení tepla konvekcí

Jestliže molekuly zprostředkují předání vnitřní energie do jiných míst nejen prostřednictvím vnitřních sil a srážkami se sousedními částicemi, ale také tak, že se samy volně přemísť, mluvíme o sdílení tepla prouděním, čili konvekcí. Dále budeme uvažovat pouze sdílení tepla konvekcí mezi tekutinou a stěnou pevného tělesa. Ve větší vzdálenosti od stěny je teplota tekutiny T_1 konstantní, v blízkosti stěny dojde k rychlé změně teploty až na teplotu povrchu stěny. Pro sdělené teplo pak platí Newtonův vztah:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (T_1 - T_2) \cdot t \quad [J] \quad (3)$$

$\alpha [Wm^{-1}K^{-1}]$	 součinitel přestupu tepla
$S [m^2]$	 plocha
$T_1 [K]$	 teplota tekutiny
$T_2 [K]$	 teplota stěny
$t [s]$	 čas

Hodnota α je fci. celé řady veličin např. hustoty, viskosity, teploty, rychlosti proudění atd. Pro hrubý odhad platí za běžných okolností pro vzduch $\alpha \approx 6 + 60 Wm^{-2}K^{-1}$. Velké hodnoty α platí pro velké rychlosti proudění podél povrchu a velké tlaky.

3. 1. 2. Sdílení tepla zářením /sáláním/

Předání vnitřní energie zprostředkuje tepelné záření, které nepotřebuje pro přenos žádné hmotné prostředí. Vyzářená energie, která dopadne na povrch tělesa přispěje k rozkmitání jeho molekul a tedy i k zvýšení kinetické energie. Můžeme pak říci, že tělesu bylo dodáno zářením teplo. Dopadne-li zářivá energie Q na povrch tělesa, bude její část Q_A tělesem pohlcena a využita např. pro jeho ohřátí. Na povrchu tělesa dojde k odražení /reflexy/ části Q_R dopadající energie a další část Q_D bude tělesem propuštěna. Platí: $Q_A + Q_R + Q_D = Q \Rightarrow A + R + D = 1$

$$\frac{Q_A}{Q} = A \quad \dots \text{poměrná pohltivost}$$

$$\frac{Q_R}{Q} = R \quad \dots \text{poměrná odraznost}$$

$$\frac{Q_D}{Q} = D \quad \dots \text{poměrná průteplivost}$$

Informativní hodnoty A : pro nátěry $A = 0,9$

pro hliník $A = 0,25$

leštěné povrchy $A = 0,001$

dokonale černé těleso $A = 1$

Čím více se bude šedé těleso / $A \neq 1$ / blížit tělesu dokonale černému, tím bude jeho poměrná pohltivost větší a těleso bude při dané teplotě vysílat větší energii Q . Mezi dvěma rovnoběžnými stěnami lze odvodit vztah pro výměnu zářivé energie.

$$\dot{q} = C_{12} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (4)$$

$$C_{12} = \frac{c_0}{\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} - 1} \quad (5)$$

$c_0 = 5.6687$ konstanta dle /7/

T_1 [K] teplota tělesa vyzařujícího energii

T_2 [K] teplota tělesa ohřívaného

3. 1. 3. Grafické znázornění sdílení tepla konvekci a sáláním

Pro lepší ilustraci vlivu obou složek sdílení tepla na velikost výsledného předaného tepla, si znázorníme závislost tepelného toku $\dot{q}$ na teplotě T_1 .

a/ sdílení tepla konvekci

Ze vztahů (1), (2), (3) vyjádříme tepelný tok

$$\dot{q} = \alpha \cdot (T_1 - T_2) \quad [\text{Wm}^{-2}]$$

Jelikož jde pouze o informativní graf volíme např.:

$$\alpha = 6 \div 24 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}, \quad T_1 = 375,15 \div 1123,15 \text{ K},$$

$$T_2 = 293,15 \text{ K}.$$

Program pro počítač PMD 80 a výsledné hodnoty $\dot{q}$ jsou uvedeny v příloze č. 1.

b/ sdílení tepla zářením /sáláním/

Zde použijeme již odvozených vztahů (4) a (5).

Poměrná pohltivost A se pohybuje v mezích $0,04 \div 0,97$.

Dosadíme-li tyto hodnoty a hodnotu c_0 do vztahu (5),

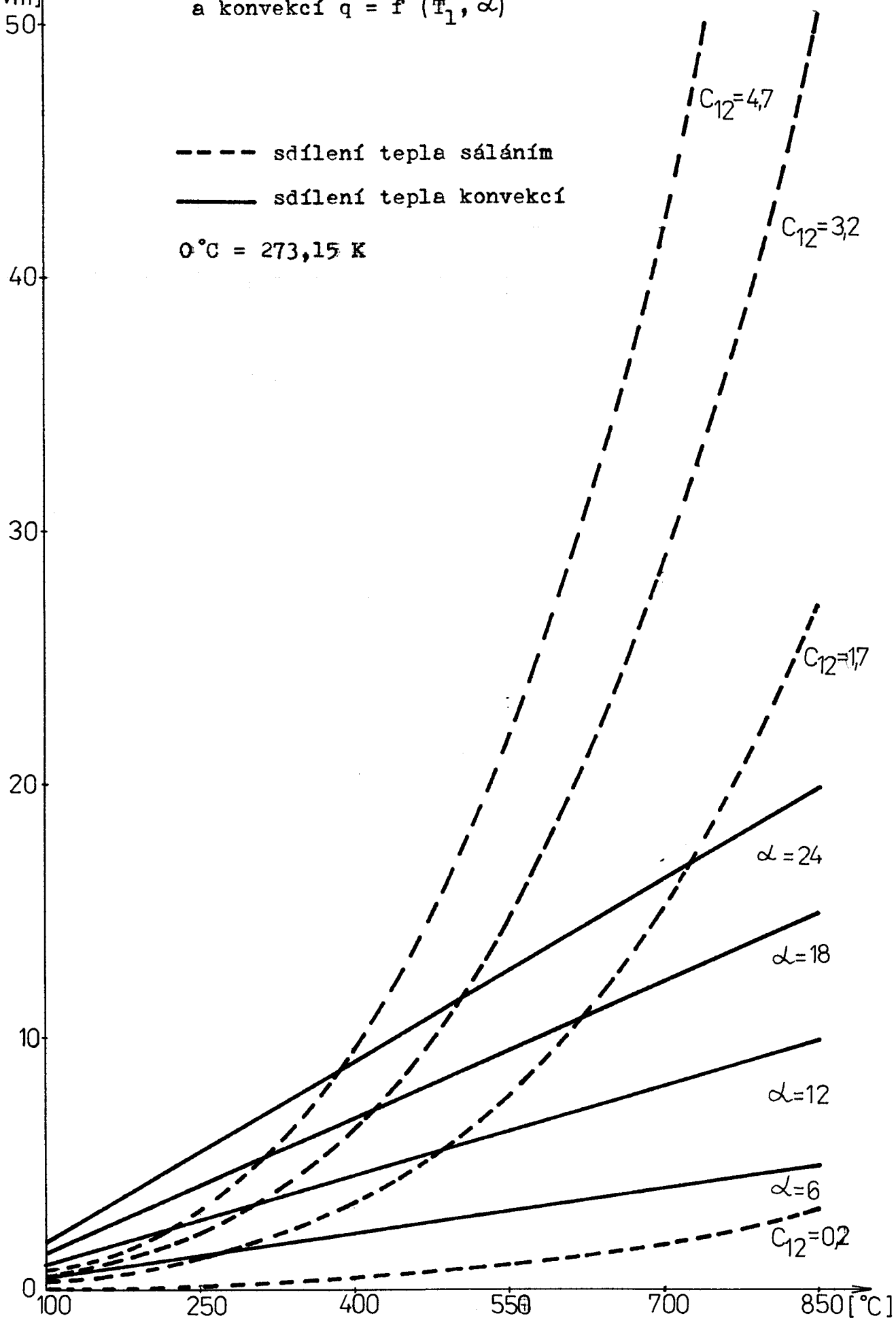
$\dot{q}$
[kWm⁻²]

obr. 4 Graf sdílení tepla sáláním $\dot{q} = f(T_1, C_{12})$

a konvekcí $\dot{q} = f(T_1, \alpha)$

--- sdílení tepla sáláním
— sdílení tepla konvekcí

0°C = 273,15 K



získáme rozmezí pro $C_{12} = 0,11 \div 5,33$. Pro naše účely volíme: $C_{12} = 0,2 \div 4,7$, $T_1 = 373,15 \div 1123,15$ K, $T_2 = 293,15$ K
Program pro počítač PMD 80 a výsledné hodnoty $\dot{q}$ jsou uvedeny v příloze č. 2.

c/ závěr

Z grafu /viz. obr. 4/ jsou patrné tyto skutečnosti:

- tepelný tok při sdílení tepla konvekcí roste se zvyšujícími se hodnotami α a T_1 lineárně
- tepelný tok při sdílení tepla konvekcí roste se zvyšujícími se hodnotami C_{12} a T_1 exponenciálně.
- chceme-li tedy zvýšit celkový tepelný tok, musíme učinit taková opatření, abychom zvýšili hodnoty α , C_{12} a T_1

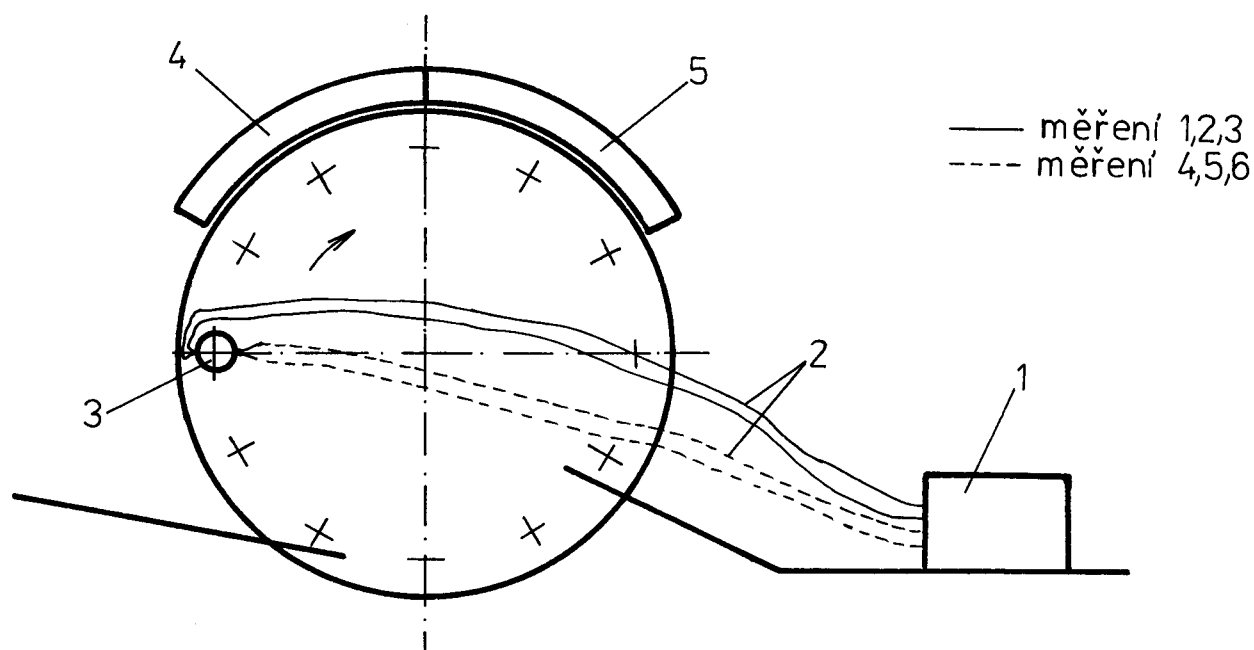
3. 2. Měření teplot na stávajícím zařízení

Úkolem tohoto měření bylo zjistit teplotu, na jakou se trubka ohřeje průchodem pod zářiči při provozních podmínkách v závodě Elitex.

Použité přístroje a zařízení:

- 1/ přístroj THERM 5200
- 2/ termočlánek Fe - Ko + vodiče
- 3/ trubka
- 4.5/ zářiče
kondenzátorová svářečka
ostatní části JÚS

obr. 5 Schema uspořádání měření



Popis měření:

Na vnější povrch trubky COPS byl pomocí kondenzátorové svářečky připojen elektrickým výbojem termočlánek Fe - Ko. U barvícího stroje byl sejmutím hnacího řetězu zastaven rotační pohyb kuželíku vůči unášecím deskám. To bylo nutné proto, aby nedošlo k překroucení vodičů /pos. 2/, připojených k trubce /pos. 3/. Po dokonalém zahřátí zářiče /pos. 4/ a celého prostoru stroje na provozní teplotu, byla mezi unášecími kuželíky upnuta trubka s připojeným termočlánkem. Po spuštění stroje byl sledován přístrojem THERM 5200 nárůst teploty povrchu trubky při jejím pohybu pod zářičem. Druhý zářič /pos. 5/ byl v době měření z technických důvodů mimo provoz. Příprava přístroje k měření je popsána v kap. 3. 3. Aby bylo možné odhadnout nárůst teploty u trubky, která se jinak v provozních podmínkách otáčí, byly provedeny 2 druhy měření. Při měřeních 1 ÷ 3 byl termočlánek umís-

tněn na straně trubky přivrácené k zářičům a při měřeních 4 ÷ 6 byl umístěn na odvrácené straně /viz. obr. 5/.

Naměřené hodnoty

tab.1

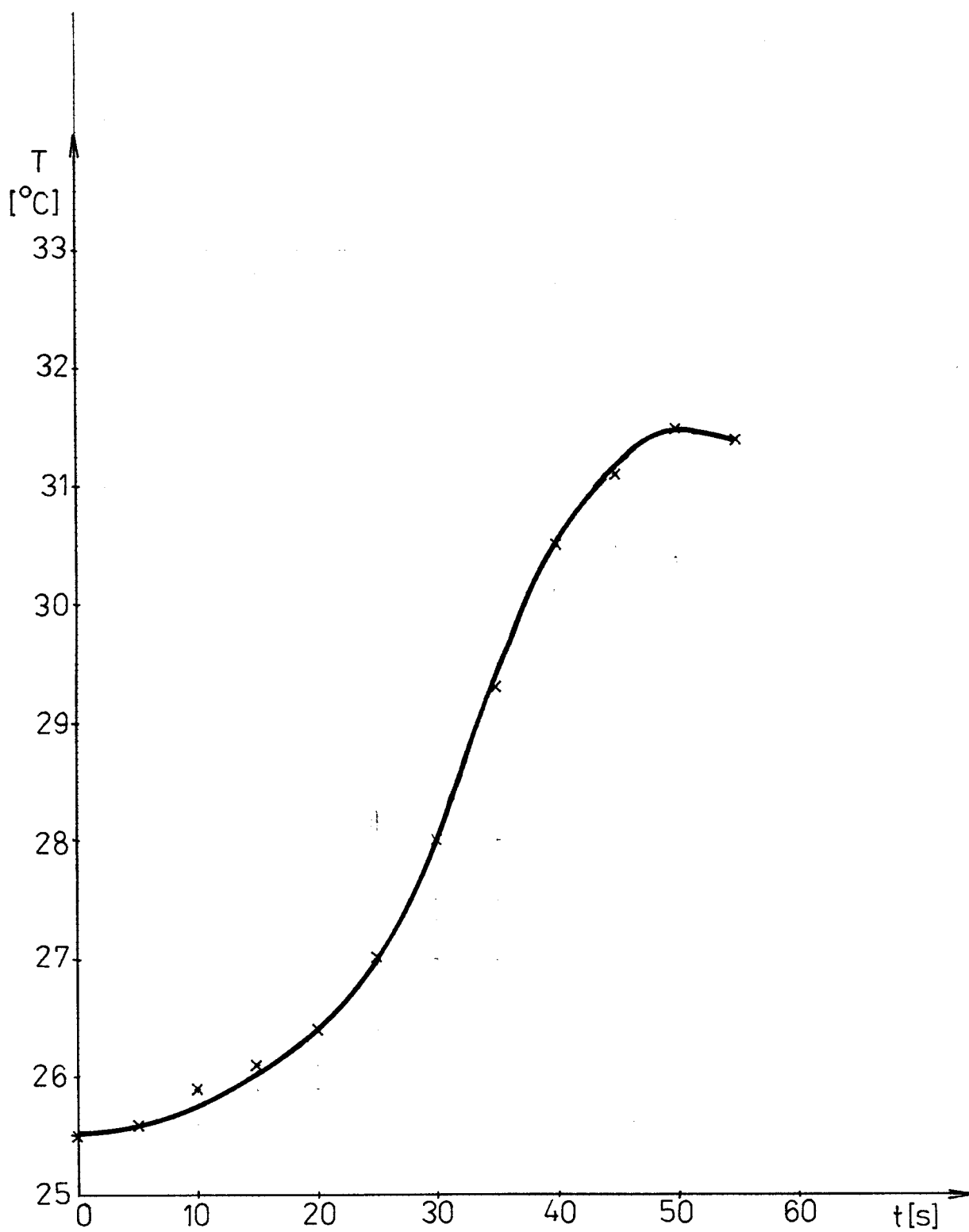
Č. měř.	ČAS [s]												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
Teplota [°C]	1	25,7	25,9	26,2	26,5	26,7	27,6	29,6	31,4	32,4	32,8	32,9	32,8
	2	25,4	25,6	25,8	26,1	26,5	27,1	28,5	30,3	31,9	32,5	32,7	32,6
	3	25,2	25,4	25,5	25,7	26,1	26,7	27,4	29,0	31,1	32,2	32,4	32,2
	4	25,7	25,8	26,1	26,4	26,6	27,2	27,9	28,6	29,5	30,3	30,6	30,5
	5	25,4	25,5	25,6	25,8	26,2	26,7	27,2	27,9	28,7	29,6	30,1	30,1
	6	25,5	25,6	25,9	26,1	26,5	26,9	27,5	28,3	29,1	30,0	30,4	30,3
	Ø	25,5	25,6	25,9	26,1	26,4	27,0	28,0	29,3	30,5	31,2	31,5	31,4

Vyhodnocení:

Pro naši potřebu lze s dostatečnou přesností stanovit absolutní teploty otáčející se trubky, jako aritmetický průměr měření 1 ÷ 6. Z těchto průměrných hodnot byl sestrojen graf $T = f(t)$ viz. obr. 6. Z grafu jsou patrné tyto skutečnosti:

- mírný nárůst teploty v počáteční fázi způsobený ohřevem trubky při její montáži na měřicí místo
- prudký nárůst teploty při pohybu trubky pod zářičem

obr. 6 Závislost $T = (f)t$ pro ohřev trubek na stávajícím zařízení



- mírnější doběh teploty na max. hodnotu - trubka je stále pod zářičem, ale v poloze kdy ji již částečně chladí okolní vzduch

Lze tedy říci, že jeden zářič ohřeje povrch trubky za dobu cca 30 s o $5 \div 6^\circ\text{C}$.

Trubka však zůstává ve stroji ještě 30 s /pohyb pod zářičem, který byl v době měření mimo provoz/. Při těchto podmínkách je barva suchá nelepivá, ale není dokonale vytvrzená. Musí se ještě cca 10 min. dosoušet na vzduchu.

Vstupují-li do barvícího stroje trubky o teplotě 25°C , ohřejí je oba zářiče za cca 60 s na teplotu $35 \div 37^\circ\text{C}$.

To je stav, jakého je možno dosáhnout na současném zařízení. Barva je suchá nelepivá, stačí se vytvrdit na vzduchu během $3 \div 5$ min. Nyní si můžeme vyjádřit účinnost

$$\eta = \frac{Q_p}{Q_v} \quad (6)$$

$$Q_p = m_h \cdot c \cdot (T_1 - T_2) \quad [\text{kJ}] \quad \dots \text{teplo potřebné k ohřátí (7)} \\ \text{hodinové produkce trubek}$$

$$Q_v = P \cdot t_h \quad [\text{kJ}] \quad \dots \text{teplo vydané dvěma zářiči} \quad (8)$$

m_h [kg] hmotnost hodinové produkce trubek

$c = 0,482 \text{ kJ kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ měrné teplo

$T_2 = 25^\circ\text{C}$ teplota trubky vstupující do stroje

$T_1 = 37^\circ\text{C}$ teplota ohřáté trubky

$P = 6 \text{ kW}$ příkon obou zářičů

$t_h = 3600 \text{ s}$ čas

Výpočet:

Hmotnost jedné trubky: $m_1 = 0,563 \text{ kg}$ /viz.kap. 5.2.2.2./

Hodinová produkce: $p_h = \frac{t_h}{t_s}$

$$p_h = \frac{3600}{9,4} = 382 \text{ ks}$$

Hmotnost hodinové produkce: $m_h = p_h \cdot m_1$

$$m_h = 382 \cdot 0,563 = 215 \text{ kg}$$

z (7) vypočteme $Q_p = 215 \cdot 0,482 \cdot (37 - 25) = 1243,56 \text{ kJ}$

z (8) vypočteme $Q_v = 6 \cdot 3600 = 21600 \text{ kJ}$

z (6) vypočteme $\eta = \frac{1243,56}{21600} = 0,06$

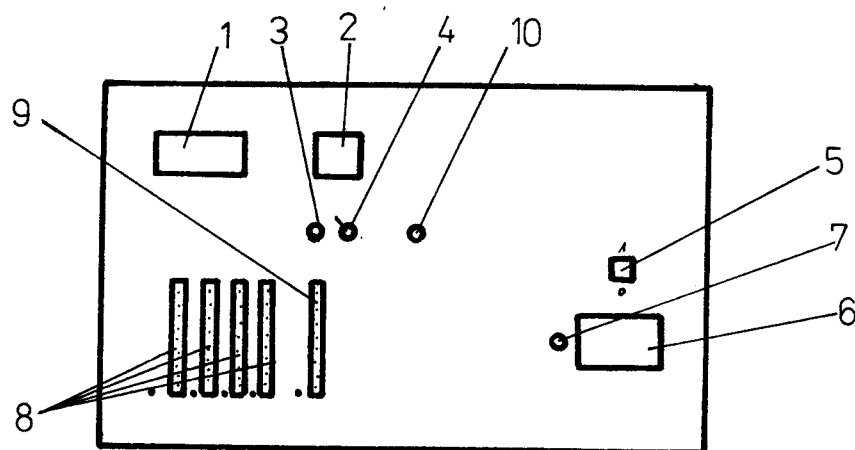
Účinnost ohřevu na stávajícím zařízení je tedy 6 %.

3. 3. Popis přístroje THERM 5200

Přístroj THERM 5200 je univerzální měřicí přístroj k měření teplot. Umožňuje sledování teplot až čtyřiceti měřících míst při použití termočlánku Fe - Ko a deseti měřících míst při použití elektrického signálu v mV. Pomocí voliče č. 3 lze nastavit výpis teplot libovolného měřícího místa na tiskárně, nebo lze páčkou č. 4 zapnout automatický režim. Pak se naměřené hodnoty teplot na jednotlivých měřících místech vypisují postupně v cyklu. Okamžitá hodnota teploty na zvoleném měřícím místě je digitálně zobrazována na display ve °C s přesností na desetiny °C. U přístroje není nutné provádět kalibrování, protože teplo-
měr má automatickou korekturu studeného spoje.

obr. 7 Schema čelní desky přístroje

Jsou zde zobrazeny pouze ovladače použité při všech měřeních v d. p.



- | | |
|---|--|
| 1/ display - ukazuje okamžitou teplotu ve °C | 6/ tiskárna |
| 2/ display - ukazuje číslo zvoleného měřicího místa | 7/ ovládání tiskárny |
| 3/ volič měřicího místa | 8/ posice pro připojení Fe - Ko |
| 4/ přepínač - ručně - auto | 9/ posice pro mV |
| 5/ hlavní vypínač | 10/ nastavování intervalu výtisku teplot |

K vlastnímu měření je třeba přístroj připravit dle následujících bodů:

- na měřený objekt nejdříve pomocí kondenzátorové svářečky t.j. elektrickým výbojem přivaříme termočlánek Fe - Ko. Tento termočlánek je vodiči přes svorkovnici spojen s přístrojem.
- přístroj zapojíme do sítě a zapneme hlavní vypínač č. 5

- na přístroji nastavíme:
 - voličem č. 10 interval výpisu teplot na tiskárně /5s/
 - voličem č. 3 místo, na kterém je připojen termočlánek /toto číslo se objeví na display č. 2/
 - páčkou č. 3 přepneme na - RUČNĚ
- měřený objekt vložíme na měřicí místo
- spínačem č. 7 spustíme tiskárnu /na display č. 1 sledujeme okamžitou hodnotu teploty a tiskárna nám vypisuje údaje v pětisekundových intervalech/

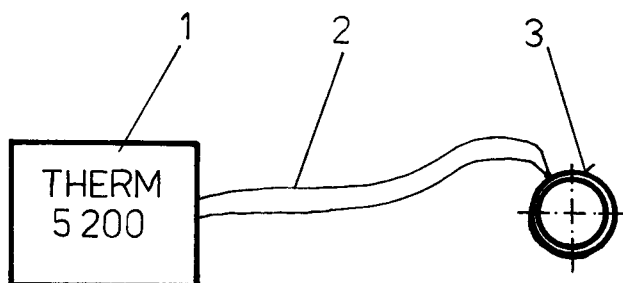
Další technické údaje teploměru THERM 5200:

- přesnost měření ... 0,1 % z měřicího rozsahu
- maximální chyba ... $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ /rozsah $0 \div 40^{\circ}\text{C}$ / kompenzace

3. 4. Zkoušky vlastností barvy S 2008

Účelem této zkoušky bylo určení doby sušení barvy v závislosti na teplotě.

obr. 8 Schema zapojení měření



Použité přístroje a zařízení:

- 1/ přístroj THERM 5200
- 2/ termočlánek Fe - Ko + vodiče
- 3/ trubka
barva S 2008
kalící pec
kondenzátorová svářečka

Popis měření:

V rámci této zkoušky byla provedena dvě různá měření.

- a/ měření doby reakce /vytvrzení/ barvy v závislosti na teplotě
- b/ maximální možná teplota trubky, kdy ještě nedochází k zhoršení kvality barvy

Při všech měřeních byl na vzorek /část trubky/ připojen termočlánek Fe - Ko. Způsob propojení termočlánu s přístrojem a příprava přístroje THERM 5200 k měření je uveden v odst. 3. 3. U těchto měření nebyla používána tiskárna. K ohřevu vzorků byla použita kalící pec dílen KEZ VŠST Liberec. Barva S 2008 byla promíchána s tužidlem v poměrech uvedených v odstavci 2. 2. 1. 1.

a) na povrch trubky s připojeným termočlánkem byla štětcem nanесena slabá vrstva barvy. Ihned po nanесení barvy byla trubka vložena do kalící pece. Za současného sledování teploty trubky a času, byla kontrolována jakost vytvrzené barvy. Bylo dosaženo těchto výsledků:

tabulky 2, 3, 4, 5, 6, 7

tab. č. 2

Čas [s]	40	55
Teplota [°C]	42	46
Jakost	N	V

tab. č. 5

Čas [s]	59	70
Teplota [°C]	37	40
Jakost	N	V

tab. č. 3

Čas [s]	50	60
Teplota [°C]	41	44
Jakost	N	V

tab. č. 6

Čas [s]	40	50
Teplota [°C]	43	49
Jakost	N	V

tab. č. 4

Čas [s]	25	47
Teplota [°C]	50	52
Jakost	N	V

tab. č. 7

Čas [s]	65	75
Teplota [°C]	37	37
Jakost	N	V

N - barva nebyla vytvrzena V - barva byla vytvrzena

Rozdíly v dobách náběhů na určitou teplotu jsou dány:

- rozdílnou teplotou uvnitř pece při jednotlivých měřeních
- při kontrole jakosti vytvrzení barvy bylo nutné trubku z pece vyjmout, tím klesla poněkud její teplota
- v některých případech byla trubka střídavě ohřívána v peci a ochlazována na vzduchu ve snaze udržet konstantní teplotu /viz. tab. č. 4, 7/

Naměřené hodnoty nelze považovat za optimální, nutné k dokonalému vytvrzení barvy. To je dáno tím, že nebylo možné objektivně /měřícím přístrojem/ průběžně sledovat jakost barvy. Naměřené hodnoty jsou tedy hodnotami, při kterých byla poprvé po vytažení z pece konstatována vyhovující jakost vytvrzení barvy. V praxi lze tedy předpokládat, že doby sušení budou nepatrně nižší. Jednak vlivem výše uvedených důvodů a také tím, že barva nebyla nanášena válečky. Při nanášení štětcem je vrstva barvy silnější, tudíž déle schne. Z naměřených hodnot tedy vyplývá:

- naměřená hodnota na starém zařízení tj. 37 °C za 60 s není příliš vzdálena hodnotám nutným k dokonalému vytvrzení
- k dokonalému vytvrzení je tedy třeba navrhnout takové zařízení, které by dokázalo ohřát trubku ve srovnatelném čase na srovnatelnou teplotu s hodnotami uvedenými v tab. 2 ÷ 7

ad b/ vzorek byl k měření připravován stejným způsobem jako při měření a/. Po vložení do pece byla sledována změna jakosti barvy při vyšších teplotách.

Výsledek měření:

Při dosažení hranice povolené výrobcem tj. 140 °C nedošlo na barvě k viditelným změnám. Při teplotě 160 °C začínaly silnější vrstvy barvy tmavnout.

Závěr:

Nepřesáhne-li teplota trubky např. při poruše stroje hodnotu 140 °C nedojde ke změně kvality barvy.

3. 5. Komplexní vyhodnocení naměřených hodnot uvedených v odst. 3.2. a 3.4.

U současného typu ohřevu trubek dochází k dvěma typům sdílení tepla. Je to sdílení tepla konvekcí a sáláním. Největší podíl na ohřevu trubek má první typ.

a/ sdílení tepla konvekcí

Nejdříve dochází k výměně tepla mezi zářiči /topné tyče/ a okolním vzduchem. Tento ohřátý vzduch pak předává teplo trubkám. Teplota vzduchu je teplotou T_1 ve vztahu (3). Jelikož zářiče ohřívají celý prostor stroje dochází tím ke snižování teploty T_1 . Tím, že se vzduch příliš nepohybuje dosahuje také souč. α malých hodnot. Ze vztahu (3) je patrné, že čím nižší je T_1 a α tím nižší je množství předaného tepla.

b/ sdílení tepla zářením

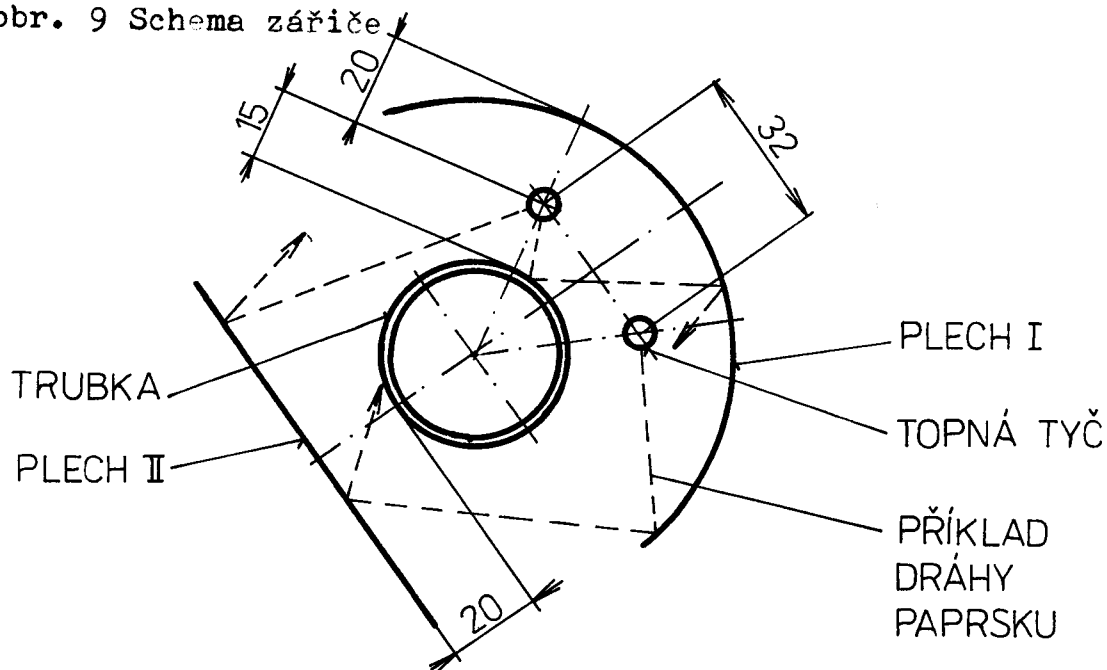
Topná tělesa vyzařují tepelnou energii, jež je částečně absorbována na povrchu trubky a částečně odrážena zpět. Jelikož povrch plechu za topným tělesem je tmavý, pohlcuje skoro veškeré záření na něj dopadající, tudíž zářivá složka sdílení tepla je využívána jen částečně. Jaký vliv má potlačení zářivé složky na celkové množství předaného tepla, je patrné z grafu /viz. obr. 4/.

Z poznatků teorie, naměřených hodnot v předešlých kapitolách a skutečností popsaných v této kapitole lze předpokládat, že k dokonalému usušení trubek postačí zvýšit účinnost ohřevu. Aby byla tato teze potvrzena, bylo provedeno měření popsané v kap. 3. 6.

3. 6. Měření na funkčním vzorku infrazářiče

Pro účely tohoto měření byl vyroben funkční vzorek /viz. foto příloha č. 3/

obr. 9 Schema zářiče



Popis funkčního vzorku:

Z odstavce 3. 5. vyplývá, že pro zvýšení účinnosti je nutné podpořit zejména zářivou složku sdílení tepla a zmenšením ohřívaného prostoru zvětšit i složku sdílení tepla konvekcí. Proto byl použit odrazný plech I /za topnou tyčí/, který směřuje tepelné záření tak, aby ohřívalo pokud možno pouze trubku. Další přídatný odrazný plech II /za trubkou/ odráží zpět záření, které prošlo mimo trubku a zmenšuje pracovní prostor. Oba plechy jsou leštěné, to znamená, že odrážejí většinu dopadající energie zpět do pracovního prostoru. Jako topného tělesa bylo použito tyče typu 5704 v provedení 024 - 500W/220 V. Tyto tyče vyrábí s. p. Elektropraga Hlinsko. Tohoto typu tyče bylo použito proto, že vyhovoval svojí délkou a svým malým příkonem. Tyč byla před instalací

do infrazářiče ohnuta do tvaru U. Měřená trubka byla upnuta v jednoduchém přípravku, který umožňoval její natáčení kolem své osy. Celá konstrukce vzorku spočívala na dřevěné základové desce, chráněné tenkou hliníkovou fólií. Přívod el. energie k topné tyči byl zajištěn flexošňůrou.

Popis měření:

- Také u tohoto měření bylo použito termočlánek Fe - Ko spojeného s přístrojem THERM 5200. Přístroj byl připraven k měření dle odstavce 3. 3. Byla provedena čtyři různá měření a ÷ d.
- U měření c byl použit odrazný plech II. U ostatních měření buď nebyl použit /měření b/, nebo jeho použití nemá na výsledek měření vliv /měření a, d/.
- a/ při tomto měření byl zjišťován nárůst teploty povrchu trubky bez otáčení, kdy termočlánek byl na přivrácené straně k zářičům. Teplota ohřáté trubky nebyla tedy na celé vnější ploše stejná. Naměřené hodnoty jsou zpracovány v tab. č. 8.
- b/ abychom zjistili nárůst teploty při ohřevu celého povrchu trubky, byla trubka při měření ručně natáčena. Vždy 5 s byl termočlánek přivrácen k zářiči a 5 s odvrácen. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 9.
- c/ také při tomto měření byla trubka natáčena obdobně jako při měření b. Zde byl hlavně sledován vliv přídavného plechu II na výslednou teplotu trubky. Naměřené hodnoty viz tab. č. 10.
- d/ u tohoto měření byla ohřátá trubka vyjmuta ze vzorku a byl sledován pokles její teploty při chlazení okolním vzduchem 24 °C teplým. Naměřené hodnoty viz. tab. č. 11.

tab. č. 8

	č. měř.	ČAS [s]					
		0	5	10	15	20	25
Teplota [°C]	1	24,1	31,2	38,1	45,2	52,5	59,1
	2	24,2	31,2	38,3	45,4	52,4	59,1
	3	24,0	31,1	38,5	45,3	52,2	59,3
	4	24,1	31,2	38,3	45,3	52,4	59,2

tab. č. 11

	ČAS [s]								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
T [°C]	55,0	49,7	49,3	49,0	48,8	48,4	48,1	47,8	47,4

tab. č. 9

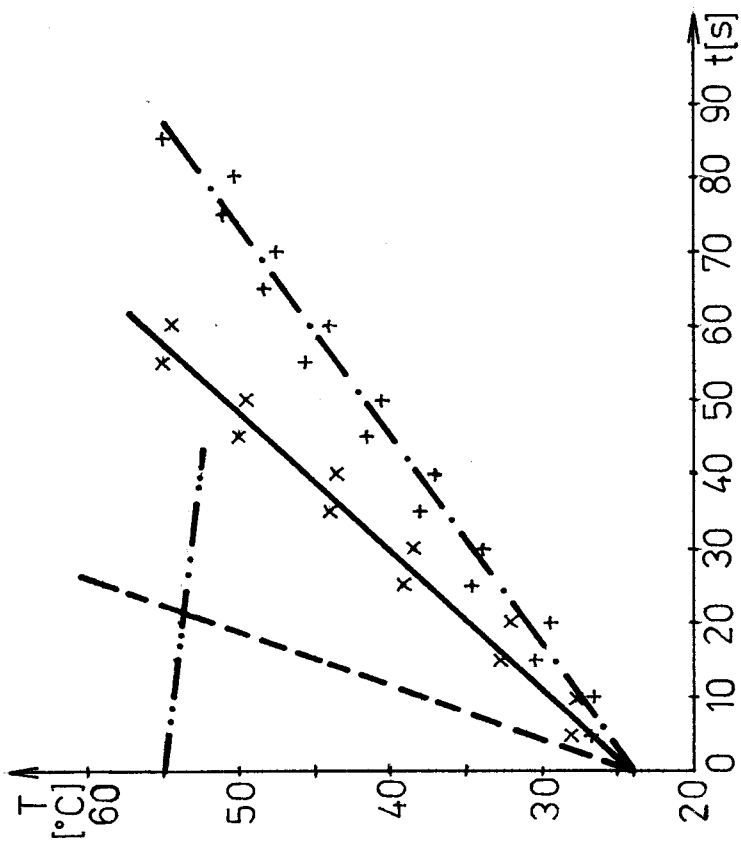
		ČAS [s]																	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Teplota [°C]	č.mer.																		
	1	24,1	27,1	26,5	30,5	30,0	34,5	33,9	38,0	37,2	41,4	40,6	45,1	44,1	48,2	47,5	51,5	50,8	55,1
	2	24,1	27,3	26,6	30,5	29,0	35,0	33,4	38,1	37,5	41,6	40,2	45,0	44,0	48,5	47,7	51,0	50,0	55,2
	3	23,9	26,9	26,6	30,4	29,9	34,6	33,7	38,1	37,0	41,3	40,5	45,7	44,1	48,3	47,5	51,3	50,3	54,9
4	24,0	27,1	26,6	30,5	29,6	34,7	33,7	38,1	37,2	41,4	40,4	45,3	44,0	48,3	47,6	51,3	50,4	55,0	

tab. č. 10

ČAS [s]														
0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
124,2	28,4	28,1	33,0	32,4	39,1	38,5	44,3	43,8	50,1	49,6	54,9	54,2		
224,1	28,3	28,0	33,1	32,5	39,3	38,6	44,2	43,8	50,2	49,8	55,0	54,5		
324,0	28,0	27,5	32,3	31,8	38,5	38,8	44,1	43,8	50,1	49,6	55,1	54,4		
424,1	28,2	27,9	32,8	32,2	39,3	38,6	44,2	43,8	50,1	49,7	55,0	54,4		

obr.10 GRAF MĚŘENÍ NA INFRAŽAŘÍČÍ $T=f(t)$ MĚŘENÍ

a/
 b/
 c/
 d/



Závěr:

Pro měření c/ a b/ si vyjádříme účinnost ohřevu jedné trubky jedním zářičem. Pro výpočet použijeme vztahů (6),(7),(8) a další potřebné hodnoty z odst. 3. 2.

1/ měření c

Z tabulky 10 odečteme:

$$t = 50 \text{ s}, T_1 = 49,7^\circ\text{C}, T_2 = 24,1^\circ\text{C}$$

$$Q_p = m_1 \cdot c \cdot (T_1 - T_2)$$

$$Q_p = 0,563 \cdot 0,482 \cdot (49,7 - 24,1) = 6,95 \text{ kJ}$$

$$Q_v = P \cdot t$$

$$Q_v = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ kJ}$$

$$\eta_c = \frac{Q_p}{Q_v}$$

$$\eta_c = \frac{6,95}{25} = 0,278 \Rightarrow \eta_c \doteq 28 \%$$

2/ měření b

Z tabulky 9 odečteme:

$$t = 50 \text{ s}, T_1 = 40,4^\circ\text{C}, T_2 = 24,0^\circ\text{C}$$

$$Q_p = 0,563 \cdot 0,482 \cdot (40,4 - 24,0)$$

$$Q_p = 4,45 \text{ kJ}$$

$$Q_v = 0,5 \cdot 50 = 25 \text{ kJ}$$

$$\eta_b = \frac{4,45}{25} = 0,178 \Rightarrow \eta_b \doteq 18 \%$$

Z vypočtených hodnot účinností a z grafu obr. 10 je zřejmé, že s použitím přídatného plechu výrazně stoupá účinnost ohřevu.

3/ měření d

Při ochlazování trubky na volném vzduchu o teplotě 24°C dochází k poklesu teploty o $0,3^{\circ}\text{C}$ za 5 s /viz. obr. 10/.

4/ měření a

Toto měření má pouze informativní charakter /viz obr. 10/.

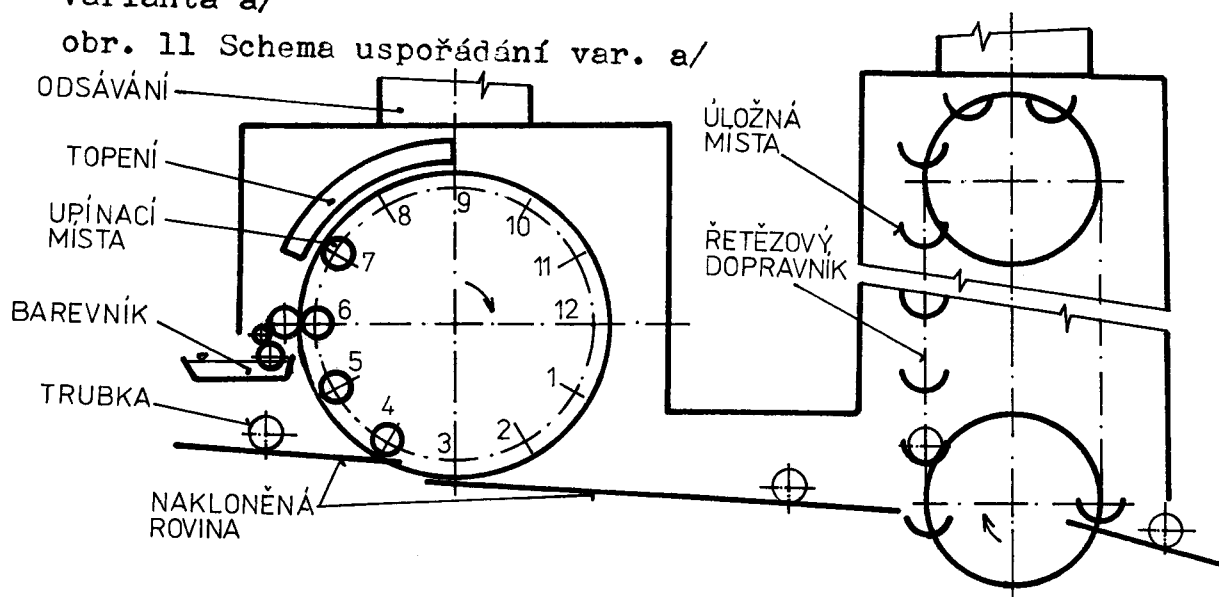
4. N Á V R H K O N C E P C E S T R O J E

4. 1. Alternativní řešení koncepčních variant

Byly navrženy tři základní typy možných variant, jejichž řešení nebylo v rozporu s požadavky podniku formulovanými v odst. 2. 3. U posuzovaných variant nebylo pro zjednodušení uvažováno možné použití jiného typu uvolňovacího zařízení než hydraulického. Výběr typu uvolňovacího zařízení byl proveden až u zvolené optimální varianty.

Varianta a/

obr. 11 Schema uspořádání var. a/

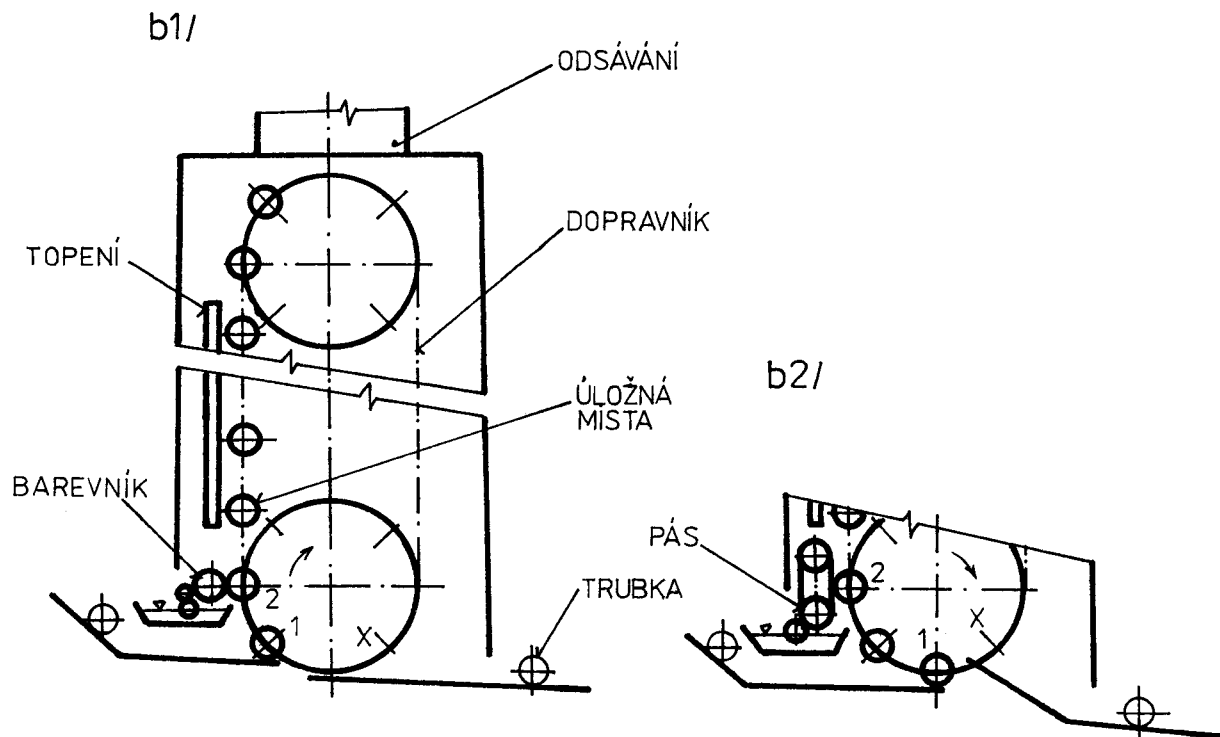


Popis:

Jde o kombinaci upínacího zařízení, které má obdobnou konstrukci jako stávající stroj a řetězového dopravníku. Do stroje přicházejí trubky po nakloněné rovině. V pozici 4 dojde k jejich upnutí a v pozici 6 k nabarvení pomocí válečku. Na dalších pozicích je nutno barvu vytvrzovat min. do nelepivého stavu. To znamená, že stačí trubku ohřát o $5 \div 6^\circ\text{C}$ za dobu 30 s a dalších 30 s nechat vytvrzovat na vzduchu /viz. odst. 3. 2./. V pozici 3 dojde k uvolnění trubky a ta po nakloněné rovině sjíždí k řetězovému dopravníku. Pohybujícím se dopravníkem je trubka zachycena do některého z úložných míst. K dosoušení trubek tedy dochází prodloužením doby sušení při teplotě odpovídající teplotě v místnosti. Upínací zařízení se otáčí přerušovaně, řetězový dopravník běží nepřetržitě.

Varianta b/

obr. 12 Schema uspořádání var. b/



Popis:

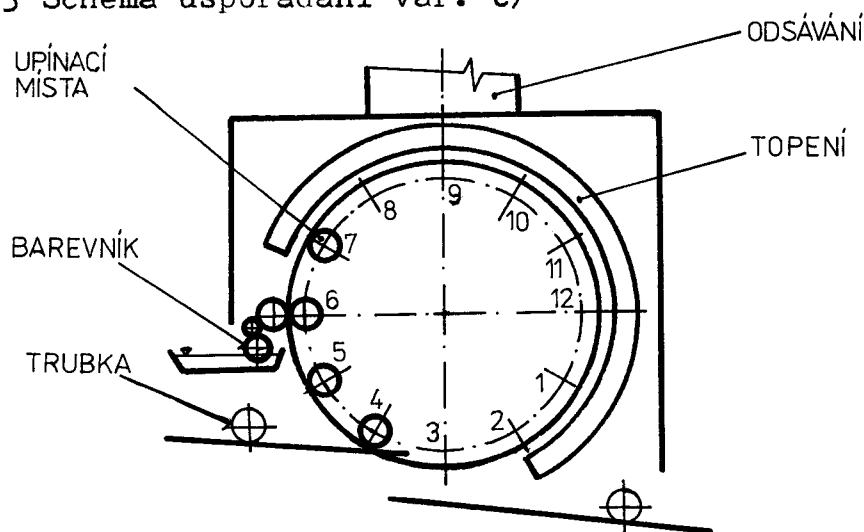
Jde o dvě obdobné varianty, kde rozdíl je pouze v plynulosti chodu upínacího zařízení.

b 1/ trubky přicházejí do stroje po nakloněné rovině, v pozici 1 se upnou mezi kuželíky a v pozici 2 nabarví pomocí válečků. V dalších pozicích dochází k sušení trubek pomocí topných těles. Teplota na jakou je třeba trubky ohřát závisí na délce dopravníku, který je řešen jako řetězový s připevněnými upínacími místy. Jelikož čím je delší dopravník, tím získáme delší čas na vytvrzení. Jde tedy o sušení pomocí výrazného prodloužení času. V místě x dojde k uvolnění trubky. Pohyb dopravníku je přerušovaný.

b 2/ u této varianty se dopravník pohybuje nepřetržitě. Nabíjení barvy je realizováno pomocí pásu. Princip sušení je obdobný jako u varianty b 1/.

Varianta c/

obr. 13 Schema uspořádání var. c/



Popis:

Koncepce stroje je obdobná jako u stávajícího zařízení, k upínání trubek dochází v posici 4 a k barvení v posici 6. Další posice 7 ÷ 2 jsou sušící posice. K zajištění dokonalého vytvrzení barvy jsou nad těmito posicemi instalovány zářiče. K uvolňování trubek dochází oproti stávajícímu stro- až v posici 3, obdobně jako u varianty a/. Pohyb upínacího zařízení je přerušovaný.

4. 2. Výběr optimální varianty

Pro výběr optimální varianty byl za srovnatelný základ vzat stávající typ zařízení. Zejména jeho celková složitost konstrukce, případné náklady na jeho výrobu v sou- časných podmínkách, složitost údržby a energetická náročnost, tj. 6 kW topení, 1,1 kW hnací motor a 0,75 kW motor hydrau- lického agregátu.

Varianta a/

tato varianta je výhodnější z těchto hledisek:

- nižší spotřeba energie - výrazně klesne energetická ná- ročnost topných těles
- k sušení je při vhodném uspořádání možno použít i odpadní teplo od zářičů
- jednoduchost řetězového dopravníku

Nevýhody:

- větší půdorysná plocha obsazená strojem
- konstrukce, výroba a údržba dvou zařízení - vyšší spotřeba materiálu na výrobu

- vyšší pořizovací náklady
- vyšší nároky na údržbu
- diskutabilní jakost barvy v místě styku povrchu nabarvené trubky s úložným místem
- v případě upínání za vnitřní průměr trubky stoupá složitost upínačů řetězového dopravníku

Variant a b 1/

Výhody:

- půdorysná plocha obsazená strojem je stejná
- nižší spotřeba energie - klesne energetická náročnost topných těles
- k sušení je možno využít i odpadní teplo od zářičů

Nevýhody:

- větší hmotnost rozbíhaných a bržděných hmot, což je dáno zvýšením počtu upínacích míst
- složitější konstrukce upínačů v kombinaci s řetězovým dopravníkem
- pro čištění jednotlivých upínacích míst od barvy je třeba více času
- obtížněji se zajišťuje přestavitelnost na dva rozměry trubek
- vyšší spotřeba materiálu na výrobu stroje
- vyšší pořizovací cena

Varianta b 2/

má všechny výhody varianty b 1/. Odstraňuje nevýhodu roz-
bíhaných hmot, jelikož je pohyb plynulý. Ostatní nevýhody
zůstávají jako u varianty b 1/. U této varianty je také
diskutabilní kvalita nanesené barvy pomocí pásu.

Varianta c/

Výhody:

- půdorysná plocha obsazená strojem je stejná
- nestoupá složitost upínačů a celé konstrukce
- při zvýšení účinnosti zářičů je možno dosáhnout i úspor energie
- stejná materiálová náročnost, pořizovací cena a náročnost údržby

Nevýhody:

V porovnání se stávajícím strojem nevýhody nejsou.

Z tohoto důvodu byla varianta c/ porovnána i s variantami a/ a b/.

Porovnání s variantou a/

Výhody varianty c/

- menší obsazená půdorysná plocha
- jednodušší konstrukce
- menší spotřeba materiálu na výrobu
- menší pořizovací cena

- jednodušší údržba
- zaručená jakost barvy na celém povrchu trubky

Nevýhody varianty c/

- vyšší energetická náročnost

Porovnání s variantou b 1/

Výhody varianty c/

- menší hmotnost rozbíhaných a bržděných hmot
- jednodušší obsluha /čištění/, konstrukce
- nižší spotřeba materiálu na výrobu a pořizovací cena

Nevýhody varianty c/

- vyšší energetická náročnost

Porovnání s variantou b 2/

Výhody varianty c/

- jsou obdobné jako u b 1/ + zaručená kvalita nanášení barvy

Nevýhody varianty c/

- vyšší energetická náročnost
- nutnost přerušovaného chodu

Z uvedených skutečností je patrné, že hlavní nevýhodou varianty c/ oproti variantám a/ a b/ je vyšší spotřeba el. energie.

Lze však předpokládat, že tuto skutečnost zcela vyváží:

- jednoduchost konstrukce
- nižší pořizovací cena
- jednoduchost obsluhy /méně upínacích i úložných míst/
- + další výhody výše uvedené

Na základě tohoto rozboru byla jako optimální vybrána varianta c/.

U této varianty bylo hydraulické uvolňování použité u stávajícího stroje nahrazeno mechanickým systémem uvolňování trubek /viz. kap. 5. 4./.

Výhody:

- jednoduchá konstrukční realizace
- výrazně nižší pořizovací náklady
- jednoduchá údržba
- vysoká spolehlivost
- snižuje energetickou náročnost zařízení o 0,75 kW /příkon pohonu hydraulického agregátu/

Nevýhody:

- vyšší mechanické namáhání hřídele upínacího kuželíku a jeho kluzného uložení /oproti stávajícímu stavu/
- náročná, přesná montáž uvolňovací dráhy

5. K_O_N_S_T_R_U_K_Č_N_í_Z_P_R_A_C_O_V_Á_N_í

Z_Á_K_L_A_D_N_í_C_H_S_K_U_P_I_N_S_T_R_O_J_E

Nově navrhovaný stroj se skládá z těchto hlavních skupin /viz. posice na výkrese č. O-KOM-OS-238/01/:

1. Topný systém
2. Soustava zajišťující přerušovaný pohyb a takt stroje
3. Převod zajišťující otáčení trubek
4. Upínací systém
5. Pohon stroje
6. Zásobník
7. Výstupní manipulační zařízení
8. Barevník
9. Pásová brzda
10. Rám
11. Odsávání

5. 1. Topný systém

Slouží ke zkrácení doby sušení barvy nanesené na trubkách. Skládá se z osmi topných tyčí, jejich těles s odraznými plechy a vnitřního odrazného plechu. Uložení těles na pantech dovoluje jejich odklápění, což usnadní případnou výměnu vadných tyčí a další činnosti spojené s obsluhou stroje např. čištění kuželíků.

5. 1. 1. Konstrukce topných těles

V konstrukci topných těles jsou využity poznatky z kap. 3. Činnou část topných těles tvoří topné tyče typu 5704 v provedení 024 - 550 W/220 V, které vyrábí s. p. Elektropřaga Hlinsko. Tyto tyče jsou ohnuty do tvaru U, aby svým rozměrem vyhovovaly účelu použití. Ohyb se provádí na poloměr $R\ 16\text{ mm}$ takto : Tyč se ohřeje na teplotu 1050°C , při této teplotě je ohnuta a během 10 min ochlazena proudem vzduchu. Při dodržení tohoto technologického postupu doporučeného výrobcem nedochází ke změně provozních vlastností topné tyče. Jednotlivé topné tyče jsou upevněny v tělesech. Toto upevnění je provedeno v netopící části, tj. max. 61 mm od kraje tyče /včetně kontaktů/. V topící části jsou tyče pouze podepřeny izolátory tak, aby byla umožněna jejich dilatace. Součástí těles jsou odrazné plechy, jejichž funkce byla vysvětlena v odstavci 3. 5. Aby nedocházelo k nežádoucímu ohřevu rámu stroje jsou odrazné plechy odizolovány vrstvou skelné vaty. Odrazné plechy jsou vyrobeny z leštěného nerez plechu. Proti topným tyčím s tělesy je umístěn vnitřní odrazný plech, vyrobený též z leštěného nerez plechu. Vliv odrazného plechu na zvyšování účinnosti topných těles je popsán v odstavci 3. 5.

5. 1. 2. Kontrola navrženého počtu topných tyčí

Výrobní takt stroje $t_s = 6,2\text{ s}$. Z výpočtů uvedených v odst. 5. 2. 2. 2. vyplývá, že stroj je v klidu po dobu $t_k = 4,13\text{ s}$ a k přesuvu mezi jednotlivými posicemi dochází za čas $t_d = 2,067\text{ s}$. Lze tedy předpokládat, že po dobu 4,13 s bude trubka ohřívána v každé posici dle křivky c, znázorněné v grafu na obr. 10 a po dobu 2,067 s bude trubka ohřívána s menší účinností přibližně dle křiv-

ky b téhož drafu. Takto stanovený nárůst teplot byl znázorněn v grafu obr. 14. Graf byl sestaven pro osm pozic osazených topnými tělesy a jednu pozici bez topení. Počátek grafu je uvažován v poloze, kdy je trubka přesně v ose prvního zářiče. Ukončení grafu je v poloze, kdy trubka již přešla do pozice neosazené topným tělesem, proto je v závěrečné fázi grafu patrný malý pokles teploty /dle grafu obr.10/.

Celkový zobrazený čas sušení: $t_{cs} = 8 \cdot t_s + t_k$

$$t_{cs} = 8 \cdot 6,2 + 4,13 = 53,73 \text{ s}$$

Skutečná hodnota času sušení: $t_{css} = t_{cs} + t_{kb} + t_u$

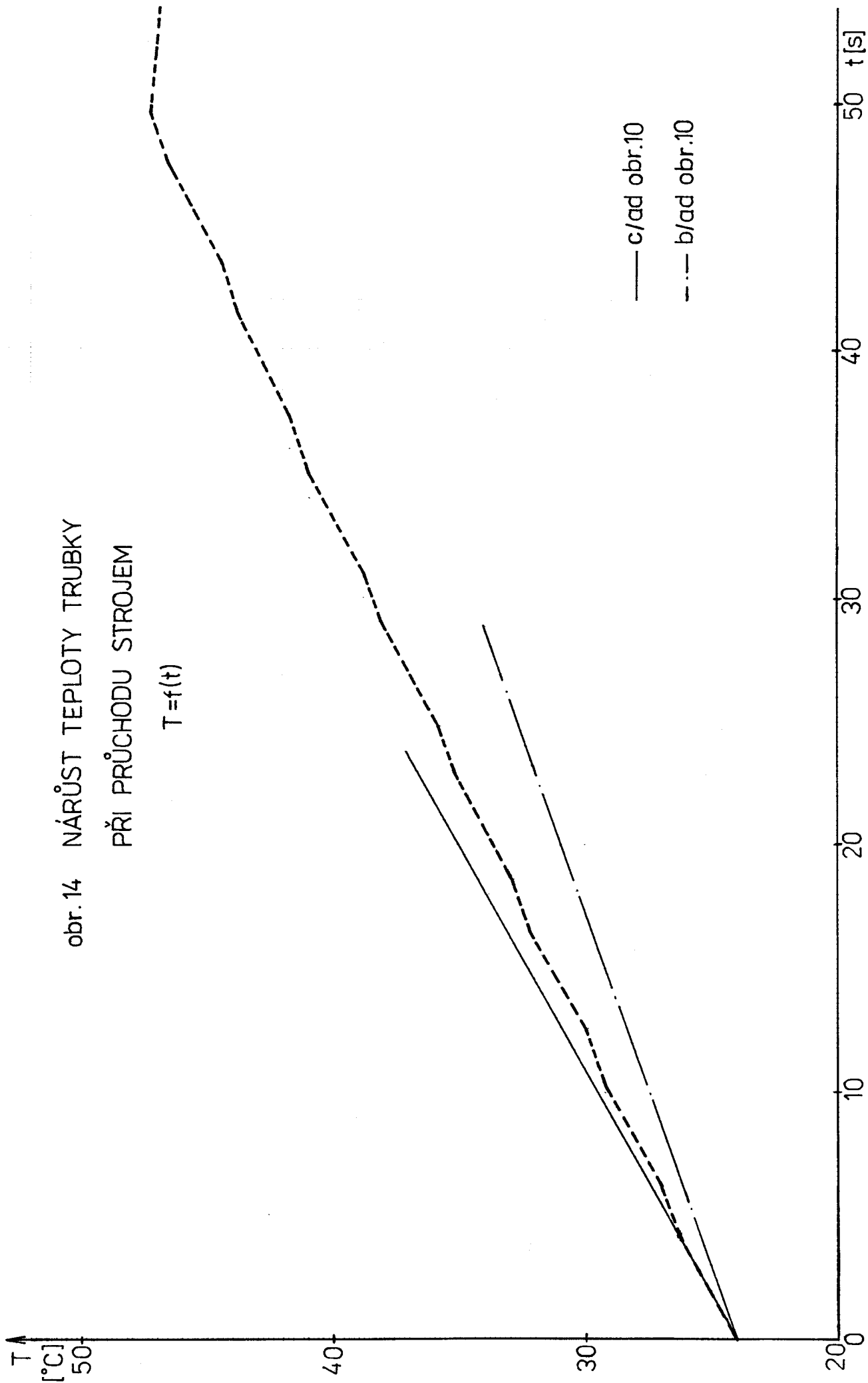
$t_{kb} \equiv t_d$... čas přechodu trubky od osy barevníku k ose zářiče /při teplotě sušení 24°C/

t_u ... čas do uvolnění trubky max. 1,5 s /nepatrný pokles teploty sušení/

$$t_{css} = 53,73 + 2,067 + 1,5 = 57,297 \text{ s}$$

Z grafu lze odečíst, že se trubka za dobu t_{cs} ohřeje na 47,3°C. Lze tedy učinit závěr, že nové zařízení ohřeje za 57 s trubky na teplotu 46 ÷ 48°C. Porovnáme-li tento závěr s tabulkou uvedenou v odst. 3. 3., lze konstatovat, že tyto hodnoty plně postačují pro úplné vytvrzení barvy.

Z grafu /obr. 14/ lze učinit i následující závěr. Trubka se za dobu 50 s ohřeje přibližně o 20°C. Max. teplota, kterou snese barva je 140°C /viz. kap. 3. 4./. Lze tedy říci, že obsluha by v případě poruchy měla během 5 ÷ 6 min stroj vypnout, aby nedošlo k poškození barvy.



5. 2. Soustava zajišťující přerušovaný pohyb a takt stroje

Díky této soustavě jsou upnuté trubky přesouvány mezi jednotlivými přesně danými dvanácti posicemi, ve kterých jsou na určitou dobu zastaveny. Soustava má tyto základní části: Řetězový převod

Maltézský mechanismus

Vložený převod

5. 2. 1. Řetězový převod - výpočet

Mechanický převod mezi výstupním hřídelem převodovky a hřídelem kliky maltézského mechanismu zajišťuje řetěz typu 08 B ČSN 023311.

Výpočet řetězového převodu byl prováděn dle /4/. Výpočet spočívá v určení rozměrů řetězových kol, skutečné osové vzdálenosti a délky řetězu.

$$\text{Převodový poměr: } i = \frac{n_2}{n_{kl}}$$

$$n_2 = 17,5 \text{ ot min}^{-1} \quad \dots \text{otáčky výstupního hřídele převodovky} \\ \text{/viz. kap. 5. 5./}$$

$$n_{kl} = 9,685 \text{ ot min}^{-1} \quad \dots \text{otáčky kliky maltézského mechanismu} \\ \text{/viz. kap. 5. 2. 2. 1./}$$

$$i = \frac{17,5}{9,678} = 1,808$$

$$\text{Počet zubů hnacího kola: } z_1 = 21 \text{ /voleno/}$$

$$\text{Počet zubů hnaného kola: } z_2 = i \cdot z_1$$

$$z_2 = 1,808 \cdot 21 = 38$$

$$\text{Kontrola: } i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{38}{21} = 1,8095 \quad \text{vyhovuje}$$

Průměr roztečné kružnice: $D_t = t \cdot \left(\sin \frac{180}{z} \right)^{-1}$

$$D_{t1} = 12,7 \cdot \left(\sin \frac{180}{21} \right)^{-1} = 85,211 \text{ mm}$$

$$D_{t2} = 12,7 \cdot \left(\sin \frac{180}{38} \right)^{-1} = 153,791 \text{ mm}$$

Průměr patní kružnice: $D_f = D_t - d_1$

$$d_1 = 8,51 \text{ mm} \dots \text{ průměr válečku řetězu /4/}$$

$$D_{f1} = 85,211 - 8,51 = 76,701 \text{ mm}$$

$$D_{f2} = 153,791 - 8,51 = 145,261 \text{ mm}$$

Průměr hlavové kružnice: $D_a = D_t + 0,6 \cdot d_1$ pro $z > 16$

$$D_{a1} = 85,211 + 0,6 \cdot 8,51 = 90,317 \text{ mm}$$

$$D_{a2} = 153,791 + 0,6 \cdot 8,51 = 158,897 \text{ mm}$$

Max. přípustný průměr náboje řetězového kola:

$$D_n = D_t - 2 \cdot f$$

$f = 0,7 \cdot t \dots$ rozdíl poloměru náboje řetězového kola
a roztečné kružnice

$$D_{n1} = 85,211 - 2 \cdot 0,7 \cdot 12,7 = 67,431 \text{ mm}$$

Šířka zubu kola: $B_1 = 0,9 \cdot b_1$

$$b_1 = 7,75 \text{ mm} \dots \text{ vnitřní šířka řetězu /4/}$$

Počet článků řetězu:

$$x = \frac{2 \cdot \bar{a}}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{\bar{a}}$$

$\bar{a} = 520 \text{ mm} \dots$ osová vzdálenost /odměřeno z výkresu
O-KOM-OS-238/01/

$$x = \frac{2 \cdot 520}{12,7} + \frac{21 + 38}{2} + \left(\frac{38 - 21}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{12,7}{520} = 111,56$$

$$x = 112$$

Přesná vzdálenost os:

$$a = \frac{t}{8} \cdot [2 \cdot x - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 \cdot x - z_1 - z_2)^2 - k \cdot (z_2 - z_1)^2}]$$

$$k = 0,8109 \quad \dots \quad \text{součinitel} - \text{tab. 9. str 325 /4/}$$

$$a = \frac{12,7}{8} \cdot [2 \cdot 112 - 21 - 38 + \sqrt{(2 \cdot 112 - 21 - 38)^2 - 0,8109 \cdot (38 - 21)^2}]$$

$$a = 522,75 \text{ mm}$$

Rozdíl v osových vzdálenostech je vyrovnán napínací kladkou. Rozměry ozubeného kola napínací kladky jsou totožné s rozměry malého ozubeného kola převodu vypočteného v odstavci 5.3.1.

Regulační rozsah napínací kladky je doporučován:

$$2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 12,7 = 31,75 \text{ mm} \quad \text{voleno } 35 \text{ mm}$$

$$\text{Délka řetězu : } L = x \cdot t$$

$$L = 112 \cdot 12,7 = 1422,4 \text{ mm}$$

Vzhledem k malým přenášeným výkonům nebyla prováděna pevnostní kontrola řetězu / viz odst. 5. 5. /

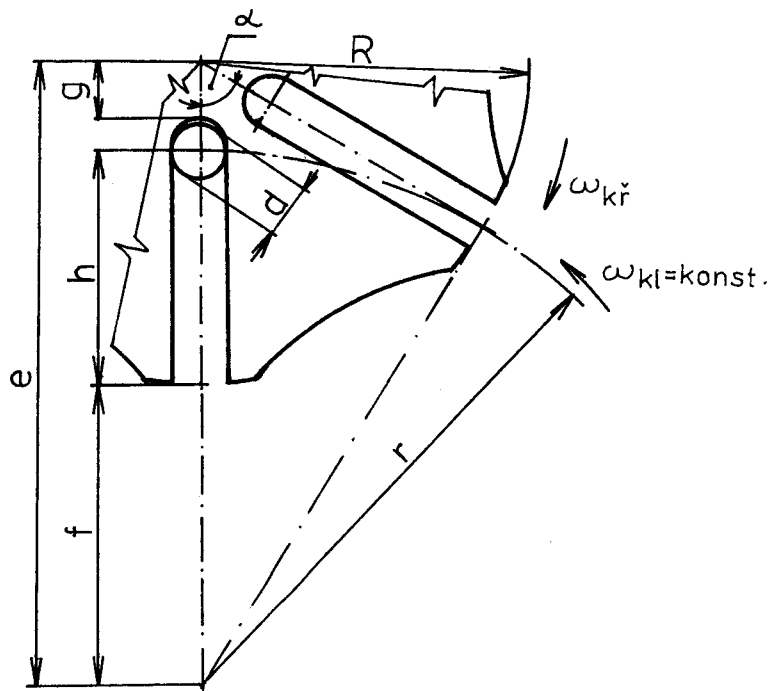
5. 2. 2. Maltézský mechanismus.

Maltézský mechanismus je navržen jako šesti-polohový. Maximální zrychlení mechanismu při přesunu mezi jednotlivými polohami pak nedosahuje tak vysokých hodnot, jako např. u čtyřpolohového mechanismu. Jelikož je třeba zastavit pohyb centrálního hřídele v dvanácti polohách, je mezi hřídel maltéz. kříže a centr. hřídel upínačů vložen převod s

převodovým poměrem $i = 2$. Zajištění polohy upínačů v jednotlivých pozicích je zabezpečeno osazením na klíče malt.mech. Toto osazení zabírá po čas klidu t_k do vybrání na malt. kříži. Hřídel kliky, stejně jako hřídel kříže je uložen ve valivých ložiscích typu 6005, mazaných tukem. Spojovací kolík malt. kříže a hřídele je poněkud vzdálen od kříže, aby bylo možno provést svrtání obou součástí při montáži.

5.2. 2. 1. Výpočet rozměrů maltézského mechanismu.

obr. 15 Schema malt. mechanismu



Úhel mezi osami sousedních výřezů : $\alpha = \frac{2\pi}{p_z}$

$p_z = 6 \dots$ počet výřezů

$$\alpha = \frac{360^\circ}{6} = 60^\circ$$

Požadavek, aby při otáčení malt. kříže nevznikaly rázy

$\omega_{kř \text{ poč.}} = \omega_{kř \text{ kon.}} = 0$ /. určuje všechny vztahy mezi hlav-

nými geometrickými rozměry mechanismu.

Poloměr malt. kříže: $R = 110 \text{ mm}$ /voleno/

Vzdálenost středů: $e = \frac{R}{\lambda_1}$

$$\lambda_1 = \cos \frac{\pi}{p_z} = 0,866 \text{ /viz. tab. str. 155/3/}$$

$$e = \frac{110}{0,866} = 127,02 \text{ mm}$$

Poloměr kružnice opisované středem klikového čepu:

$$r = e \cdot \lambda$$

$$\lambda = \sin \frac{\pi}{p_z} = 0,5 \text{ /viz. tab. str. 155/3/}$$

$$r = 127,02 \cdot 0,5 = 63,51 \text{ mm}$$

Délka výřezu: $h_v > h + \frac{d}{2}$

$d = 20 \text{ mm}$... průměr čepu kliky /voleno/

$h = e \cdot 0,366$... viz. tab. str. 155 /3/

$$h_v > 127,02 \cdot 0,36 + \frac{20}{2} = 56,49 \text{ mm}$$

$$h_v = 60 \text{ mm /voleno/}$$

Čas otočení: $t_d = \frac{p_z - 2}{2 \cdot p_z} \cdot t_s$

$t_s = 6,2 \text{ s}$... takt stroje

$$t_d = \frac{6 - 2}{2 \cdot 6} \cdot 6,2 = 2,067 \text{ s}$$

Čas klidu: $t_k = t_s - t_d$

$$t_k = 6,2 - 2,067 = 4,133 \text{ s}$$

$$\text{Otáčky kliky: } n_{kl} = \frac{z + 2}{z} \cdot \frac{30}{t_k}$$

$$n_{kl} = \frac{6 + 2}{6} \cdot \frac{30}{4,133} = 9,678 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{Úhlová rychlost malt. kříže } \omega_{kř} : \frac{\omega_{kř \text{ max.}}}{\omega_{kl}} = 1 \text{ /tab.str. 152/3/}$$

$$\omega_{kl} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{kl}}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 9,678}{60} = 1,013 \text{ s}^{-1}$$

... úhlová rychlost kliky

$$\omega_{kř \text{ max.}} = 1 \cdot 1,013 = 1,013 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Maximální úhlové zrychlení: } \varepsilon_{kř \text{ max.}} = 1,350 \cdot \omega_{kl}^2$$

1,350 ... konst. viz. tab. str. 153/3/

$$\varepsilon_{kř \text{ max.}} = 1,350 \cdot 1,013^2 = 1,385 \text{ s}^{-2}$$

Úhlové zrychlení na počátku a konci pootočení:

$$\varepsilon_{kř \text{ poč.kon.}} = 0,577 \cdot \omega_{kl}^2$$

0,577 ... konst. viz. tab. str. 152/3/

$$\varepsilon_{kř \text{ poč.kon.}} = 0,577 \cdot 1,013^2 = 0,592 \text{ s}^{-2}$$

5. 2. 2. 2. Výpočet hnacího momentu malt. mech.

Výpočet spočívá ve stanovení příkonu potřebného k otočení kříže. Přesný výpočet malt. mech. je ztížen proměnlivostí jeho účinnosti. Pro praxi lze dosáhnout dostatečně přesných výsledků výpočtem, při němž se předpokládá, že účinnost mech. je stálá.

Střední moment na hřídeli kliky v první polovině otáčky
/dle /3/ str. 161/:

$$\bar{M} = \left(\frac{2}{p_z - 2} \cdot M_{křs} + 0,00524 \cdot I \cdot n_{kl}^2 \right) \cdot \frac{1}{\eta_m} \quad (9)$$

$M_{křs}$ [Nm] ... moment pasivních sil, které působí proti pohybu hmot spojených s křížem

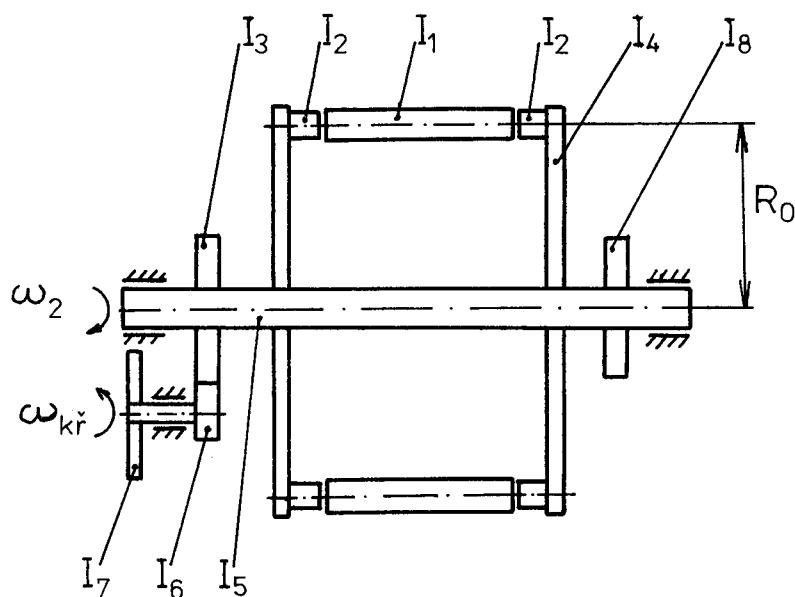
I [kgm²] ... moment setrvačných hmot redukovaný na hřídel malt. kříže

$\eta_m = 0,95$... účinnost mechanismu

Střední příkon pro pohon kliky se musí počítat na tento moment, jelikož v první polovině otáčky je větší zatížení /otáčené hmoty se zrychlují/.

a/ výpočet momentu setrvačných hmot redukovaného na hřídel malt. kříže

obr. 16 Schema uspořádání



Vstupní parametry:

$$\rho = 7870 \text{ kgm}^{-3} \quad \dots \text{ měrná hmotnost}$$

$$R_0 = 225 \text{ mm} \quad \dots \text{ poloměr}$$

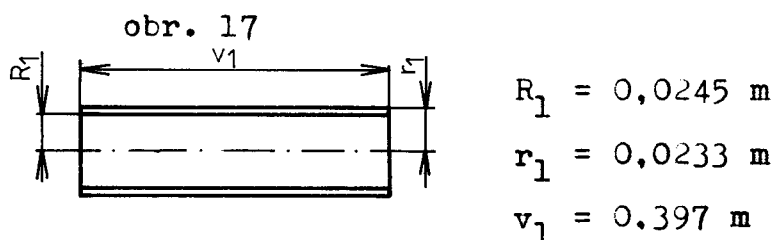
$$m = \rho \cdot V [\text{kg}] \quad \dots \text{ hmotnost}$$

$$V[\text{m}^3] \quad \dots \text{ objem tělesa}$$

$$I_{\text{válce}} = 0,5 \cdot m \cdot R^2 ; \quad V_{\text{válce}} = \pi \cdot v \cdot R^2$$

$$I_{\text{trubky}} = 0,5 \cdot m \cdot (R^2 + r^2) ; \quad V_{\text{trubky}} = \pi \cdot v \cdot (R^2 - r^2)$$

1 a/ Trubka - příklad výpočtu



$$\text{Objem: } V_1 = \pi \cdot v_1 \cdot (R_1^2 - r_1^2)$$

$$V_1 = \pi \cdot 0,397 \cdot (0,0245^2 - 0,0233^2) = 7,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\text{Hmotnost: } m_1 = \rho \cdot V$$

$$m_1 = 7870 \cdot 7,15 \cdot 10^{-5} = 0,563 \text{ kg}$$

$$\text{Moment setrvačnosti: } I_1 = 0,5 \cdot m \cdot (R_1^2 + r_1^2)$$

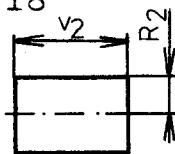
$$I_1 = 0,5 \cdot 0,563 \cdot (0,0245^2 + 0,0233^2)$$

$$I_1 = 3,218 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

Dále jsou uváděny pouze výsledné hodnoty, složité tvary byly zjednodušeny do tvaru základních těles.

2 a/ Oba typy upínačů

obr. 18



$$v_2 = 0,110 \text{ m}$$

$$R_2 = 0,015 \text{ m}$$

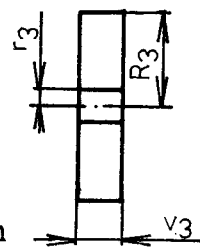
$$V_2 = 7,775 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$m_2 = 0,612 \text{ kg}$$

$$I_2 = 6,885 \cdot 10^{-5} \text{ kg m}^2$$

3 a/ Ozubené kolo

obr. 19



$$v_3 = 0,02 \text{ m}$$

$$R_3 = 0,06 \text{ m}$$

$$r_3 = 0,02 \text{ m}$$

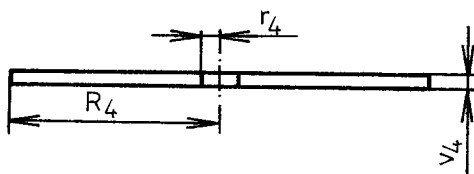
$$V_3 = 2,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m_3 = 1,58 \text{ kg}$$

$$I_3 = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

4 a/ Upínací deska

obr. 20



$$R_4 = 0,255 \text{ m}$$

$$r_4 = 0,02 \text{ m}$$

$$v_4 = 0,011 \text{ m}$$

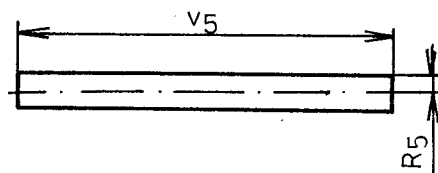
$$V_4 = 2,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$m_4 = 17,58 \text{ kg}$$

$$I_4 = 0,575 \text{ kg m}^2$$

5 a/ Hřídel

obr. 21



$$R_5 = 0,02 \text{ m}$$

$$v_5 = 0,726 \text{ m}$$

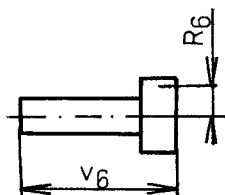
$$V_5 = 9,123 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m_5 = 7,18 \text{ kg}$$

$$I_5 = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

6 a/ Hřídél

obr. 22



$$v_6 = 0,124 \text{ m}$$

$$R_6 = 0,16 \text{ m}$$

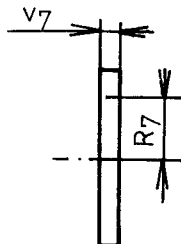
$$V_6 = 9,97 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$m_6 = 0,784 \text{ kg}$$

$$I_6 = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

7 a/ Malt. kříž

obr. 23



$$v_7 = 0,014 \text{ m}$$

$$R_7 = 0,09 \text{ m}$$

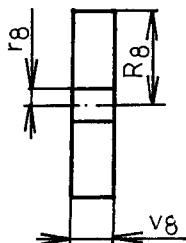
$$V_7 = 3,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m_7 = 2,8 \text{ kg}$$

$$I_7 = 1,135 \cdot 10^{-2} \text{ kg m}^2$$

8 a/ Brzda

obr. 24



$$v_8 = 0,02 \text{ m}$$

$$R_8 = 0,07 \text{ m}$$

$$r_8 = 0,02 \text{ m}$$

$$V_8 = 2,82 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m_8 = 2,23 \text{ kg}$$

$$I_8 = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

Z obr. 16 byla stanovena rovnice pro redukovaný moment se - trvačností na hřídel malt. kříže:

$$0,5 \cdot I \cdot \omega_{kř} = 0,5 \cdot \{ (I_7 + I_6) \cdot \omega_{kř}^2 + [I_3 + 2 \cdot I_4 + 24 \cdot (I_2 + m_2 \cdot R_0^2) + 12 \cdot (I_1 + m_1 \cdot R_0^2) + I_5 + I_8] \cdot \omega_2^2 \}$$

Jestliže zavedeme $I_9 = I_7 + I_6$

$$I_{10} = [I_3 + 2 \cdot I_4 + 24 \cdot I_2 + \dots]$$

$$\text{pak } I = I_9 + I_{10} \cdot \frac{\omega_2^2}{\omega_{kř}^2} \quad (10)$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_{kř}} : \quad r_2 \cdot \omega_2 = r_1 \cdot \omega_{kř} \quad \mu_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_{kř}} = \frac{r_1}{r_2}$$

$r_1 = 30 \text{ mm}$... poloměr roztečné kružnice pastorku

$r_2 = 60 \text{ mm}$... poloměr roztečné kružnice kola

$$\mu_{12} = \frac{30}{60} = 0,5 \quad / \quad \mu_{12} = \frac{1}{2} !, \text{ i - převodový poměr z odst. 5. 2. 2. /}$$

$$\text{Vyjádříme: } I_9 = 1,135 \cdot 10^{-2} + 1,0 \cdot 10^{-4} = 0,0115 \text{ kg m}^2$$

$$I_{10} = 3,14 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0,575 + 24 \cdot (6,885 \cdot 10^{-5} + 0,612 \cdot 0,225^2) + 12 \cdot (3,218 \cdot 10^{-4} + 0,563 \cdot 0,225^2) + 1,44 \cdot 10^{-3} + 5,9 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{10} = 2,252 \text{ kg m}^2$$

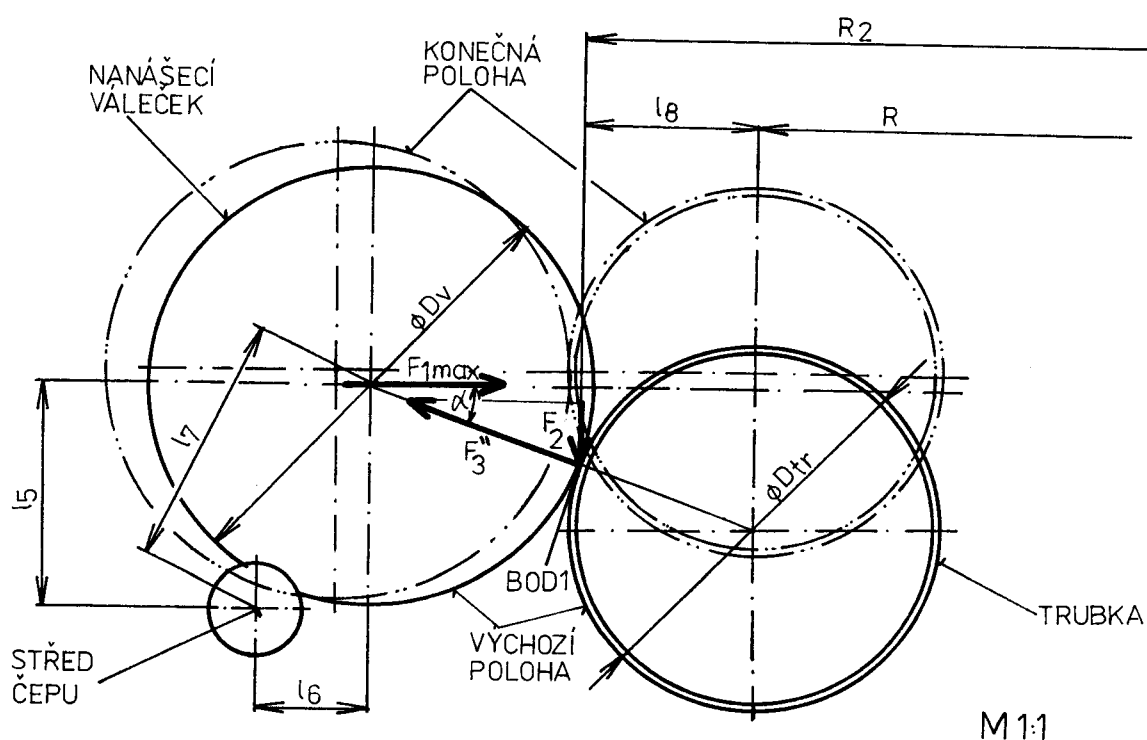
$$\text{Dosadíme do (10): } I = 0,0115 + 2,252 \cdot 0,5^2 = 0,575 \text{ kg m}^2$$

b/ Výpočet pasivních sil, které působí proti pohybu kříže

b 1/ Síla od barevníku

Při přetáčení trubky do posice barvení se trubka svým povrchem dotkne nejdříve nanášecího válečku v bodě 1 obr. 25. Při dalším přesuvu dojde k oddálení barevníku trubkou, proti síle přitlačných pružin. Proti pohybu trubky působí síla F_2 . Ze přitlačnou sílu pružin F_1 max. byla vzata max. přípustná přitlačná síla 80 N /viz. odst. 5. 8. 4./.

obr. 25 Rozložení sil



Pro zjednodušení bylo uvažováno, že trubka se při přesuvu pohybuje po přímce.

Vstupní hodnoty: /viz. výkres 1 KOM OS 238/01-01/

$$l_5 = 30 \text{ mm}$$

$$F_{1 \text{ max.}} = 80 \text{ N}$$

$$l_6 = 15 \text{ mm}$$

$$R = 225 \text{ mm}$$

$$D_v = 60 \text{ mm}$$

$$l_7 = 34 \text{ mm}$$

$$D_{tr} = 49 \text{ mm}$$

Odměřené hodnoty z obr. 25: $\alpha = 20^\circ$
 $l_8 = 23 \text{ mm}$

Platí: $F_{1 \text{ max.}} \cdot l_5 = F_3'' \cdot l_7$

F_3'' [N] ... přitlačná síla v místě prvního dotyku trubky
s válečkem

$$F_3'' = \frac{F_{1 \text{ max.}} \cdot l_5}{l_7} = \frac{80 \cdot 30}{34} = 70,59 \text{ N}$$

Síla působící proti pohybu trubky F_2 :

$$F_2 = F_3'' \cdot \sin \alpha$$

$$F_2 = 70,59 \cdot \sin 20^\circ = 24,14 \text{ N}$$

Moment na centrálním hřídeli daný silou F_2 :

$$M_2 = R_2 \cdot F_2$$

$R_2 = l_8 + R = 23 + 225 = 248 \text{ mm}$... vzdálenost od místa
působíště síly F_2 k
ose centr.hřídele

$$M_2 = 0,248 \cdot 24,14 = 5,99 \text{ N m}$$

b 2/ Síla způsobená náběhem ložisek na uvolňovací dráhu

Vstupní hodnoty: /viz. výkres 1 KOM OS 238/01-02/

$$\beta = 25^\circ$$

$$R_1 = 14 \text{ mm}$$

$$F_8 = 50 \text{ N} \dots \text{ síla upínací pružiny}$$

$$e = 0,005 \text{ mm} \dots \text{ rameno valivého odporu}$$

Lze psát z obr. 26:

$$\nearrow \sum F_{ix} = 0 : 0 = F_3 - T_0 - F_8 \cdot \sin \beta \quad (\text{I})$$

$$\nearrow \sum F_{iy} = 0 : 0 = N - F_8 \cdot \cos \beta \quad (\text{II})$$

$$\curvearrowleft \sum M_i = 0 : T_0 \cdot R_1 - N \cdot e = 0 \quad (\text{III})$$

$$\text{z (II): } N = F_8 \cdot \cos \beta$$

$$N = 50 \cdot \cos 25^\circ = 45,31 \text{ N}$$

$$\text{z (III): } T_0 = \frac{N \cdot e}{R_1}$$

$$T_0 = \frac{45,31 \cdot 0,005}{14} = 0,016 \text{ N}$$

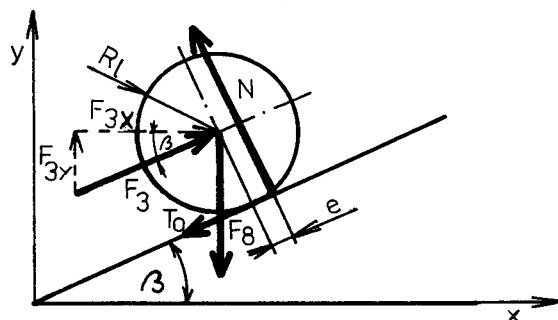
$$\text{z (I): } F_3 = T_0 + F_8 \cdot \sin \beta$$

$$F_3 = 0,016 + 50 \cdot \sin 25^\circ = 21,15 \text{ N}$$

Rozklad síly F_3 do složek: $F_{3x} = \cos \beta \cdot F_3$

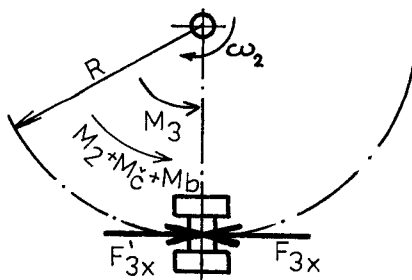
$$F_{3x} = \cos 25^\circ \cdot 21,15 = 19,17 \text{ N}$$

obr. 26 Rozložení sil



Moment působící na hřídeli od síly F_{3x} :

obr. 27 Působení momentů



Proti pohybu hřídele působí síla F_{3x}' . $|F_{3x}| = |F_{3x}'|$

Moment na centrálním hřídeli: $M_3 = F_{3x}' \cdot R$

$$M_3 = 19,17 \cdot 0,225 = 4,31 \text{ N m}$$

Vyjádření celkového odporového momentu na centrálním hřídeli:

$$M_c = M_2 + M_3 + M_\gamma + M_b \quad (11)$$

V praxi momenty M_2 a M_3 nepůsobí najednou, ale pro informativní výpočet lze uvažovat nepříznivý teoretický stav, že působí najednou.

$M_\gamma = 0$... moment čepového tření. Jelikož hřídel uložen ve valivých ložiscích byl tento moment zanedbán.

$M_b = 4,4 \text{ N m}$... brzdny moment /viz. kap. 5. 9./

$$Z(11): M_c = 5,99 + 4,31 + 4,4 = 14,7 \text{ N m}$$

Vyjádření celkového odporového momentu na hřídeli kříže:

$$M_{krs} = \frac{M_c}{\eta_p}$$

$\eta_p = 0,97$... účinnost převodu vložených ozubených kol

$$M_{křs} = \frac{14,7}{0,97} = 15,15 \text{ N m}$$

Uvažujeme celkový odporový moment na hřídeli malt. kříže
 $M_{křs} = 16 \text{ N m}$.

c/ Dosazením do vztahu 9 dostaneme pro střední moment $\bar{M}$:

$$\bar{M} = \left(\frac{2}{6-2} \cdot 16 + 0,00524 \cdot 0,575 \cdot \frac{9,678}{60}^2 \right) \cdot \frac{1}{0,95}$$

$$\bar{M} = 8,42 \text{ N m}$$

Takto vyjádřený moment $\bar{M}$, je teoretickým momentem použitým pro informativní výpočty, např. příkon pohonu viz. odst. 5. 5. Skutečný moment nutný k otočení malt. mech. bude pravděpodobně menší.

5. 2. 2. 3. Výpočet rozměrů vloženého převodu

Výpočet spočívá v určení rozměrů převodu.

Průměr roztečné kružnice: $D_2 = i \cdot D_1$

$i = 2 \dots$ převodový poměr /viz. kap. 5. 2./

$D_1 = 60 \text{ mm}$ /voleno/

$$D_2 = 2 \cdot 60 = 120 \text{ mm}$$

Osová vzdálenost: $a = 0,5 \cdot (D_1 + D_2)$

$$a = 0,5 \cdot (60 + 120) = 90 \text{ mm}$$

Počet zubů: $z = \frac{D}{m}$

$m = 2 \dots$ modul /voleno/

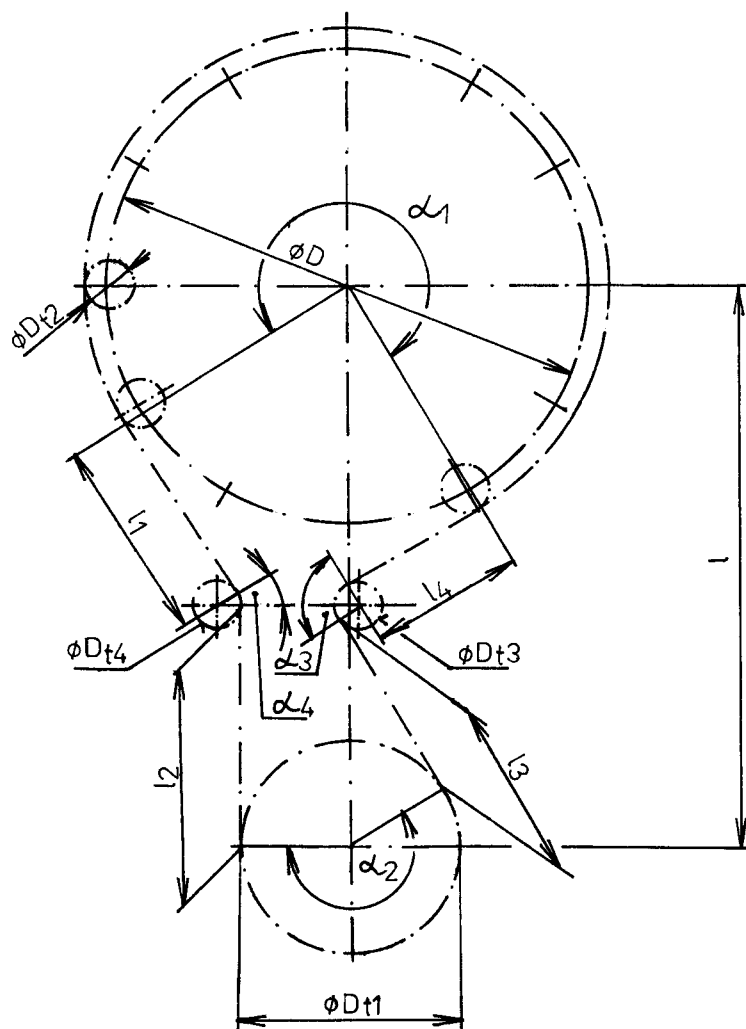
$$z_1 = \frac{60}{2} = 30$$

$$z_2 = \frac{120}{2} = 60$$

5. 3. 1. Výpočet řetězového převodu

Výpočet byl proveden dle /4/ a spočívá v určení rozměrů řetězových kol a délky řetězu.

obr. 28 Schema uspořádání



Vstupní hodnoty:

$$\begin{array}{ll} \alpha_1 = 268^\circ = 4,677 \text{ rad} & l = 740 \text{ mm} \\ \alpha_2 = 200^\circ = 3,491 \text{ rad} & l_1 = 224 \text{ mm} \\ \alpha_3 = 67^\circ = 1,169 \text{ rad} & l_2 = 406 \text{ mm} \\ \alpha_4 = 33^\circ = 0,576 \text{ rad} & l_3 = 380 \text{ mm} \\ D = 450 \text{ mm} & l_4 = 162 \text{ mm} \end{array}$$

Převodový poměr: $i = \frac{n_2}{n_t}$

$n_2 = 17,5 \text{ ot min}^{-1}$... otáčky výstupního hřídele převodovky /viz. odst. 5. 5./

$n_t [\text{ot min}^{-1}]$... otáčky trubky

Čas klidu $t_k = 4,133 \text{ s}$.

K dokonalému nanesení barvy je třeba, aby se trubka za tento čas otočila min. 5 x.

Pak lze napsat: $\frac{4,133}{5} = \frac{1}{n_t}$ $n_t = 1,21 \text{ s}^{-1} = 72,6 \text{ ot min}^{-1}$

$$i = \frac{17,5}{72,6} = 0,24$$

Počet zubů hnacího kola: $z_2 = i \cdot z_1$

$z_1 = 54$... počet zubů hnacího kola /voleno/

$$z_2 = 0,24 \cdot 54 = 12,96 \quad z_2 = 13$$

Zpětná kontrola: $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{13}{54} = 0,2407$ vyhovuje

Další výpočet a význam značek je totožný s odst. 5. 2. 1.

$$D_{t1} = 12,7 \cdot \left(\sin \frac{180}{54} \right)^{-1} = 218,420 \text{ mm}$$

$$D_{t2} = 12,7 \cdot \left(\sin \frac{180}{13} \right)^{-1} = 53,067 \text{ mm}$$

$$D_{f1} = 218,42 - 8,51 = 209,91 \text{ mm}$$

$$D_{f2} = 53,067 - 8,51 = 44,557 \text{ mm}$$

$$D_a = D_t + 0,6 \cdot d_1 \quad \text{pro } z > 16$$

$$D_a = D_t + 0,5 \cdot d_1 \quad \text{pro } z < 16$$

$$D_{a1} = 218,42 + 0,5 \cdot 8,51 = 222,675 \text{ mm}$$

$$D_{a2} = 53,067 + 0,6 \cdot 8,51 = 58,173 \text{ mm}$$

$$D_{n2} = 53,067 - 2 \cdot 0,7 \cdot 12,7 = 35,287 \text{ mm}$$

$$B_1 = 0,9 \cdot 7,75 = 6,975 \text{ mm}$$

Rozměry ozubených kol napínacích kladek jsou totožné s rozměrem hnaných kol: $D_{t3} = D_{t4} = D_{t2} = 53,067 \text{ mm}$ atd.

Předběžná délka řetězu:

$$L_p = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \frac{\alpha_1 \cdot (D + D_{t2})}{2} + \frac{\alpha_2 \cdot D_{t1}}{2} + \frac{\alpha_3 \cdot D_{t3}}{2} + \frac{\alpha_4 \cdot D_{t4}}{2}$$

$$L_p = 224 + 406 + 380 + 162 + \frac{4,677 \cdot (450 + 53,067)}{2} + \frac{3,491 \cdot 218,420}{2} + \frac{1,169 \cdot 53,067}{2} + \frac{0,576 \cdot 53,067}{2}$$

$$L_p = 2775,98 \text{ mm}$$

$$\text{Počet článků řetězu: } x = \frac{L}{t}$$

$$x = \frac{2775,98}{12,7} = 218,6$$

$$x = 218 \text{ článků}$$

$$\text{Zpětně délka řetězu: } L = x \cdot t$$

$$L = 218 \cdot 12,7 = 2768,6 \text{ mm}$$

Případné dílčí nepřesnosti vzniklé při odměřování vstupních hodnot se vyrovnají nastavením napínacích kladek. Vzhledem k malým přenášeným výkonům /viz. odst. 5. 5./ nebyla prováděna pevnostní kontrola řetězu.

5. 4. Upínací systém

Slouží k dostatečně přesnému a spolehlivému upnutí trubky po celou dobu jejího průchodu strojem. Je zobrazen na výkrese 2 KOM OS 238/01-02. Systém se skládá z těchto základních částí:

a/ hnací unašeč	12 ks
b/ upínací unašeč	12 ks
c/ unášecí kruhové desky	2 ks
d/ centrální hřídel	1 ks
e/ dráha	1 ks

Popis činnosti celého systému je uveden v kap.5. 12.

a/ hřídel je uložena ve valivých ložiscích typu 6004 mazaných tukem SP2-3, který odolává vyšším teplotám. Na hřídeli je upevněno ozubené kolo řetězového pohonu a kuželík. Na tělese kuželíku je nalisováno ozubené kolo pohonu barevníku popsané v odst. 5. 8. 1.

b/ hřídel tohoto unašeče je uložena v kluzném bronzovém pouzdru. Proti pootočení je zajištěna „imbus“ šroubem. Kuželík je uložen na valivém ložisku typu 6003 C3 S0 mazaném tukem SP2-3. Proti případnému vniknutí barvy je ložisko chráněno labirintem. Ložiska, která slouží k uvolňování jsou typu 6001 2Z. Mezní poloha hří-

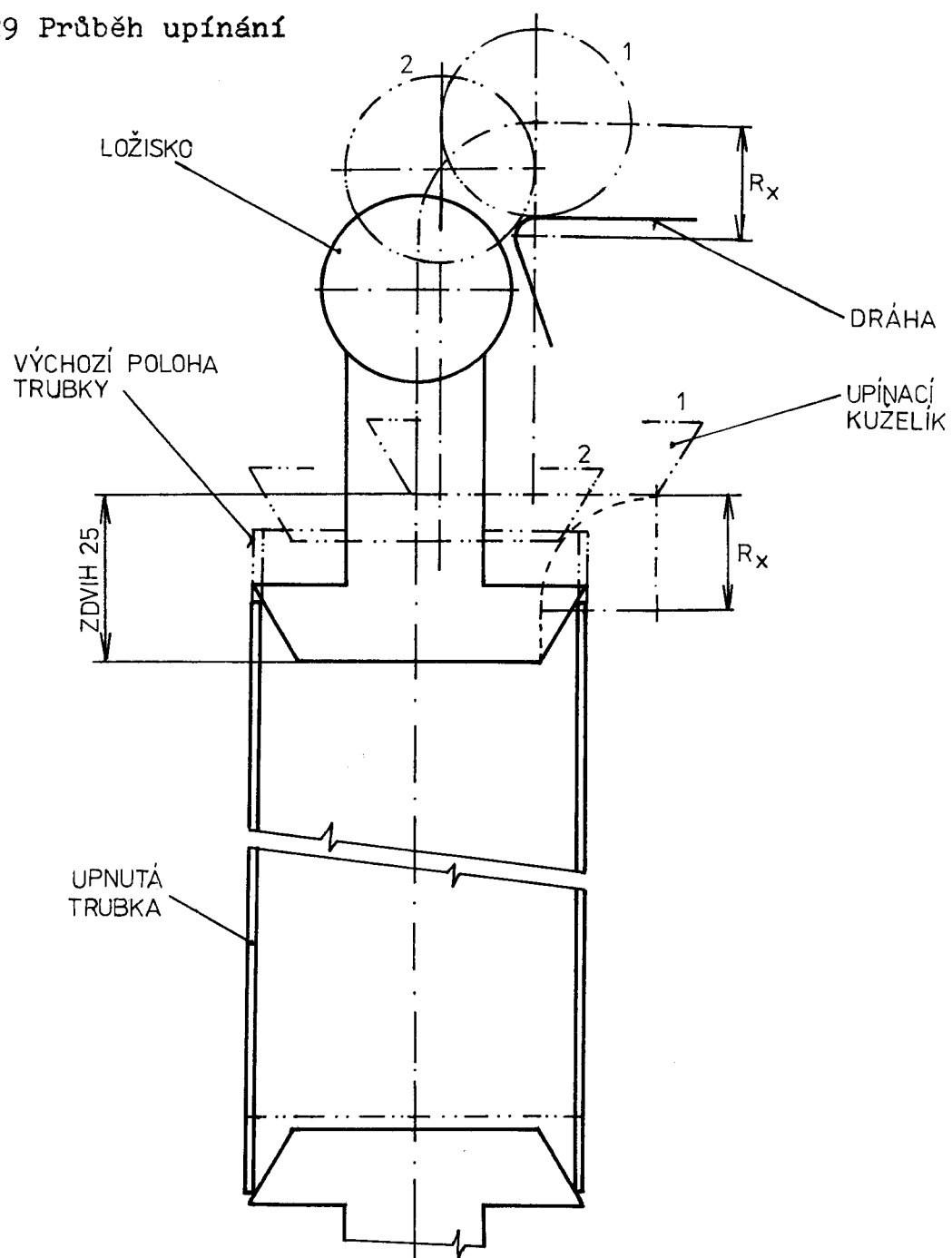
dele v případě, že není upnuta trubka je zajištěna kroužkem 22 ČSN 022930. Velikost upínací síly je dána pružinou /výpočet uveden v odst. 5. 4. 1./.

ad c/ na jedné desce jsou na průměru 450 mm pravidelně rozmístěny hnací unašeče a na druhé desce upínací unašeče. Deska s upínacími unašeči je přestavitelná o 40 mm /pro případ výroby cívek COPS obchodní délky 380/.

ad d/ na této hřídeli jsou na perech uloženy unášecí desky, vložené ozubené kolo a pásová brzda. Hřídel je uložen ve valivých ložiscích typu 6008 mazaných tukem.

ad e/ dráha zajišťuje zdvih upínacího kuželíku o 25 mm a jeho uvolnění v místě upínání trubky /viz. obr. 29/. Pomocí hranolu /pos. 8 na výkrese/ se realizuje její přestavitelnost na dva rozměry vyráběných trubek. Povolí-li se šroub /pos. 26/ a přemístí-li se hranol na druhou stranu stojanu, posune se dráha o 40 mm. Její přesná poloha je zajišťována kolíky. Vlastní dráhy, po kterých se pohybují ložiska, jsou řešeny vyměnitelně, pro případ poškození.

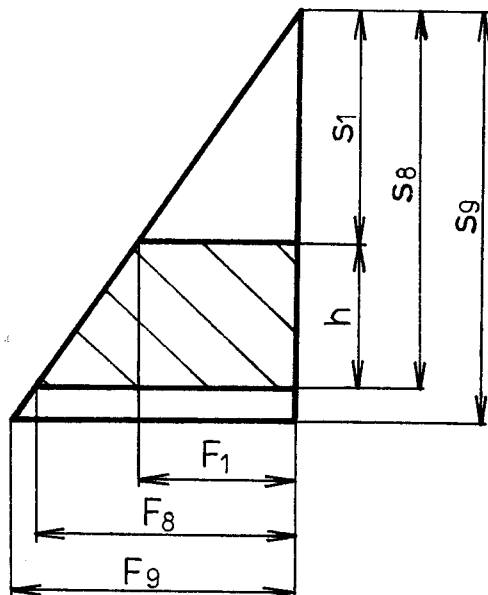
obr. 29 Průběh upínání



5. 4. 1. Výpočet upínací pružiny

Výpočet je proveden dle /6/.

obr. 30 Silový diagram



Vstupní parametry:

$h = 25 \text{ mm}$... pracovní zdvih

$D = 38 \text{ mm}$... střední průměr

$F_1 = 25 \text{ N}$... upínací síla

$F_8 = 50 \text{ N}$... síla v krajní poloze

$\tau_{Dm} = 800 \text{ MPa}$... dovolené napětí v krutu pro mat. 12 041

$$\tau_{Dm} = 0,8 \cdot R_m \quad R_m = 1000 \div 1400 \text{ MPa}$$

$G = 8,2 \cdot 10^4 \text{ MPa}$... modul pružnosti ve smyku

Předběžný průměr drátu:

$$d' = \frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{Dm}}$$

$$d' = \frac{8 \cdot 50 \cdot 38}{\pi \cdot 800} = 1,82 \text{ mm}$$

Poměr vinutí: $i = \frac{D}{d'}$

$$i = \frac{38}{1,82} = 20,09 > 10 \quad \text{smykovou sílu lze zanedbat}$$

Korekční součinitel napětí ve smyku:

$$K = \frac{i + 0,2}{i - 1}$$

$$K = \frac{20,09 + 0,2}{20,09 - 1} = 1,062$$

Opravený průměr: $d = d' \cdot K$

$$d = 1,82 \cdot 1,062 = 1,86 \text{ mm}$$

Průměr drátu dle ČSN: $d = 2 \text{ mm}$.

Stlačení pružiny silou F_1 : $s_1 = \frac{h \cdot F_1}{F_8 - F_1}$

$$s_1 = \frac{25 \cdot 25}{50 - 25} = 25 \text{ mm}$$

Stlačení pružiny silou F_8 : $s_8 = h + s_1$

$$s_8 = 25 + 25 = 50 \text{ mm}$$

Počet závitů: $n = \frac{s_8 \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot F_8 \cdot D^3}$

$$n = \frac{50 \cdot 82000 \cdot 2^4}{8 \cdot 50 \cdot 38^3} = 2,98$$

$$n = 3 \text{ závity}$$

Celkový počet závitů: $z = n + n_z$

$n_z = 2 \dots$ počet závěrných závitů

$$z = 3 + 2 = 5$$

Délka plně stlačené pružiny: $l_9 = z - 0,5 \cdot d$

$$l_9 = 5 - 0,5 \cdot 2 = 9 \text{ mm}$$

Vůle mezi závity: $v_0 = (0,2 \div 0,5) \cdot d$

$$v_0 = (0,2 \div 0,5) \cdot 2 = 1 \text{ mm}$$

Délka stlačené pružiny silou F_8 : $l_8 = l_9 + n \cdot v_0$

$$l_8 = 9 + 3 \cdot 1 = 12 \text{ mm}$$

Délka stlačené pružiny silou F_1 : $l_1 = l_8 + h$

$$l_1 = 12 + 25 = 37 \text{ mm}$$

Délka volné pružiny: $l_0 = l_1 + s_1$

$$l_0 = 37 + 25 = 62 \text{ mm}$$

5. 5. Pohon stroje

Propohon celého zařízení byla zvolena elektro-převodovka /dle /15/ základního typového označení TS 030 444, která je kombinací elektromotoru pevně spojeného s převodovou skříní s jedním šnekovým soukolím. Základní parametry převodovky: Typ TS 030 444.1

$a = 90$... velikost

$n_1 = 1400 \text{ ot min}^{-1}$... vstupní otáčky

$i = 80$... převodový poměr

$P = 0,25 \text{ kW}$... výkon převodovky

2AP 90 S-S ... elektromotor o příkonu 1,1 kW

380 V ... provozní napětí

Výrobce převodovky jsou Východoslovenské strojírny Košice. Na výstupním hřídeli převodovky jsou uložena řetězová kola pro pohon malt. mech. a unašečů.

Výstupní otáčky: $n_2 = \frac{n_1}{1}$

$$n_2 = \frac{1400}{80} = 17,5 \text{ ot min}^{-1}$$

5. 5. 1. Kontrola výkonu pohonu stroje

Teoretický výkon potřebný pro pohon malt. kříže, při zanedbání účinnosti převodu je:

$$P_m = \bar{M} \cdot \omega_{kl}$$

$$\bar{M}, \omega_{kl} \dots \text{dle odst. 5. 2. 2. 1. a 5. 2. 2. 2.}$$

$$P_m = 8,42 \cdot 1,013 = 8,52 \text{ W}$$

Výkon potřebný k pohonu rotačního pohybu trubek je také nepatrný, jelikož jako odporové síly působí pouze malé pasivní odpory uložení obou typů kuželíků /valivá ložiska/ a pasivní odpory poháněného barevníku.

Lze tedy říci, že výkon převodovky $P = 0,25 \text{ kW}$ plně postačuje k pohonu celého stroje.

5. 6. Zásobník

Z brousícího stroje CENTRLES přichází trubka na válečkový skluz, který je z boční strany připojen k zásobníku barvícího stroje. Ze skluzu tedy trubka padá do zásobníku, její správné nasměrování je zajišťováno pomocnými plechy. Zásobník je řešen jako nakloněná rovina, trubka sjíždí do upínací police vymezené dorazy.

5. 7. Výstupní manipulační zařízení

Po uvolnění trubka padá na nakloněnou rovinu a po ní sjíždí na pracovní stůl. Výkyvné uložení koncové části nakloněné roviny usnadňuje regulaci výšky pracovního stolu až do výše 750 mm, např. u současného stavu je výška stolu 685 mm. Aby nedocházelo k poškozování barvy, jsou na nakloněné rovině nalepeny dva páry gumových pásů. Pracovní stůl nového zařízení je původní, použije se stávající typ.

5. 8. Barevník

Je zpracován na výkrese 1 KOM OS 238/01-01. Při příchodu trubky do police barvení, dojde k odtlačení nanášecího válečku /pos. 5 na výkrese/ směrem proti působení pružin /pos. 24/, tím je zajištěn dokonalý styk povrchu trubky s válečkem. Současně přijde do záběru ozubené kolo, nalisované na unášecím kuželíku s ozubeným kolem, spojeným s nanášecím válečkem. Tím je zajištěn pohon barevníku. Převodový poměr je stanoven tak, aby trubka i nanášecí váleček měly stejnou obvodovou rychlost. Jelikož i při krátkodobém zastavení stroje dochází k slepení válečků, je mezi nanášecím válečkem a přítlačným válečkem /pos. 6/ realizován převod ozubenými koly, aby byl zajištěn přenos hnacího momentu potřebného k uvolnění válečku. Mezi přítlačným válečkem a nabíracím válečkem /pos. 7/ je hnací moment přenášen pouze třecí silou mezi válečky. Nabírací váleček je opatřen drážkou ve tvaru šroubovice, která napomáhá nabírání barvy. Nanášecí váleček je uložen ve valivých ložiscích typu 6200, což má tyto výhody:

- přesné navedení k povrchu barvené trubky
- malý valivý odpor
- vždy během 2÷3 měsíců lze předpokládat výměnu nanášecího

válečku, jelikož navulanizovaný polyuretan déle nevydrží působení reaktivní barvy. Pak lze pouze vyjmout ložiska z tělesa válečku a vsadit je do nového válečku.

Celou sadu válečků je nutné vždy alespoň jednou denně demonstrovat, aby mohlo dojít k jejich umytí a vylití barvy z vany. Nanášecí váleček je třeba mýt i před polední pauzou. Proto byla vhodnou konstrukcí zajištěna jejich snadná demontáž i montáž.

Popis demontáže válečků:

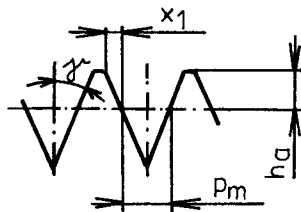
Nejdříve je vysunutím směrem nahoru nutno uvolnit dvě pružiny /pos. 24/. Pak je třeba sejmout z hřídele přítlačného válečku dvě pružiny /pos. 23/ spojené s pouzdry kluzných ložisek a tím váleček uvolníme. Váleček je možno vyjmout a umýt. Dále se demontáží dvou speciálních šroubů s rýhovanými hlavami uvolní nanášecí váleček a opět se mimo vanu omyje. Pak se celý rám vyjme z uložení ve vidlicích, tak aby nabírací váleček nebyl již ponořen do barvy. Nabírací váleček se vysune z ložiska a umyje./Nabírací váleček je uložen v ložiscích vyrobených z tvrzené tkaniny, jelikož tento materiál dobře odolává agresivní barvě a k mazání postačuje zmíněná barva./ Nakonec se umyje rám, ve kterém byly uloženy válečky a celá vana.

Vana s barvou je v pracovní poloze zajištěna pomocí dorazů. V případě, že by mezi kuželíky nebyla upnuta trubka, docházelo by k poškozování polyuretanového potahu boky kuželíků. Proto je na nášecím válečku upevněn kroužek/posice 14/, který se opře o vnější plochu kuželíku a zajistí tak vždy oddálení barevníku. Při přesuvu upínačů by mohlo dojít působením pružin k vyklopení válečků do volného prostoru, proto je na bočních deskách kolík, který tomuto jevu zamezí.

5. 8. 1. Výpočet ozubeného převodu mezi hnacím unaše- čem a barevníkem

Výpočet spočívá ve stanovení rozměrů ozubených kol. Hnací ozubené kolo má zuby ve tvaru trojúhelníkových výřezů /viz. obr. 31/ a hnané kolo má zuby vyrobené z ložiskových jehel. Toto uspořádání umožňuje kvalitní převod i v případě použití větších průměrů polyuretanových válečků, rozměry se pohybují v toleranci ± 2 mm na průměru. Také toto uspořádání má výhodu v tom, že nemůže dojít ke kolizi zubů obou kol při příchodu do záběru.

obr. 31 Profil zubů hnacího kola



Převodový poměr: $i = \frac{D_v}{D_t}$

$D_t = 49 \text{ mm}$... průměr trubky

$D_v = 60 \text{ mm}$... průměr nanášecího válečku

$$i = \frac{60}{49} = 1,22$$

Průměr roztečné kružnice hnacího kola: $D_1 = 49 \text{ mm}$ /voleno/

Průměr roztečné kružnice hnaného kola: $D_2 = D_1 \cdot i$

$$D_2 = 49 \cdot 1,22 = 60 \text{ mm}$$

Počet zubů hnacího kola $z_1 = \frac{D_1 \cdot \pi}{2 \cdot p_m}$

$p_m = 3,14$... šířka mezery /voleno/

Předpokládáme, že šířka zubu bude stejná.

$$z_1 = \frac{49 \cdot \pi}{2 \cdot 3,14} = 24,51$$

$$z_1 = 25$$

$$\text{Zpětně šířka zubu: } p_z = \frac{\pi \cdot D_1 - z_1 \cdot p_m}{z_1}$$

$$p_z = \frac{\pi \cdot 49 - 25 \cdot 3,14}{25} = 3,02 \text{ mm}$$

Zuby hnacího kola jsou vyrobeny z ložiskových jehel $\varnothing 3 \text{ mm}$.

$$\text{Počet zubů: } z_2 = i \cdot z_1$$

$$z_2 = 1,22 \cdot 25 = 30,5$$

$$z_2 = 30$$

$$\text{Zpětně: } i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{30}{25} = 1,2 \quad \text{vyhovuje}$$

Nepatrný rozdíl v převodovém čísle není závadou. Lze předpokládat, že rozdílné obvodové rychlosti způsobí částečný skluz válečku vůči trubce a tím dojde pouze k rozetírání nanášené vrstvy barvy. Což je žádoucí, jelikož barva musí být nanášena v tenké vrstvě, jinak nedojde k jejímu dokonalému vytvrzení. Ke změně převodového čísla dojde také při změně průměru nanášecího válečku, dané technologií jeho výroby.

Výška zubu hnacího kola: $h = 6,5 \text{ mm}$ /voleno/

Šířka hnacího kola: $t = 8 \text{ mm}$ /voleno/

Průměr hlavové kružnice: $D_{a1} = 54 \text{ mm}$

$$\text{Kontrola průměru } D_{a1}: \text{výška hlavy } h_a = \frac{D_{a1} - D_1}{2}$$

$$h_a = \frac{54 - 49}{2} = 2,5 \text{ mm}$$

$$x_1 = \operatorname{tg} \gamma \cdot h_a$$

$$x_1 = \operatorname{tg} 20^\circ \cdot 2,5 = 0,9 \text{ mm}$$

Musí platit: obvod kola = počet zubů . šířka mezery na obvodu kola

$$\pi \cdot D_{a1} = z_1 \cdot (2 \cdot x_1 + p_m)$$

$$\pi \cdot 54 = 25 \cdot (2 \cdot 0,9 + 3,14)$$

$$169,64 = 123,5 \quad \text{vyhovuje}$$

5. 8. 2. Výpočet ozubeného převodu mezi nanášecím válečkem a přítlačným válečkem

Výpočet spočívá v určení rozměrů ozubených kol.

Převodový poměr: $i = \frac{D_v}{D_p}$

$D_v = 60 \text{ mm}$... průměr nanášecího válečku

$D_p = 32 \text{ mm}$... průměr přítlačného válečku

$$i = \frac{60}{32} = 1,875$$

Počet zubů hnacího kola: $z_1 = 30$ /voleno/

Počet zubů hnaného kola: $z_2 = z_1 : i$

$$z_2 = 30 : 1,875 = 16$$

Průměr hlavové kružnice: $D_a = D + 2 \cdot h_a$

$h_a = m = 2$... výška hlavy /voleno/

$$D_{a1} = 60 + 2 \cdot 2 = 64 \text{ mm}$$

$$D_{a2} = 32 + 2 \cdot 2 = 36 \text{ mm}$$

Průměr patní kružnice: $D_f = D - 2 \cdot h_f$

$$h_f = 1,25 \cdot m = 2,5 \text{ mm} \dots \text{výška hlavy}$$

$$D_{f1} = 60 - 2 \cdot 2,5 = 55 \text{ mm}$$

$$D_{f2} = 32 - 2 \cdot 2,5 = 27 \text{ mm}$$

Šířka kol $b = 10 \text{ mm}$ /voleno/

5. 8. 3. Návrh pružiny I

Jde o pružinu pos. 23 na výkrese
1-KOM-OS-238/01-01. Pro výpočet byla volena celková přítlačná síla válečku $F_{pv} = 60 \text{ N}$. Jedna pružina tedy musí vyvinout sílu $F_8 = 30 \text{ N}$.

Vstupní parametry: $h = 18 \text{ mm}$... pracovní zdvih
 $D = 12 \text{ mm}$... střední $\varnothing$ pružiny
 $F_1 = 15 \text{ N}$... síla
 $F_8 = 30 \text{ N}$... přítlačná síla
 $\tau_{Dm} = 80 \text{ MPa}$... dovolené napětí v kru-
tu pro mat. 12041
 $\tau_{Dm} = 0,8 R_m$
 $R_m = 1000 \text{ } 1400 \text{ MPa}$
 $G = 8,2 \cdot 10^4 \text{ MPa}$... modul pružnosti
ve smyku

Grafické znázornění parametrů je totožné s obr. 30.

$$\text{Předběžný průměr drátu: } d' = \frac{8 \cdot F_8 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{Dm}}$$

$$d' = \frac{8 \cdot 30 \cdot 12}{\pi \cdot 800} = 1,05 \text{ mm}$$

Poměr vinutí: $i = \frac{D}{d}$

$$i = \frac{12}{1,05} = 11,43 > 10 \quad \text{smykovou sílu lze zanedbat}$$

Korekční součinitel napětí ve smyku: $K = \frac{i + 0,2}{i - 1}$

$$K = \frac{11,43 + 0,2}{11,43 - 1} = 1,12$$

Opravený průměr: $d = d' \cdot K$

$$d = 1,05 \cdot 1,12 = 1,09 \text{ mm}$$

Průměr drátu dle ČSN: $d = 1,12 \text{ mm}$

Prodloužení pružiny silou F_1 : $s_1 = \frac{h \cdot F_1}{F_8 - F_1}$

$$s_1 = \frac{18 \cdot 15}{30 - 15} = 18 \text{ mm}$$

Prodloužení pružiny silou F_8 : $s_8 = h + s_1$

$$s_8 = 18 + 18 = 36 \text{ mm}$$

Počet závitů: $n = \frac{s_8 \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot F_8 \cdot D^3}$

$$n = \frac{36 \cdot 8200 \cdot 1,12^4}{8 \cdot 30 \cdot 12^3} = 11,2$$

$$n = 11 \text{ závitů}$$

Vnitřní průměr pružiny: $D_2 = D - d$

$$D_2 = 12 - 1,12 = 10,88 \text{ mm}$$

Velikost oka: $o = D_2 \div 1,15 \cdot D_2 = 11 \text{ mm}$

Délka volné pružiny: $l_0 = n \cdot d + 2 \cdot o$

$$l_0 = 11 \cdot 1,12 + 2 \cdot 11 = 34,32 \text{ mm}$$

Délka pružiny zatížené silou F_1 : $l_1 = s_1 + l_0$

$$l_1 = 18 + 34,32 = 52,32 \text{ mm}$$

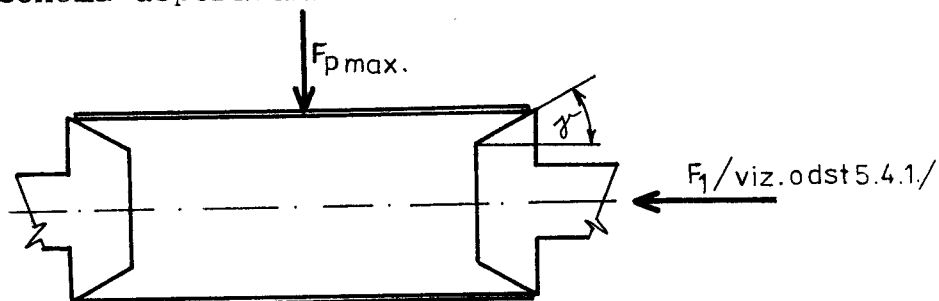
Délka pružiny zatížené silou F_8 : $l_8 = l_1 + h$

$$l_8 = 52,32 + 18 = 70,32 \text{ mm}$$

5. 8. 4. Výpočet pružiny II

Jde o pružinu posice 24 na výkrese 1-KOM-OS-238/01-01. Pro stanovení pracovní síly pružiny se vycházelo z tohoto předpokladu:

obr. 32 Schema uspořádání



Výsledná přitlačná síla F_p /přítlačná síla nanášecího válečku na trubku/ nesmí překročit sílu, při které by došlo k uvolnění trubky. Pro $F_{p \text{ max.}}$ můžeme tedy psát:

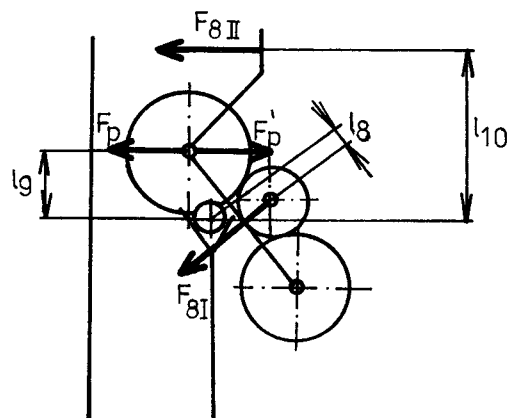
$$F_{p \text{ max.}} = \frac{2 \cdot F_1}{\operatorname{tg} \gamma}$$

$$F_{p \text{ max.}} = \frac{2 \cdot 25}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 86,6 \text{ N}$$

Při výpočtu nebyla uvažována třecí síla, která by přípustnou velikost síly $F_{p \text{ max.}}$ ještě zvýšila. Pro další výpočet budeme uvažovat výslednou přitlačnou sílu $F_p = 80 \text{ N}$.

Stanovení skutečné síly, jakou musí vyvodit jedna pružina II:

obr. 33 Schema uspořádání



Vstupní parametry: $l_9 = 30 \text{ mm}$

$l_8 = 12 \text{ mm}$

$l_{10} = 50 \text{ mm}$

Z obr. 33 lze psát rovnici:

$$F'_p \cdot l_9 + 2 \cdot F_{8I} \cdot l_8 - 2 \cdot F_{8II} \cdot l_{10} = 0$$

ze které vyplývá pro F_{8II}

$$F_{8II} = \frac{F'_p \cdot l_9 + 2 \cdot F_{8I} \cdot l_8}{2 \cdot l_{10}}$$

$$|F'_p| = |F_p|$$

$$F_{8II} = \frac{80 \cdot 30 + 2 \cdot 30 \cdot 12}{2 \cdot 50} = 31,2 \text{ N}$$

Pro další výpočet použijeme $F_{8II} \doteq 30 \text{ N}$

Návrh rozměrů pružiny II je obdobný dle odst. 5. 8. 3.

Vstupní parametry: $F_{8 \text{ II}} = 30 \text{ N}$

$$F_1 = 10 \text{ N}$$

$$h = 12 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$\tau_{Dm} = 800 \text{ MPa}$$

$$G = 8,2 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

Grafické znázornění parametrů je totožné s obr. 30.

$$d' = \frac{8 \cdot 30 \cdot 10}{\cdot 800} = 0,98 \text{ mm}$$

$$i = \frac{10}{0,98} = 10,2 > 10$$

$$K = \frac{10,2 + 0,2}{10,2 - 1} = 1,13$$

$$d = 0,98 \cdot 1,13 = 1,02 \text{ mm}$$

$$d \text{ dle ČSN} = 1,12 \text{ mm}$$

$$s_1 = \frac{12 \cdot 10}{30 - 10} = 6 \text{ mm}$$

$$s_8 = 12 + 6 = 18 \text{ mm}$$

$$n = \frac{18 \cdot 82000 \cdot 1,12^4}{8 \cdot 30 \cdot 10^3} = 9,67$$

$$n = 10 \text{ závitů}$$

$$D_2 = D - d = 10 - 1,12 = 8,88 \text{ mm}$$

$$o = 9 \text{ mm}$$

$$l_0 = 10 \cdot 1,12 + 2 \cdot 9 = 29,2 \text{ mm}$$

$$l_1 = 6 + 29,2 = 35,2 \text{ mm}$$

$$l_8 = 35,2 + 12 = 47,2 \text{ mm}$$

5. 9. Pásová brzda

Jelikož byl v konstrukci použit malt. mechanismus, je jisté, že bude při činnosti tohoto mechanismu docházet k nežádoucím rázům. Tyto rázy jsou částečně eliminovány použitím malt. kříže se šesti výřezy, jelikož čím vyšší je počet výřezů, tím nižší je hodnota max. zrychlení kříže. Aby však bylo zajištěno dokonalé tlumení všech rázů, bylo použito jako doplňujícího zařízení pásové brzdy. Brzda je v činnosti po celou dobu chodu stroje. Její brzdný moment je regulován pomocí regulačního šroubu na pásu.

5. 9. 1. Informativní výpočet brzdného momentu

Výpočet spočívá ve stanovení brzdného momentu, který by byl třeba k úplnému zabrzdění centrálního hřídele s upínacími deskami.

$$\text{Třecí práce na pásové brzdě: } 0,5 \cdot I_{10} \cdot \omega_{\text{hř.}}^2 = M_b \cdot \varphi$$

$$I_{10} = 2,252 \text{ kg m}^2 \quad \dots \quad \text{moment setrvačnosti dle odst.5.2.2.2.}$$

$$\omega_{\text{hř.}} = \mu_{12} \cdot \omega_{\text{kř.}} \quad \dots \quad \text{úhlová rychlost hřídele při otáčení}$$

$$\omega_{\text{kř.}} = 1,013 \text{ s}^{-1} \quad \dots \quad \text{" " kříže " "}$$

$$\varphi = 15^\circ = \frac{\pi}{12} \quad \dots \quad \text{brzdná dráha /voleno/}$$

$$\mu_{12} = 0,5 \quad \dots \quad \text{převodový poměr dle odst.5.2.2.2.}$$

$$\text{Lze psát: } M_b = \frac{I_{10} \cdot \mu_{12} \cdot \omega_{\text{kř.}}^2 \cdot 12}{2 \cdot \pi}$$

$$M_b = \frac{2,252 \cdot 0,5 \cdot 1,013^2 \cdot 12}{2 \cdot \pi} = 1,1 \text{ Nm}$$

Pro další výpočty uvažujeme moment $M_b = 4,4 \text{ Nm}$. Vypočtený brzdňý moment se totiž nemusí shodovat s momentem potřebným pro utlumení rázů. Vzhledem k malému brzdňému momentu nebyla prováděna pevnostní kontrola brzdy.

5. 10. Rám

Základ rámu tvoří spodní konstrukce, svařená z U profilů. Na této konstrukci je přivařena základní deska, na které jsou přišroubovány: zásobník, výstupní manipulační zařízení, kladky, dva stojany, horní rám atd. Na stojanech spočívá celá pracovní část stroje, upínače, převody atd. K hornímu rámu je šroubovými spoji připojen barevník. Celá horní část rámu je opatřena kryty. Ve spodní části rámu jsou pouze kryty ze strany přístupu k řetězům. Kryty v horní části zamezují:

- pracovním úrazům /kryjí pohybující se části stroje/
- vnikání prachu do pracovní části stroje
- úniku nebezpečných výparů mimo stroj

5. 11. Odsávání

Intenzivní odsávání škodlivých výparů je nutné jednak z hlediska ochrany zdraví pracovníků a také z důvodu nebezpečí výbuchu škodlivin při vyšších koncentracích výparů.

5. 12. Popis činnosti celého zařízení

Popis činnosti stroje je proveden od posice, kdy se upnutá trubka nachází v poloze mezi zásobníkem a barevníkem. Od této posice vykonává trubka rotační pohyb kolem své osy, který je zajištěn řetězovým převodem popsáním

popsaným v odstavci 5. 3. Pomocí malt. mech. se upínače s upnutou trubicí pootočí do police barvení. V této polici se na její povrch nanese barva pomocí nanášecího válečku. Pohon barevníku je popsán v odst. 5. 8. 1. Po nebarvení přesouvá malt. mech. upnuté trubky do dalších polic pod jednotlivými infrazářiči. Po projití sušící části stroje přijde trubka do spodní police. Zde je stále upnuta, ale již se neotáčí a neohřívá. Při postupu trubky do další police najedou uvolňovací ložiska upínacího kuželíku na dráhu a uvolní upnutou trubku. Ta padá na nakloněnou rovinu a sjíždí na pracovní stůl. Následující police upínačů je volná police, upínací kuželík je stále přitážen proti síle pružiny. V průběhu přetáčení do výchozí popisované police vyjedou ložiska z dráhy a dojde k upnutí nové trubky mezi oba kuželíky silou upínací pružiny. Další trubka sjede ze zásobníku do vychystávací police.

6. T E C H N I C K O - E K O N O M I C K Ý R O Z B O R

6. 1. Ekonomický rozbor stávajícího barvicího stroje

Výpočet spočívá v určení denní produkce, roční produkce, technologického taktu stroje a energetické náročnosti. Pro operaci barvení platí tyto základní údaje:

Produkce ... 290 ks/hod

Pracnost ... 20,7 Nm/100 ks

Přímé mzdové náklady ... 3,48 Kčs/100 ks ... PN_{ms}

Stroj pracuje v jednosměnném provozu, tj. 8,5 hod.

Dovolená činí ročně 18 dní.

Obsluha stroje pracuje v 5. třídě TKK, tj. 10,10 Kčs/hod.

Cena el. energie: základní 0,37 Kčs/kWh

skutečná 0,65 Kčs/kWh, tj. po přepočtu
přes různé opravné koeficienty platící pro
závod Elitex.

a/ Výpočet denní produkce:

$$\text{denní produkce} = \frac{\text{délka pracovní doby} \cdot 60 \cdot 100}{\text{pracnost}} \quad (12)$$

$$\text{denní produkce} = \frac{8,5 \cdot 60 \cdot 100}{20,7} = 2463,77 \text{ ks/den}$$

$$\text{denní produkce} = 2464 \text{ ks/den}$$

b/ Výpočet roční produkce:

Časové fondy obsluhy:

Časový fond nominální: $F_{\check{c}pn} = (\text{poč. dní v roce} - \text{dny pracovního volna} - \text{dny prac. klidu} - \text{státem uznané svátky}) \cdot \text{dl. prac. směny}$

$$F_{\check{c}pn} = 365 - 109 \cdot 8,5 = 2176 \text{ hod/rok}$$

Časový fond efektivní: $F_{\check{c}pe} = F_{\check{c}pn} - \text{plánované absence}$

plán. absence ... u obsluhy tohoto stroje přichází
v úvahu pouze dovolená, při ostatních
absencích zastupuje obsluhu
jiný pracovník

$$F_{\check{c}pe} = (2176 - 18) \cdot 8,5 = 2023 \text{ hod/rok}$$

$$\text{počet pracovních dní} = \frac{F_{\check{c}pe}}{8,5} = 238 \text{ dní}$$

Roční produkce:

$$\text{roční produkce} = \frac{F_{\text{čpe}} \cdot 60 \cdot 100}{\text{pracnost}}$$

$$\text{roční produkce} = \frac{2023 \cdot 60 \cdot 100}{20,7} = 586\,376,81 \text{ ks/rok}$$

Skutečná roční produkce:

$$\text{skut. roč. produkce} = \text{roč. produkce} \cdot k_{\text{pkn}} \quad (13)$$

$$k_{\text{pkn}} = \text{koef. překračování výkonnostních norem}$$

$$k_{\text{pkn}} = 1,073$$

$$\begin{aligned} \text{skut. roč. produkce} &= 586\,376,81 \cdot 1,073 = \\ &= 629\,182,32 \text{ ks/rok} \end{aligned}$$

Skutečná roční produkce činí 630 000 ks/rok.

c/ Výpočet technologického taktu stroje

Takt stroje daný technickým řešením je 9,4 s.

Skutečný takt:

$$\text{skutečný takt} = \frac{\text{dl. prac. doby} \cdot 3600}{\text{denní produkce}}$$

$$\text{skutečný takt} = \frac{8,5 \cdot 3600}{2464} = 12,42 \text{ s}$$

technologický takt $\equiv$ skutečný takt

Technologické přestávky: $t_p = \text{skut. takt} - \text{takt stroje}$

$$t_p = 12,42 - 9,4 = 3,02 \text{ s}$$

t_p ... např. ranní příprava barvy, odpolední mytí barevníku, polední pauza atd.

d/ Výpočet energetické náročnosti

Skutečný příkon celého stroje:

hydraulický agregát /hnací el. motor/	0,75 kW
dva zářiče $\bar{a}$ 3 kW	6 kW
hnací el. motor	<u>1,1 kW</u>
celkem	7,75 kW

roční spotřeba el. energie = denní čas práce stroje . cel-
ková spotřeba . počet prac.dní

roční spotřeba el. energie = $6,5 \cdot 7,75 \cdot 238 = 11\,989,25$
kWh/rok

denní čas práce stroje ... průměrný čas v průběhu celé-
ho roku /technolog. přestáv-
ky, opravy/

Cena spotřebované el. energie:

$E_s = \text{roční spotřeba el. energie} \cdot \text{sazba}$

$E_s = 11\,989,25 \cdot 0,65 = 7793,01 \text{ Kčs/rok}$

6. 2. Ekonomické hodnocení nového stroje

Pro výpočet ekonomické efektivnosti nového za-
řízení byla zvolena metoda výpočtu doby úhrady.

$$T_u = \frac{JIN}{\Delta PN} \quad [\text{roky}] \quad (14)$$

JIN ... jednorázové investiční náklady

ΔPN ... průměrná roční úspora provozních nákladů

6. 2. 1. Vyjádření průměrné roční úspory provozních nákladů

$$\Delta PN = \left(\frac{\Delta PN_m}{100} \cdot Rp \cdot \text{přirážka na sociální zabezpečení} + \Delta E \right) \cdot \text{opravný součinitel} \quad (15)$$

ΔPN_m [Kčs/100 ks]	...	úspora přímých mzdových nákladů
Rp [ks/rok]	...	roční produkce nového zařízení
ΔE [Kčs/rok]	...	úspora energií
1,5	...	přirážka na soc. zabezpečení
1,6	...	opravný součinitel

a/ Úspora energií

Skutečný příkon nového zařízení:

8 zářičů $\bar{a}$ 500 W	4 kW
hnací el. motor	<u>1,1 kW</u>
celkem	5,1 kW

roční spotřeba el. energie = denní čas práce stroje . celková spotřeba . počet prac. dní

$$\text{roční spotřeba el. energie} = 6,5 \cdot 5,1 \cdot 238 = 7889,7 \text{ kWh/rok}$$

denní čas práce stroje ... volen stejný jako u stávajícího zařízení

Cena spotřebované el. energie:

$$E_n = \text{roční spotřeba el. energie} \cdot \text{sazba}$$

$$E_n = 7889,7 \cdot 0,65 = 5128,3 \text{ Kčs/rok}$$

Úspora energií: $\Delta E = E_s - E_n$

$$\Delta E = 7793,01 - 5128,3 = 2664,71 \text{ Kčs/rok}$$

b/ Úspora mzdových nákladů

Skutečný technologický takt:

Skutečný technolog. takt = takt daný konstrukcí stroje +
technologické přestávky

takt daný konstrukcí stroje ... 6,2 s /viz. odst.5.2.2.1./

technologické přestávky ... 3,02 s /volené jako u stá-
vajícího zařízení/

$$\text{skutečný technolog. takt} = 6,2 + 3,02 = 9,22 \text{ s}$$

Vztah pro výpočet denní produkce vyjádříme ze vztahu (12)

$$\text{denní produkce} = \frac{\text{délka prac. doby} \cdot 3600}{\text{skut. technolog. takt}}$$

$$\text{denní produkce} = \frac{8,5 \cdot 3600}{9,22} = 3319 \text{ ks/den}$$

Roční produkce:

$$\text{roční produkce} = \text{denní produkce} \cdot \text{počet prac. dní}$$

$$\text{roční produkce} = 3319 \cdot 238 = 789\,922 \text{ ks/rok}$$

Skutečná roční produkce dle (13) :

$$R_p = \text{roční produkce} \cdot k_{pkn}$$

$$k_{pkn} = 1,073 \dots \text{voleno jako u stávajícího zařízení}$$

$$R_p = 789\,922 \cdot 1,073 = 847\,586,3$$

$$R_p = 848\,000 \text{ ks/rok}$$

Přepočet pracnosti na 100 ks:

$$\text{pracnost} = \frac{\text{dl. prac. doby} \cdot 60 \cdot 100}{\text{denní produkce}}$$

$$\text{pracnost} = \frac{8,5 \cdot 60 \cdot 100}{3319} = 15,4 \text{ Nm}$$

Nm ... normominyuty

Přímé mzdové náklady na 100 ks:

$$\text{PN}_{\text{mn}} = \frac{\text{pracnost}}{60} \cdot \text{sazba 5. třídy}$$

$$\text{PN}_{\text{mn}} = \frac{15,4}{60} \cdot 10,10 = 2,59 \text{ Kčs/100 ks}$$

Úspora mzdových nákladů:

$$\text{PN}_{\text{m}} = \text{PN}_{\text{ms}} - \text{PN}_{\text{mn}}$$

$$\text{PN}_{\text{m}} = 3,48 - 2,59 = 0,89 \text{ Kčs/100 ks}$$

Průměrná roční úspora provozních nákladů dle (15):

$$\text{PN} = \frac{0,89}{100} \cdot 848\,000 \cdot 1,5 + 2664,71 \cdot 1,6$$

$$\text{PN} = 22\,376,82 \text{ Kčs/rok}$$

6. 2. 2. Vyjádření jednorázových investičních nákladů

Jde o vyjádření JIN v případě výroby nového stroje v dílnách technického rozvoje Elitexu Jablonec.

$$\text{JIN} = \text{PN}_{\text{mat}} + \text{PN}_{\text{mzd}} + \frac{\text{PN}_{\text{mzd}} \cdot \% R}{100} \quad (16)$$

PN_{mat} ... přímé materiálové náklady

PN_{mzd} ... přímé mzdové náklady, $\% R$... režie 248 %

a/ Přímé materiálové náklady

SVC nakupovaných součástí stroje:

Cena použitých ložisek:

$$SVC_1 = \sum (\text{počet ložisek určitého typu} \cdot SVC)$$

Typ: 6004	30 . 10,90 = 327 Kčs
6008	2 . 35 = 70 Kčs
6001 2Z	24 . 12,20 = 292,8 Kčs
6005	4 . 12,92 = 51,68 Kčs
6003 SO C3	12 . 9,20 = <u>110,4</u> Kčs

$$SVC_1 = 851,88 \text{ Kčs}$$

$$SVC_1 \doteq 852 \text{ Kčs}$$

Cena převodovky TS 03 444.2 byla odhadnuta dle ceny obdobné převodovky na cca 3000 Kčs.

Cena zářičů:

$$SVC_z = \text{počet zářičů} \cdot SVC$$

SVC jednoho zářiče ... 25,50 Kčs /topná tyč typu 5704
provedení 024/

$$SVC_z = 8 \cdot 25,50 = 204 \text{ Kčs}$$

Pro odhad ceny ostatních součástí stroje byla vypočítána jejich přibližná hmotnost:

- z odst. 5. 2. 2. 2. lze zjistit hmotnost upínacího mechanismu + části převodů $m_1 = 62 \text{ kg}$
- spodní rám - je vyroben z profilů U 65/B ČSN 42 55 70
hmotnost jednotky = 7,09 kg/m
celková délka = 9 m
celková hmotnost $m_2 = 64 \text{ kg}$

- horní rám - je vyroben z profilu L 40 x 40 x 4
ČSN 42 55 41.01
hmotnost jednotky = 2,42 kg/m
celková délka = 6 m
celková hmotnost $m_3 = 15 \text{ kg}$
- dva boční stojany - celkový objem $V = 0,0094 \text{ m}^3$
celková hmotnost $m_4 = 74 \text{ kg}$
- základní deska - celkový objem $V = 0,0052 \text{ m}^3$
celková hmotnost $m_5 = 41 \text{ kg}$

Celková hmotnost všech těchto součástí:

$$m_c = \sum_{i=1}^5 m_i = 256 \text{ kg}$$

Z tohoto údaje byla odhadnuta hmotnost celého stroje na cca 350 ÷ 400 kg.

Velkoobchodní cena jedné tuny oceli třídy 11 se pohybuje v rozmezí 3000 ÷ 4000 Kčs. Velikost přímých materiálových nákladů pak byla stanovena dle následujícího vztahu:

$$\begin{aligned} \text{SVC}_{\text{mat}} = & \text{SVC}_1 + \text{cena převodovky} + \text{SVC}_z + \\ & + \frac{m_c \cdot \text{cena jedné t oceli}}{1000} \end{aligned}$$

$$\text{SVC}_{\text{mat}} = 852 + 3000 + 204 + \frac{400 \cdot 4000}{1000} = 5656 \text{ Kčs}$$

Jelikož v tomto informativním výpočtu nejsou zahrnuty všechny aspekty, které mají vliv na celkovou cenu materiálu např. cena spojovacího materiálu, elektromateriálu, skelné vaty, ušlechtlejších materiálů než ocel tř. 11 apod., byly stanoveny přímé materiálové náklady $\text{PN}_{\text{mat}} \doteq 20\,000 \text{ Kčs}$.

b/ Přímé mzdové náklady

Lze předpokládat pracnost výroby nového zařízení zhruba

takto: svařování 700 Nh
 obrábění 1600 Nh
 montáž 1000 Nh

Tyto operace jsou zařazeny v dělnických třídách dle TKK

takto: svářeči 6. tř. $\bar{a}$ 11,40 Kčs/hod
 obráběči 7. tř. $\bar{a}$ 12,80 Kčs/hod
 montéři 8. tř. $\bar{a}$ 14,40 Kčs/hod

Přímé mzdové náklady:

$$PN_{mzd} = \sum (\text{normohodiny} \cdot \text{příslušná sazba})$$

$$PN_{mzd} = 700 \cdot 11,40 + 1600 \cdot 12,80 + 1000 \cdot 14,40$$

$$PN_{mzd} = 42860 \text{ Kčs} \quad \text{zaokrouhleno } PN_{mzd} \doteq 43\,000 \text{ Kčs}$$

Jednorázové investiční náklady dle (16):

$$JIN = 20\,000 + 43\,000 + \frac{43\,000 \cdot 248}{100} = 169\,640 \text{ Kčs}$$

$$JIN \doteq 170\,000 \text{ Kčs}$$

6. 2. 3. Závěr ekonomického hodnocení

Doba úhrady dle 14 :

$$T_u = \frac{170\,000}{22\,376,82} = 7,6 \text{ roků}$$

Nový stroj se tedy zaplatí pouze úsporou provozních nákladů za 7,6 roků, což je pro jednoúčelové stroje ještě přípustná hodnota.

6. 2. 4. Technické hodnocení

Koncepce nového barvícího stroje odpovídá požadavkům podniku formulovaným v odst. 3. 2. a respektuje závěry vyplývající z rozboru úkolu odst. 2. 4.

Jednotlivé díly konstrukce jsou navrženy s ohledem na jejich kusovou výrobu. Řízení stroje je jednoduché, založené na mechanickém principu.

V nové konstrukci se nepodařilo zcela odstranit rázy vznikající činností malt. mech., proto bylo nutné použít tlumení /pás. brzdu/. Také hlučnost při upínání /náraz kuželíků na trubku/ zůstává stejná jako u stávajícího stroje. K hlavním výhodám této konstrukce oproti stávajícímu typu zařízení patří: nižší energetická náročnost, zvýšení produkce, odstranění nutnosti dosoušení trubek na sušáku atd. Jelikož není nutné rovnat trubky do sušáku, je možné vhodnou organizací pracoviště, případnou tvarovou úpravou palet pro mezioperační dopravu zajistit, že obsluha může kontrolu a třídění trubek provádět vsedě.

Při realizaci předloženého návrhu je třeba vyrobit dvě sady válečků barevníku a dva zásobníky, aby bylo možné přestavit stroj na oba rozměry trubek /obchodní délky 450 a 380/. Ostatní části stroje, které je nutno při změně výroby přeseřizovat jsou řešeny přestavitelně.

7. Z_Á_V_Ě_R

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout jednorúčelový barvicí a sušicí stroj na výrobu dloužících cívek COPS.

V předložené práci je zpracován konstrukční návrh nového zařízení podložený rozměrovými a návrhovými výpočty. Správná volba doby sušení barvy je ověřena měřením na funkčním vzorku infrazářiče. Ekonomická efektivnost nového stroje je vyjádřena dobou úhrady, úsporou provozních nákladů.

Nové zařízení snižuje pracnost a energetickou náročnost výroby dloužících cívek COPS.

Na tomto místě chci poděkovat ing. Miroslavu Martínkovi za odborné vedení diplomové práce a ing. Jiřímu Skopovému za cenné rady při konzultační činnosti.

Děkuji také Doc. ing. J. Patočkovi, CSc. za nezjištnou pomoc při realizaci měření provedených v kap. 3 a ing. I. Kubelkové, CSc. za rady při volbě metody ekonomického hodnocení.

V Liberci dne 1. 6. 1989

Jiří Boháč
Jiří Boháč

8. S_E_Z_N_A_M_-_P_O_U_Ž_I_T_É_-_L_I_T_E_R_A_T_U_R_Y

- /1/ Chvála, B. : Mechanisace a automatisace obráběcích strojů, SNTL/Alfa 1970
- /2/ Bolek, A. : Hřídelové spojky, SNTL 1967
- /3/ Ačerkan, N.S.: Výpočet a konstrukce obráběcích strojů II, SNTL 1955
- /4/ Vávra, P. : Strojnické tabulky, SNTL 1984
- /5/ Černoch, S. : Strojně technická příručka, SNTL 1958
- /6/ Prášil, L. : Části a mechanismy strojů, skripta VŠST, Liberec 1988
- /7/ Mayer, J. : Teoretické základy energetických zařízení II, skripta VŠST, Liberec 1984
- /8/ Pustka, Z. : Konstrukční projekt, skripta VŠST, Liberec 1985
- /9/ Katalog nátěrových hmot II, Merkur 1983
- /10/ Valivá ložiska, ZKL 1973
- /11/ Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1986 - 1990 a výhled do roku 2000, zvláštní příloha Rudého práva č. 75, 1986
- /12/ Podklady k. p. Elitex, Stráž nad Nisou
- /13/ Výkresová dokumentace výroby topných tyčí, Elektropraga Hlinsko
- /14/ Výrobní program, MEZ Mohelnice
- /15/ Elektropřevodovky s šnekovým převodem, Východoslovenské strojírny Košice

9. S E Z N A M P Ř Í L O H

	počet listů
č. 1/ Program pro počítač PMD 80 a výsledné hodnoty $\dot{q}$ výpočtu sdílení tepla konvekci	1
č. 2/ Program pro počítač PMD 80 a výsledné hodnoty $\dot{q}$ výpočtu sdílení tepla sáláním	1
č. 3/ Fotografie funkčního vzorku infrazářiče	2

Příloha č.1

A= 12	616000-121
11000	4000
170.15	1384
120.15	2250
170.15	1100
120.15	4000
170.15	4000

A= 12	616000-121
11000	4000
170.15	1384
120.15	2250
170.15	1100
120.15	4000
170.15	4000

A= 10	616000-122
11000	4000
170.15	1384
120.15	2250
170.15	1100
120.15	4000
170.15	4000

A= 20	616000-121
11000	4000
170.15	1384
120.15	2250
170.15	1100
120.15	4000
170.15	4000

```

10 READ SUTLINE, REFLA, COMUT, T1
20 REFLA = 0.25 * 24 * 3600
30 COMUT = 4000 * 24 * 3600
40 IF REFLA < 0 THEN REFLA = 0
50 IF COMUT < 0 THEN COMUT = 0
60 IF REFLA > 0 THEN REFLA = 0.25 * 24 * 3600
70 IF COMUT > 0 THEN COMUT = 4000 * 24 * 3600
80 NEXT T1
90 GO TO A
100 END

```

Příloha č.2

[illegible][illegible]

Podst. kusů	Název - rozměr	Podstat. číslo	Mat. značka	Mat. výchozí	Průř. odp.	Č. umělosti	Číslo výkresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Rám	Svařenec						1
1	Vana	Svařenec						2
1	Víko	Svařenec						3
1	Bočnice	Svařenec						4
1	Válec TRKR 44,5x8-472	ČSN 425715.01	11373		001			5
1	Válec KR 40 - 405	ČSN 427510.02	424432		818			6
1	Válec KR 63 - 405	ČSN 427510.02	424432		818			7
2	Šroub KR 38 - 50	ČSN 425510.1	11500		001			8
1	Čep KR 15 - 115	ČSN 425510.1	11500		001			9
1	Čep KR 15 - 100	ČSN 425510.1	11500		001			10
1	Čep KR 15 - 85	ČSN 425510.1	11500		001			11
1	Čep KR 15 - 70	ČSN 425510.1	11500		001			12
2	Čep KR 21 - 30	ČSN 425510.1	11500		001			13
1	Kroužek TR KR 60-20	ČSN 425715.01	12021.4	12021.0	007			14
2	Držák 4 HR 22-50	ČSN 425520.00	11373		001			15
2	Kryt TR KR 32-10	ČSN 425715.01	11373		001			16
2	Vedení KR 50 - 6	ČSN 426510.12	11373		001			17
1	Těleso TR KR 70x16-25	ČSN 425715.01	11523		001			18
1	Polyuretan							19
2	Ložisko D 10x40x30	ČSN 644311	644311					20

JIRÍ BOHÁČ

24.5.89

VŠST
LIBEREC

BAREVNÍK

4-KOM-OS-238/01-01-01

Počet kusů	Název - rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	Třída odp.	Č. množství	Číslo výkresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Držák	Svařenec						1
15	Pouzdro TR KR 60x12-38	ČSN 425715.01	11373		001			2
12	Pouzdro TR KR 51x14-34	ČSN 425715.01	11373		001			3
12	Kuželík KR 50-33	ČSN 426510.12	14220.4	14220.0	021			4
12	Kuželík KR 50-30	ČSN 426510.12	14220.4	14220.0	021			5
1	Dráha P 25x35x135	ČSN 425310.12	14220.4	14220.0	021			6
1	Dráha P 25x35x105	ČSN 425310.12	14220.4	14220.0	021			7
1	Hranol P 45x70x93	ČSN 425310.12	11373		001			8
1	Kryt P 1x68x100	ČSN 425301.22	11373		001			9
12	Ůzubené kolo KR 60-22	ČSN 426510.12	12020.4	12020.0	007			10
12	Hřídel KR 30 - 125	ČSN 426510.12	12020.4	12020.0	007			11
12	Čep KR 14-58	ČSN 426510.12	11600		001			12
12	Ozubené kolo KR 60 - 12	ČSN 426510.12	11600		001			13
30	Kryt TR KR 44,5x14-6	ČSN 425715.01	11373		001			14
12	Kroužek TR KR 28x6-12	ČSN 425715.01	11373		001			15
12	Opěrka KR 35-12	ČSN 426510.12	11373		001			16
12	Kroužek TR KR44,5x14-10	ČSN 425715.01	11373		001			17
12	Kroužek TR KR 32x6-6	ČSN 425715.01	11373		001			18
24	Kroužek TR KR 22x6-11	ČSN 425715.01	11373		001			19
12	Čep KR 25-95	ČSN 426510.12	12020.4	12020.0	007			20

JIRÍ BOHÁČ

245. 89

VŠST
LIBEREC

UPÍNAČÍ
MECHANISMUS

4-KOM-OS-238/01-02-01

Počet listů

List

Číslo kusů	Název - rozměr	Polozna	Mat. kor.	Mat. kor.	Mat. kor.	Mat. kor.	Mat. kor.	Mat. kor.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Pružina KR 2 - 600	ČSN 426403	12041.7	12041.0	002			21
12	Pouzdro A 22/26x30	ČSN 023499	423182		335			22
12	Šroub M5 x 10	ČSN 021143.52						23
12	Šroub M5 x 10	ČSN 021143.51						24
2	Šroub M 10 x 22	ČSN 021103.52						25
1	Šroub M 12 x 75	ČSN 021101.52						26
12	Kolík 4 x 30	ČSN 022150.2						27
12	Kolík 4x 36	ČSN 022150.2						28
4	Kolík 5 x 12	ČSN 022150.2						29
1	Kolík 8 x 25	ČSN 022150.2						30
1	Kolík 8 x 20	ČSN 022150.2						31
2	Kolík 6 x 20	ČSN 022150.2						32
12	Kroužek 22	ČSN 022930						33
24	Kroužek 12	ČSN 022930						34
2	Podložka 10	ČSN 021740.02						35
1	Podložka 12	ČSN 021740.02						36
1	Matice M 12	ČSN 021401.02						37
30	Ložisko 6004	ČSN 024630						38
12	Ložisko 6003C3S0	ČSN 024630						39
24	Ložisko 6001-2Z	ČSN 024630						40

JIRÍ BOHÁČ

24.5. 89

VŠST
LIBEREC

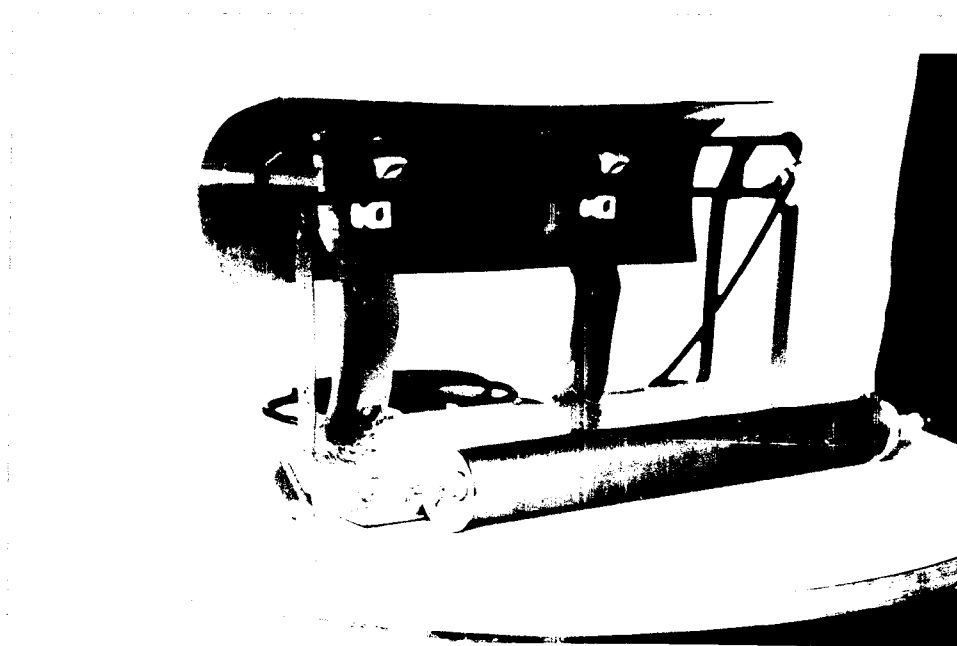
UPÍNAČÍ
MECHANISMUS

4-KOM-OS-238/01-02-02

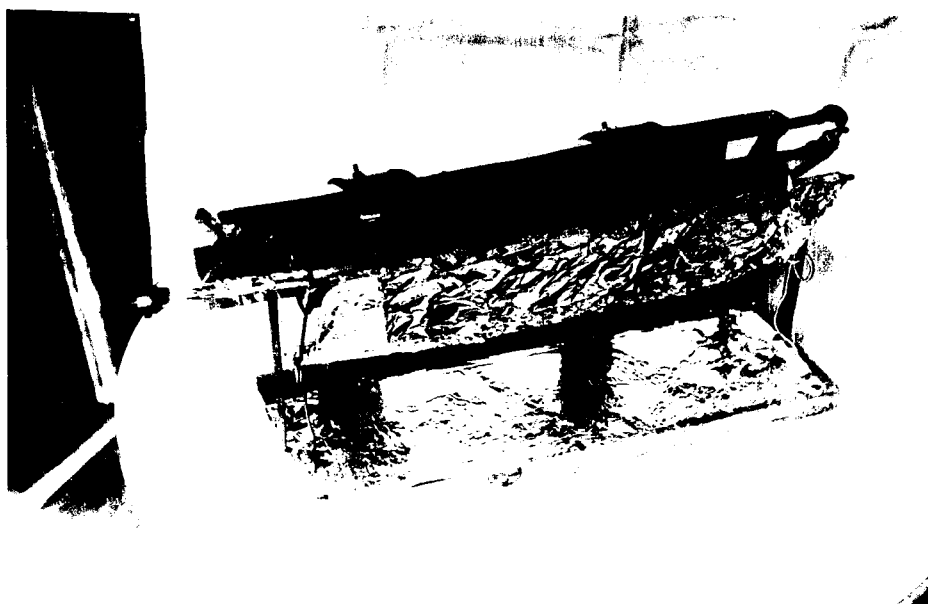
Číslo listů

11

Příloha č. 3

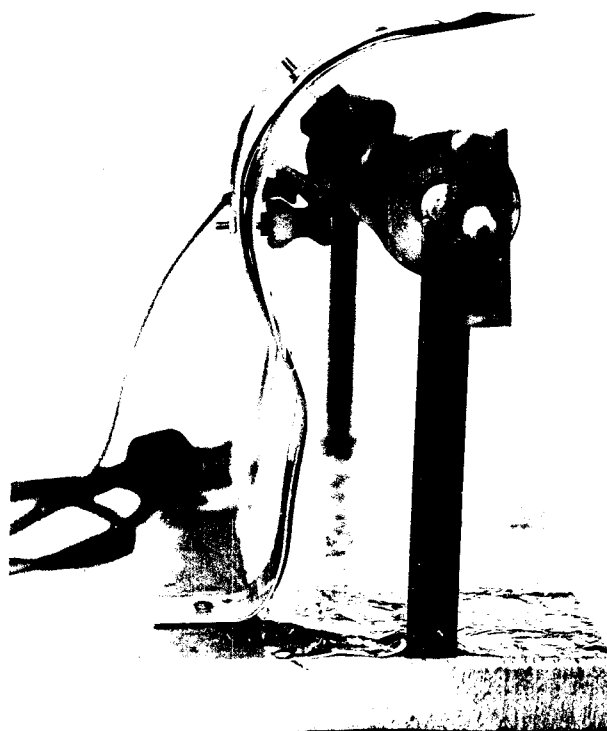


Celkový pohled na funkční vzorek infrazářiče
/bez odrazného plechu II/



Celkový pohled na funkční vzorek infrazářiče
/s odrazným plechem II/

Příloha č. 3



Boční pohled na funkční vzorek infrazářiče