

## DIPLOMNÍ ÚKOL

Vladimíra K O N O P Á S K Á

pro

odbor

konstrukce textilních strojů

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

Název tématu:

Dávkování barvy pro textilní tisk.

Pokyny pro vypracování:

Vyřešte zařízení pro čerpání a nanášení tisk. barvy do jednotky rotačního šablonového tisku v presserovém uspořádání, aby splňovalo následující požadavky:

- 1/ Čerpání a nanášení všech běžně používaných barviv pro filmový tisk /s použitím odpovídajících záhustek/.
- 2/ Čerpání barev uvažováno pomocí čerpadel.
- 3/ Parametry pro volbu čerpadla:
  - a) viskozita barvy 20 až 200 stupňů E,
  - b) max. množství 12 l/min.
  - c) dopravní výška 2 m v.s.
- 4/ Požadavky na konstrukční provedení čerpadla:
  - a) materiál čerpadla odolný proti agresivním dopravovaným barvám,
  - b) možnost odčerpání barvy z trysky při zastavení stroje,
  - c) snadná rozebíratelnost a umývatelnost.
- 5/ Dodávání a nanášení barviva do šablony pomocí trysky s gumovými břitzy.
- 6/ Možnost šířkové nastavitelnosti trysky.
- 7/ Automatická regulace tlaku v trysce při různých rychlostech stroje s přesností  $\pm 100$  mm v.s.
- 8/ Náhon čerpadla řešit v souvislosti s automatickou regulací.
- 9/ Proveďte zhodnocení stávajícího provedení VÚTS a ostatních výrobců a navrhněte nové řešení s oddůvodněním.
- 10/ Rychlost stroje 50 m/min.

Pro ověření se zúčastněte některých zkoušek prováděných ve VÚTS:

- a) některá ověření parametrů zadanych pro čerpadlo,
- b) zkoušky s různě tvarovanými břitzy stěrky pro ověření množství zatřeného barviva na tkaninu.

Pracovní list se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 12. srpna 1962 - Věstník MŠK VIII, seriál 24 ze dne 3. října 1962 § 19 autorského zákona č. 115/33 Sb.

V 46/1968

Rozsah grafických laboratorních prací: Sestavné výkresy jednotlivých skupin /regulace tlaku, trysky, čerpadla/ a celkovou sestavu.  
Rozsah průvodní zprávy: Detailní výkresy některých částí čerpadla a automat regulace.

cca 40 stran strojopisu

Seznam odborné literatury:

Prospektová literatura,  
provedení VÚTS v Liberci.

Vedoucí diplomní práce: Prof.Ing.F.Pompe

Konsultanti: Ing.Brejšková, VÚTS Liberec

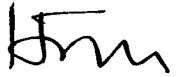
Datum zahájení diplomní práce: prosinec 1967

Datum odevzdání diplomní práce: 18. červen 1968

L. S.

  
Prof.Ing.F.Pompe

Vedoucí katedry

  
Prof.Ing.C.Höschl

Děkan

Liberci

15.prosince 1967

V

dne

196

VŠST Liberec

Fakulta strojní

Dávkování barvy  
pro textilní tisk .

Katedra

KTP

DP

D I P L O M N Í P R Á C E

Liberec 1968

Obsah

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| Zadání                        | list 2.  |
| Přehled použitého označení    | list 3.  |
| Původ a vývoj filmového tisku | list 4.  |
| Vzory ve filmovém tisku       | list 10. |
| Stroje pro filmový tisk       | list 11. |
| Stěrky a jejich funkce        | list 15. |
| Doprava barvy do šablon       | list 18. |
| Volba druhu čerpadla          | list 18. |
| Ztráty v potrubí              | list 33. |
| Tryska                        | list 34. |
| Regulace tlaku barvy          | list 36. |
| Komentář                      | list 47. |
| Závěr                         | list 49. |
| Seznam užitě literatury       | list 50. |
| 25 obrázků - 1 příloha        |          |

Seznam výkresové dokumentace

|               |              |
|---------------|--------------|
| Doprava barvy | TS - 68 - 01 |
| Vozík         | TS - 68 - 02 |
| Čerpadlo      | TS - 68 - 03 |
| Tryska        | TS - 68 - 04 |
| Hřídel        | TS - 68 - 05 |
| Ozubené kolo  | TS - 68 - 06 |

Přehled použitého označení

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| $\alpha/^{\circ}/$             | úhel sklonu stěrky       |
| $\alpha_{\text{v}}/^{\circ}/$  | vrcholový úhel špalíku   |
| $n/1/\text{min}/$              | otáčky čerpadla          |
| $Q/1/\text{min}/$              | množství barvy           |
| $N/W/$                         | příkon čerpadla          |
| $m/\text{mm}/$                 | modul ozubených kol      |
| $b/\text{mm}/$                 | šířka ozubených kol      |
| $z$                            | počet zubů ozubených kol |
| $D_t/\text{mm}/$               | roztečný průměr          |
| $\omega/1/\text{min}/$         | úhlová rychlost          |
| $p/\text{kp}/\text{cm}^2/$     | tlak                     |
| $\eta$                         | účinnost                 |
| $\nu/\text{m}^2/\text{s}/$     | kinematická viskozita    |
| $Re$                           | Reynoldsovo číslo        |
| $c/\text{m}/\text{s}/$         | rychlost v potrubí       |
| $d/\text{mm}/$                 | průměr potrubí           |
| $\lambda$                      | součinitel odporu        |
| $l/\text{m}/$                  | délka potrubí            |
| $g/\text{m}/\text{s}^2/$       | zemské zrychlení         |
| $h/\text{m}/$                  | tlaková výška            |
| $h_{\text{ztr}}/\text{m}/$     | ztrátová výška           |
| $\gamma/\text{g}/\text{cm}^3/$ | měrná váha               |

Původ a vývoj filmového tisku

V posledních letech se vedle strojního tisku velmi rozšířil v textilním tisku filmový tisk, který prakticky vytlačil dříve používaný tisk ruční a stal se důležitým způsobem zdobení módních tkanin. Příčinou jeho velkého rozšíření jsou nové, nevídané možnosti vzorové a koloristické, rychlá přizpůsobivost požadavkům módy a zvýšení produktivity práce a snížení vlastních nákladů při vzorování módních tkanin.

Podstatou filmového tisku je tisk šablonou. Tiskací barva se protlačuje na tkaninu sítím šablony pomocí stěrky.

Technika filmového tisku je dnes v textilním tisku zavedena na celém světě a velmi úspěšně se jí používá hlavně v tisku dekoračních tkanin, ubrusů a bohatých vzorů na módních tkaninách, ač je všeobecně označována jako nejmladší technika v textilním tisku. Ve skutečnosti je to však jeden z nejstarších způsobů, užívaných k vzorování tkanin.

Původ této techniky, ani dobu vzniku nelze spolehlivě zjistit. Přesněji je možno určit dobu, kdy se použití tohoto prastarého způsobu rozšířilo všeobecněji a je též zhruba známo, kdy se v našich krajích začalo užívat filmového tisku ve vzorování tkanin.

Kolébku filmového tisku je třeba hledat na Dálném Východě, v Japonsku a v Číně, kde se jednoduché motivy začaly přenášet pomocí papírových šablonek.

Výroba papírových šablon /zhotovených pro tento účel z kůry morušového stromu/ dosáhla v Japonsku vysoké technické i umělecké hodnoty. Tento papír, který je zvláště trvanlivý se ještě máčel v různých rostlinných extraktech, takže byl nakonec do značné míry odolný i vůči vodě.

Z takto připravených papírů se vzor ručně vyřezával. Jednoduché motivy jako tečky, ovály nebo čtverce apod., bylo možno snadno přenášet přetíráním barvy přes šablonku štětcem nebo kartáčem. U členitějších vzorů a u jemnějších kreseb se však jemnější části šablon brzo přeložily nebo utrhly či jinak poškodily. Proto se vyřezávané motivy spojovaly přelepením síťovinou. Užívalo se hlavně ručně splétané síťoviny z lidských vlasů nebo dlouhých rostlinných vláken, která držela vyřezané motivy pohromadě a dávala celé šabloně větší odolnost, i když byla nalepena volně, poměrně řídko a nepravidelně.

Popsaný Japonský způsob zhotovování šablon a tištění můžeme považovat za původ dnešní techniky filmového tisku.

První zpráva o užívání šablon v textilním tisku u nás pochází od Hermana Hallwicha, který v roce 1839 zaznamenává v dějinách kosmonoské továrny " Franz Leitenberger 1793 - 1893 ", že zakladatel kosmonoské textilní továrny hrabě Josef Bolza navázal v roce 1872 spojení s Augsburskou tiskárnou Shülle, jež v této době již byla světoznámou tiskárnou tkanin. Zavedli zde

" malování " štětcem přes " patrony " /šablony/, což Shülle již předtím zavedl ve své augsburské továrně. Tuto jednoduchou práci prováděli v kosmonoské továrně hlavně ženy a děti.

V roce 1893 podal ve Francii Eduard Cousin patentovou přihlášku na jednoduchý způsob potiskování tkanin. Cousin vyřezal z kartonů nebo z plechu šablonku, kterou položil na tkaninu a štětcem, korkem nebo válečkem přes ní přetíral barvu na tkaninu.

Kolem roku 1900 se začalo používat filmového tisku v USA /tisk jednobarevných praporů/ a v Anglii. V roce 1915 zavedl John Pilsworth v San Francisku vícebarevný tisk pomocí šablon, jehož užívání se počalo šířit. Tak například tiskli v první světové válce filmovým tiskem prapory. V roce 1921 - 1923 byl patentován v USA způsob filmového tisku hedvábných tkanin pod číslem 1494798.

V této době řešili problém filmového tisku francouzští tiskaři hedvábí v Lyonu, kteří dosud potiskovali krásné módní tkaniny z přírodního hedvábí, proslulé po celém světě výlučně ručně tiskací formou. Oproti Japoncům, kteří své papírové šablony vyřezávali a pak potahovali síťovinou, Lyonští tiskaři postupovali obráceně. Připravili si předem síťovinu tak, že ji vypnuli na dřevěný rám a vzor malovali negativně olejovým lakem na napnuté síto. Jako síta používali jemné a dosti husté hedvábné tkaniny, které používali mlynáři k prosívání mouky.

Tak mohli tisknout jen hrubší vzory, jedno -

nejvýše dvoubarevné, vhodné pro závěsy, ubrusy a šátky pro kolonie.

Tiskly se také celé šaty, hlavně jednobarevné, ve stříhové skladbě. Tisklo se tak, že se stěrkou protlačovala barva šablonou na podloženou tkaninu po osnově.

Filmový tisk byl francouzi rychle zdokonalován a používalo se ho také v kombinaci s ručním tiskem pro reprodukci velkých kombinovaných vzorů na dekoračních tkaninách, které nebylo možno tisknout válcovým tiskacím strojem.

Určitější zprávy o filmovém tisku se k nám dostaly kolem roku 1930, kdy se u nás začaly dělat první pokusy s jeho zaváděním při ručních tiskárnách, neboť dlouhé tiskací stoly starých ručních tiskáren se hodily i pro tisk šablonou. Chybělo jen raportovací zařízení, aby se dosáhlo kontinuity vzorů na tkanině.

Filmový tisk se i u nás velmi rychle rozšířil a filmové tiskárny vznikly i při tiskárnách strojních, jejichž vzory byly doplňovány novými bohatými vzory, jakých lze dosáhnouti pouze tiskem filmovým.

V této etapě vývoje filmového tisku nesmíme opomenout na tisk postříkem, který se v našich krajích prováděl průmyslově před první světovou válkou, a který rovněž používá přenosu vzoru na tkaninu pomocí šablon, i když jsou šablony zpravidla vyřezané v zinkovém plechu / v tomto případě bez síta/. Tato technika však byla rychle vytlačena filmovým tiskem, který poskytuje více

|                 |                     |         |         |
|-----------------|---------------------|---------|---------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP     |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 8. |

technických možností.

Když se ukázalo, že filmový tisk umožňuje potiskovat průmyslově za poměrně malých nákladů / šablony jsou levnější než tiskací formy nebo ryté válce/ a přitom mnohem produktivněji než ručním tiskem, začaly se na západě kolem roku 1920 převádět tiskárny na novou techniku a tím vznikaly nové filmové tiskárny. V této době se o tento obor začalo zajímat stále více lidí, takže filmový tisk prošel během 15-20 let rychlým vývojem, který sledoval současně dva cíle:

- 1/ Zdokonalit výrobu šablon tak, aby bylo možno reprodukovat vzory všech druhů.
- 2/ Přizpůsobit všechna zařízení potřebná k tisku tak, aby pracovala co nejpřesněji bez chyb a hlavně co nejehospodárněji.

Každé maličkosti byla ve filmovém tisku věnována velká pozornost, a to tak usilovně, jak se dalo jen zřídka v jiných oborech. Díky tomuto usilovnému zlepšování vděčíme za to, že můžeme dnes levně reprodukovat na tkaninu filmovým tiskem vzory, které dříve nebylo možno reprodukovat vůbec nebo jen s velkými náklady. Původní ruční práce je dnes mechanizována a v některých případech i automatizována. Poslední konstrukce strojů pro filmový tisk umožňují dnes dokonce potiskovat tkaninu najednou po lici i po rubu stejným vzorem, s přesným raportováním obou stran. U silnějších tkanin je možno tisknout dokonce současně na každé straně tkaniny jinou barvou nebo i jiný vzor.

|                 |                     |         |         |
|-----------------|---------------------|---------|---------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP     |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 9. |

Filmový tisk získal v poměrně krátké době své místo ve světové soutěži, takže si dnes již nedovedeme představit vzorník tištěných tkanin bez typických vzorů pro filmový tisk.

Nejvíce se užívá v dámských šatovkách lepších jakostí, v tisku dekoračních tkanin, ubrusů a větší části šátků lepších jakostí.

Aby se barvivo mohlo natisknout na látku, musí se zahustit. Samotné vodní roztoky barviv není možno tisknout, protože by se barva na látce rozpíjela působením kapilární vztlínivosti vláken a okraje vzorků by nebyly ostře ohraničené, ale rozplynuté. Zahuštěná barviva se nerozpíjejí a natisknutá místa si udržují potřebné kontury.

Záhustkami pro tisk musí být viskozní hmoty, které snižují kapilární vztlínivost barviv. Musí se dát po tisku zase vyprat, protože by jinak látka dostala tvrdý omak. Na zahušťování barviv se používají škroby, pšeničná mouka, dextríny, rostlinné gumy, živice a v poslední době i umělé živice. U nás se na zahušťování nejčastěji používá bramborový škrob, tragant a prům. guma.

### Vzory ve filmovém tisku

Možnost aplikovat zcela nové vzory s nepoměrně menším technickým omezením než u tisku strojního /hlavně pokud se týká velikosti střídý vzoru / zajistila filmovému tisku rychlou oblibu.

U filmového tisku se dosahuje i mnohem působivějšího charakteru barev, natištěných na tkaninách, než u tisku strojního, což je způsobeno technikou filmového tisku, která umožňuje prakticky potiskovat všechny vyskytující se druhy tkanin.

Na začátku průmyslového vývoje filmového tisku byly vzory jednocuhé a zůstávaly daleko za vzory tištěnými tiskem strojním, který byl v té době již technicky značně vyspělý. Rychlý rozvoj výroby šablon a techniky filmového tisku však umožnil aplikovat takové vzory, které dosud nebylo možno realizovat v průmyslovém měřítku na tkanině. Zavedení přesných raportovacích systémů dovolilo tisknout mnohobarevné vzory s dostatečnou přesností. Tak získal filmový tisk další výhodu před tiskem strojním, který je omezen počtem barev. Technika filmového tisku umožnila použití různých efektů jako tisk zlatem, vložkový tisk, více barevných efektů z jedné šablony apod.

Filmový tisk se též používá ve smíšených tiskárnách, kde obohacuje celkovou kolekci vzorů závodu.

### Stroje pro filmový tisk

Dříve byly stroje pro filmový tisk zařízeny pro práci na dlouhých stolech, která byla přerušovaná /práce v cyklech/.

Snaha zvýšit produktivitu filmového tisku vedla k vývoji kontinuálního uspořádání celého procesu tisku. Došlo k vývoji celé řady strojů pro filmový tisk.

Jedním z prvních strojů pro filmový tisk byl stroj konstruovaný A. Görnerem v roce 1927, kdy se filmový tisk vlastně začínal šířit po Evropě.

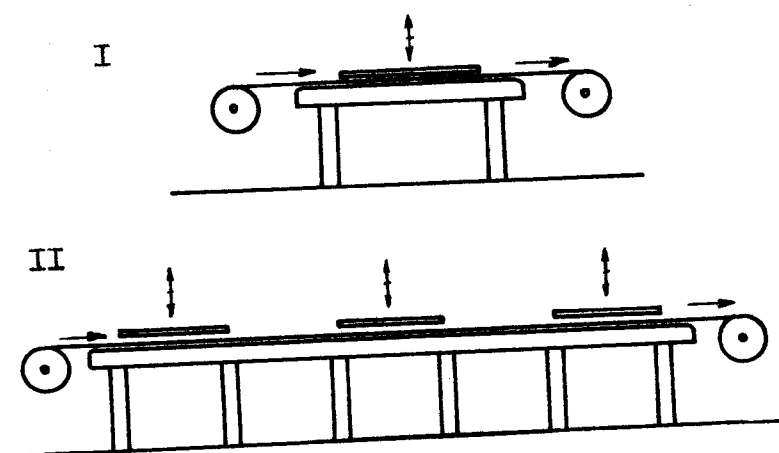
Postupně se vyvinula řada zcela rozdílných konstrukčních systémů, které můžeme rozdělit do čtyř základních skupin:

- a/ tkanina se pohybuje, šablony pracují na místě
- b/ tkanina se pohybuje, šablony se pohybují
- c/ šablona je provedena jako nekonečný pás nebo válec / zboží může stát nebo se pohybovat/
- d/ tisk bez stolu /oboustranný tisk/

ad.a/ Na obr.1 vidíme schematicky znázorněný princip stroje pro filmový tisk jednobarevný - I., vícebarevný - II., kdy se pohybuje tkanina a šablony pracují na místě. Délka stolu se v tomto případě řídí počtem barev, které chceme tisknout. Na tomto principu pracuje také Zimmerův stroj s mezisusením, který používá pro tisk jednoho raportu pro každou barvu vzoru zvláštních stolků.

ad.b/ Tato skupina pracuje zásadně na stole pro tisk

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 12. |



Obr. 1.

jednoho raportu s výměnou šablony. Na obr.2 jsou schematicky znázorněny výměny šablon. Šablony jsou uloženy v zásobnících, které mohou být rovinné /I/ pojízdné ve výši tiskacího stolu /II/ nebo rovinné uspořádané však v kruhu /III/. V tomto případě se zásobník nevrací. Dále je zde také užito sklopných šablon /IV/, jejichž počet je omezen.

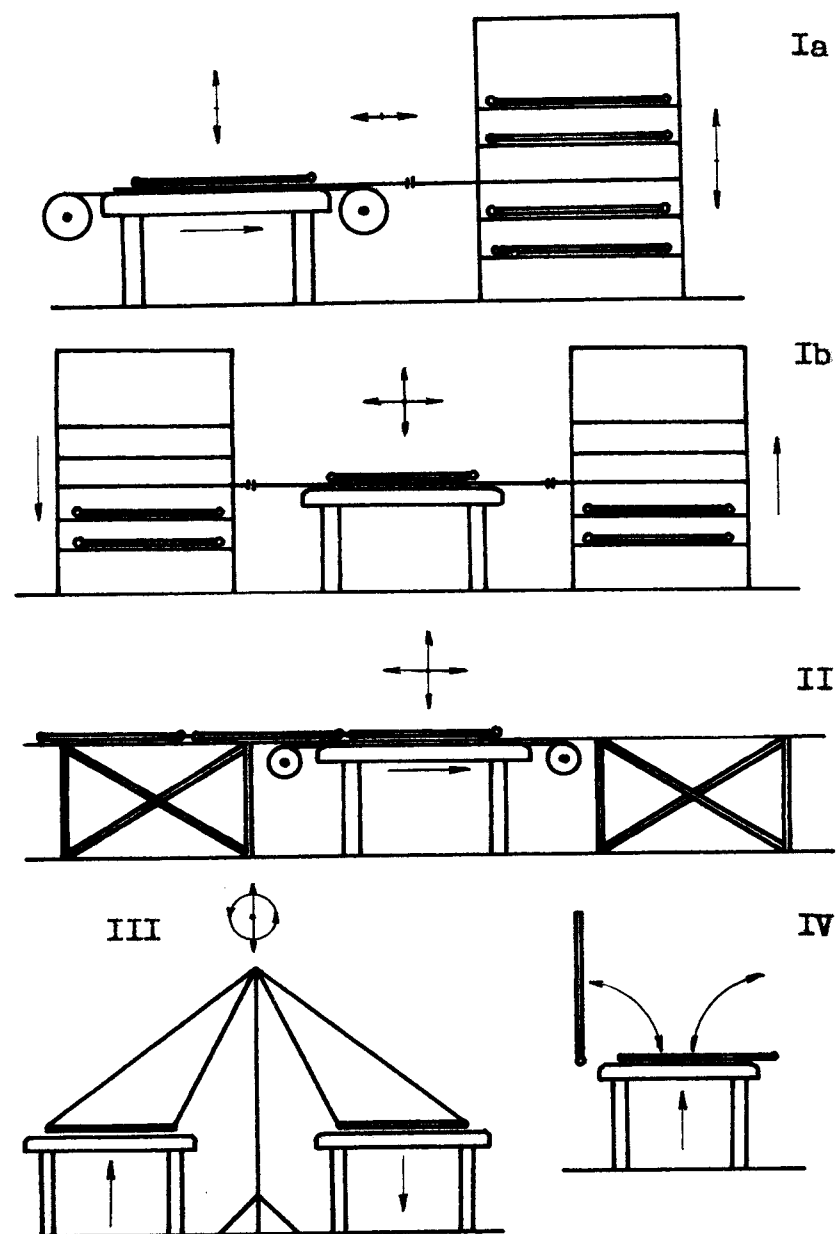
ad.c/ Šablona je v tomto případě řešena jako nekonečný pás nebo je uspořádána do tvaru válce. Toto je jediné řešení, jak lze filmový tisk provádět zcela kontinuálně. Na obrázku 3 jsou znázorněny různé možnosti aplikace nekonečných šablon.

I. Šablona ve tvaru válce pojízdná na tiskařském stole. Lze použít jen jediné stěrky.

II. Šablona ve tvaru nekonečného pásu pojíždí po stole. Možnost použití několika stěrek najednou, což je výhodou pro dokonalejší zatření barvy.

III.-IV. Možnost použití šablony ve tvaru válce či

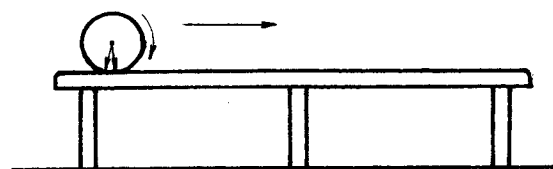
|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 13. |



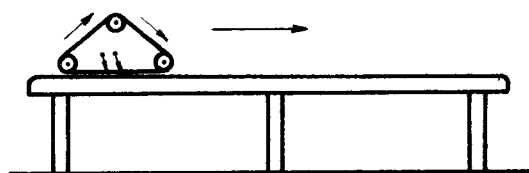
Obr. 2.

nekonečného pásu se současným pohybem tkaniny  
v uspořádání na preseru.

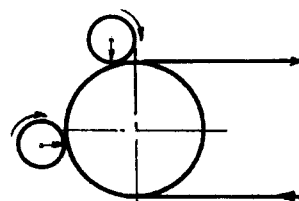
ad.d/ V tomto případě jde o stroj, pro filmový tisk zva-  
ný Duplex konstruovaný firmou Zimmer. Schema je  
na obr.4. Zvláštností tohoto stroje je, že tiskne  
bez podložky a může potiskovat zboží současně po



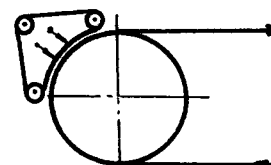
I



II



III

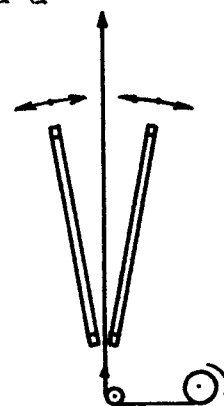


IV

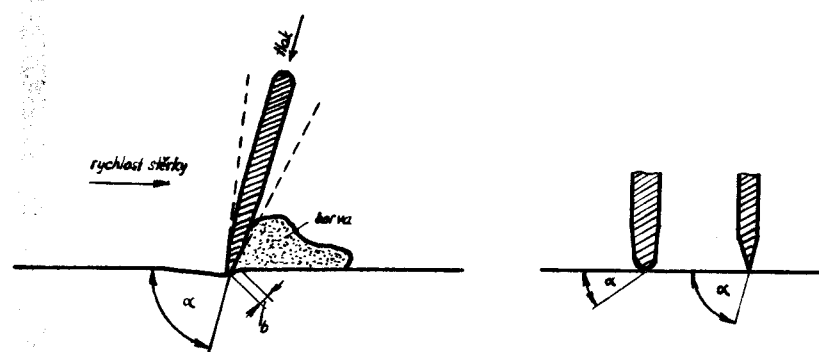
Obr. 3.

obou stranách. Principem vlastně patří do skupiny a/, protože se pohybuje zboží a šablona pracuje na místě. Řešení je však odlišné.

Všechny stroje pro filmový tisk mají určitý nedostatek. Při tisku do mokrého /při nepřetržitém tisku/ se netisknouce plochy šablony zašpiní ostatními barvami, takže je nutno občas tisk přerušit a šablonu umýt. Při tisku by totiž docházelo k rozmazání vzorů a jejich kontur na tkanině. Mohlo by též dojít ke smíchání barev na potiskávané látce a tím také k nestojnosti barev co do odstínů. Tím by také ovšem došlo k znehodnocení potiskávaných látek a k velkým ekonomickým a hospodářským ztrátám .



Obr. 4.

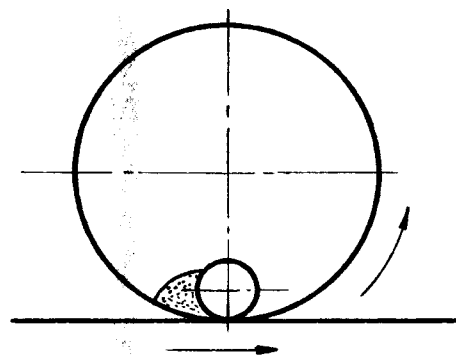
Stěrky a jejich funkce

Obr. 5.

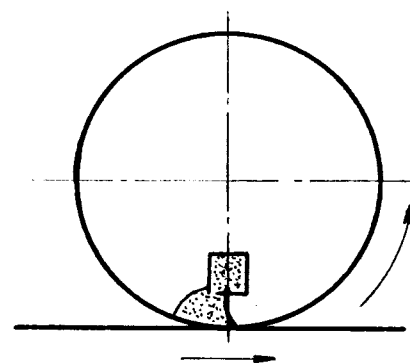
K protlačení tiskařské barvy sítím šablony na tkaninu slouží stěrky. Protlačení barvy pomocí stěrky je ovlivňováno:

- a/ Tlakem na stěrku /obr.5/. Na obrázku je nakreslen vliv tlaku stěrky na síto šablony během tisku /pro názornost předimenzováno/. Zvýšením tlaku stěrky vzroste plocha nejintenzivnějšího protlačování /na obrázku označeno b/.
  - b/ Sklonem stěrky, tedy velikostí úhlu.
  - c/ Rychlostí pohybu stěrky po sítě.
  - d/ Profilem ostří stěrky, který vlastně mění úhel  $\alpha$
- V praxi to znamená, že při použití tupé stěrky se barva protlačuje na tkaninu mnohem intenzivněji než u ostré stěrky, což má za následek " nabývání " vzorů. Proto se tisknou jemné kontury ostrou stěrkou.

Nejdříve se při filmovém tisku používaly stěrky dřevěné, které však byly málo elastické a vadily jim nerovnosti stolu. Při těchto nerovnostech se nedosáhlo stej-



Obr. 6.



Obr. 7.

ného účinku tisku, což mělo za následek neklidnost vzoru.

Pro odstranění těchto závad se vkládala do stěrek vložka z pryže, která byla poddanější. Takové stěrky jsou též spolehlivější. Později byly zhotoveny stěrky celé z elastického materiálu např. tvrdé pryže, umělých hmot apod.

Různá řešení stěrek směřují hlavně k tomu, aby byl odstraněn nepříznivý důsledek nerovnosti stolů, a tím také nepravidelnost tisku. Podle britského patentu č. 652449 z r. 1951 se dá kromě stěrky také použít válečku.

Válečku jako zatíracího elementu používá firma Zimmer. /obr.6./ Váleček je přitlačován k šabloně magnetem, jenž je umístěn pod pásem, na kterém je vedena tkanina.

Firma Stork používá k zatírání barvy gumovou stěrku s jedním břitem /obr.7/.

Jsou to velmi jednoduché systémy s velmi jednoduchou regulací barvy na hladinu. Dají se však použít jen

v rovinném uspořádání. Při uspořádání na presseru tyto způsoby nelze uplatnit, protože v různých polohách šablony vzhledem k presseru nelze udržet vodorovnou hladinu se stěrkou. Z tohoto důvodu je nutno v presserovém uspořádání použít uzavřenou trysku a barvu zatírat pomocí přetlaku v trysce.

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 18. |

### Doprava barvy do šablony

Při filmovém tisku je velmi důležitá doprava barvy do šablony. Dříve se prováděla tato doprava čistě ručním způsobem. Dnes ovšem už tento způsob dopravy není možný a proto dopravu barvy provádíme pomocí čerpadel. Tato čerpadla mohou být v různých uspořádáních jednak svou konstrukcí, jednak polohou vzhledem ke stroji a polohou vzhledem k zásobníkům barvy.

Z čerpadla dopravujeme barvu pomocí hadice do trysky, která nám zde nahrazuje stěrku. Tato tryska nám potom přímo protlačuje barvu přes šablonu na potiskovaný materiál.

Rozdíl mezi stěrkou a tryskou je ten, že stěrka barvu jenom zatírá, kdežto tryska barvu nejenom zatírá, ale také protlačuje přetlakem barvy, který je vyvozen od čerpadla. V tomto případě je ovšem nutno udržovat přetlak na stálé hodnotě, protože by jinak nastalo nerovnoměrné tisknutí a potisknutá látka by byla nepravidelně potištěna.

### Volba druhu čerpadla

Existují dva hlavní druhy čerpadel:

- a/ Čerpadla s přímou přeměnou mechanické práce v potenciální energii /pístová, s rotačními písty, zubová a křídlová/
- b/ Čerpadla s nepřímou přeměnou mechanické práce v potenciální energii / odstředivá, diagonální a axiální/

|              |         |                     |         |          |
|--------------|---------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní | pro textilní tisk . | DP      | List 19. |

V dalším se těmito čerpadly budeme zabývat s ohledem na konkrétní situaci.

Charakterové vlastnosti:

a/ Čerpadlo pístové

- 1/ Má poměrně malý počet otáček. Z tohoto důvodu musí mít elektrický pohon ještě převod do pomala.
- 2/ Množství čerpané vody u daného čerpadla závisí jediné na objemu pístem proběhnutém v jednotce časové, stoupá a klesá přímoúměrně s počtem otáček čerpadla a nezávisí na pracovní výšce.
- 3/ Tlak kapaliny na píst čerpadla odpovídá tlakovým poměrům v potrubí, což je výhodné, je-li pracovní výška tohoto čerpadla proměnlivá, neboť spotřeba hnací energie se přizpůsobí sama poměrům: při malé pracovní výšce bude malá, při velké velká.
- 4/ Pohyb pístu je přerušovaný /střídavě ssaje a vytlačuje /, rychlost pístu se mění mezi nulou a maximem, čemuž by odpovídala rychlost kapaliny v potrubí. Rychlost v potrubí musí však být stálá, aby nenastaly změny tlaku a rázy. Proto se do počátku potrubí musí připojovat větrníky, které tyto rozdíly vyrovnávají tlakem vzduchu.
- 5/ Spotřeba místa těchto čerpadel je větší než u odstředivých, což je přirozené vzhledem k nízkému počtu otáček. Tím vyjdou rozměry stroje větší. Rozměry pístového čerpadla též podstatně zvětšuje potřebné klikové ústrojí.
- 6/ Z tohoto důvodu je pístové čerpadlo dražší než

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 20. |

odstředivé.

- 7/ Pístové čerpadlo má zpravidla lepší účinnost než odstředivé. Nutno ovšem vzít v úvahu, že na účinnost pístového čerpadla má podstatný vliv způsob pohonu, míra utažení ucpávek apod.

b/ Čerpadlo odstředivé

- 1/ Má vysoký počet otáček. Vhodný pohon je přímé spojení s rychloběžným motorem, tedy s elektromotorem.
- 2/ Množství čerpané kapaliny i pracovní výška závisí u daného čerpadla pouze na počtu otáček. Pracuje-li čerpadlo při proměnné pracovní výšce a při konstatních otáčkách, musí být konstruováno na maximální hodnotu pracovní výšky; při menší pracovní výšce je v čerpadle přebytečný tlak, který se nejčastěji odškrtí přivařením regulačního uzavíracího šoupátka ve výtlačném potrubí, což znamená ztrátu části energie vynaložené na pohon čerpadla.
- 3/ Mění-li se počet otáček čerpadla  $n$ , mění se:
  - normální množství kapaliny  $Q$  úměrně s  $n$
  - normální pracovní výška čerpadla  $A$  úměrně s  $n^2$
  - normální hnací energie  $N$  úměrně s  $n^3$
  - normální hnací moment  $M$  s  $n^4$
- 4/ Větrníky potrubí odpadají neboť tok kapaliny čerpadlem je ustálený, rychlost v něm je konstantní právě tak, jako v potrubí.
- 5/ Spotřeba místa, půdorysu je obecně menší než u čerpadla pístového.
- 6/ Také cena je obvykle menší než u čerpadla pístového.

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 21. |

vého, neboť rychloběžný stroj je malý a lehký.

7/ Účinnost je průměrně o něco menší než u čerpadla pístového, uvažují-li se čerpadla samotná, bez převodů mezi motorem a čerpadlem, které jsou někdy nutné. Při elektrickém pohonu musí mít pístové čerpadlo převod, který čerpadlo odstředivé nepotřebuje a tím se vyrovná dosti značně rozdíl v účinnostech.

#### Pístová čerpadla

Podle způsobu práce se dělí na čerpadla jednočinná, dvojčinná, diferenciální a zdvižná. Všechna tato čerpadla pracují s proměnlivou rychlostí pístu a tím také proměnlivou rychlostí kapaliny potrubím.

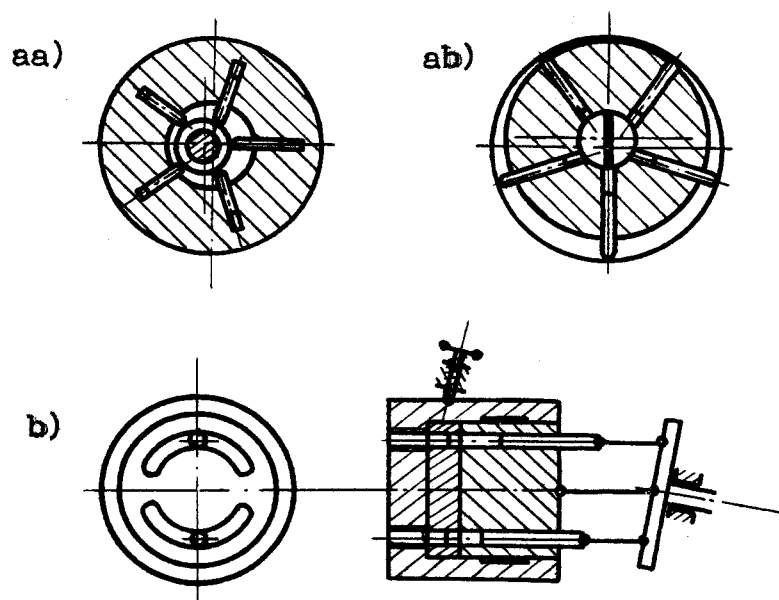
I při zabudování větrníků dochází k pulzacím /změnám tlaku/ v potrubí. Z tohoto důvodu jsou tato čerpadla pro nás nevýhodná nehledě na cenu a velikost větrníků.

#### Čerpadla s oběžnými /rotujícími/ písty

Tato čerpadla pracují bez ventilu. Kapalina se nassává a vytlačuje výřezy, kolem nichž obíhají válce s písty. Výkon čerpadla se dá snadno řídit. Množství dodávané kapaliny může být zmenšeno až na nulu. Čerpadlo může běžet i v opačném smyslu. Pak se ssací hrdlo stane hrdlem výtlačným a výtlačné ssacím.

Změny dodávaného množství kapaliny se dosahuje změnou velikosti zdvihu pístu přesouváním rotoru nebo statoru / viz. obr.8/. Aby bylo dodávané množství co nej-

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 22. |



Obr. 8.

rovnoměrnější, používáme většího počtu pístů, minimálně pěti. Jejich počet volíme lichý, protože umožňuje dosáhnout podstatně vyšší rovnoměrnosti než sudý počet; při čtyřech pístech je nerovnoměrnost  $\pm 27\%$ , naproti tomu při pěti pístech již jenom  $\pm 3\%$ . U pístových čerpadel podobně jako u ostatních typů existuje velmi mnoho konstrukcí různého pojetí. V zásadě je lze rozdělit na:

- a/ rotační pístová čerpadla radiální
- b/ rotační pístová čerpadla axiální

Radiální rotační pístová čerpadla jsou buďto s písty vedenými v rotoru - ab/ nebo s písty vedenými ve statoru - aa/.

Konstrukčně jsou čerpadla s písty v rotoru jednodušší než čerpadla s písty ve statoru. Proto jsou oblíbenější.

Pohyb pístu při ssání musí být většinou nucený.

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 23. |

Pouze u větších typů čerpadel se využívá působení odstředivé síly.

Čerpadla s písty vedenými ve statoru patří do skupiny čerpadel pracujících s ventily. Písty jsou uloženy ve statoru a opírají se hlavou o rotor, který je vytvořen valivým ložiskem. Výhodou tohoto uspořádání jsou valivá ložiska malých průměrů. Pohyb pístu ve směru ssání je vždy nucený.

Axiální rotační pístová čerpadla jsou sice pro stejná množství menší než čerpadla radiální, avšak konstrukčně i výrobně jsou složitější. Změny dodávaného množství u nich dosahujeme změnou nastavení sklonu unášecí desky.

Výhody rotačních čerpadel:

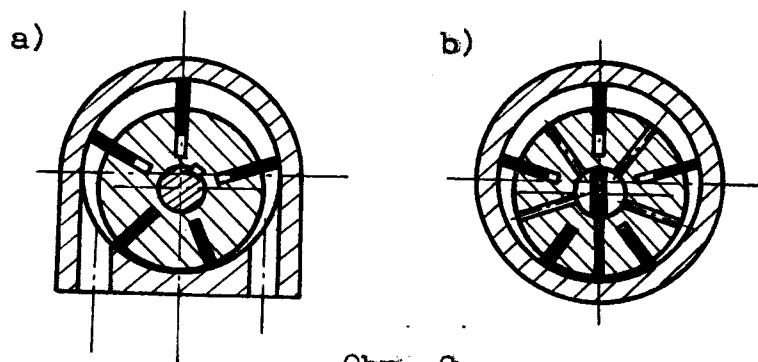
- 1/ Mají značnou objemovou i mechanickou účinnost.
- 2/ Dodávané množství klesá nepatrně se stoupajícím provozním tlakem.
- 3/ Dovolují značný rozsah regulace.
- 4/ Plochy, které je třeba těsnit, jsou zpravidla válcové a jejich těsnění není obtížné. Kromě toho je lze vyrobit s velmi úzkými tolerancemi.

Nevýhodou těchto čerpadel je, že jsou konstrukčně i výrobně velmi náročná.

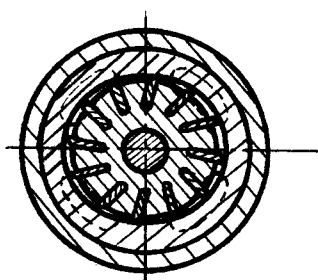
Z tohoto důvodu jsou tato čerpadla pro náš případ nevýhodná. Nelze na nich totiž požadovat snadnou rozebíratelnost a umývatelnost.

Rotační křídlová čerpadla

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 24. |



Obr. 9.



Obr. 10.

Křídlová čerpadla jsou řešena jako regulační i neregulační. Princip funkce regulačních čerpadel je na obr.9. Jsou buď s tangenciálním přítokem /obr.9a/ nebo s rotačním rozvodem /obr. 9b/. Lopatky jsou uloženy suvně v radiálních drážkách rotoru, který je poháněn elektromotorem. Lopatky sledují svým obvodem při otáčení válcovou dutinu statoru. Změnou excentricity dochází k regulaci množství od maxima do nuly. Při záporné excentricitě dojde k obrácení toku kapaliny. Tato čerpadla se u nás nevyrábějí.

Rozsáhlé použití mají lehčí neregulační vyvážená křídlová čerpadla viz obr.10. Lopatky mají nožové ostří, pohybující se v drážkách skloněných proti ose. Za jednu otáčku prostory mezi lopatkami dvakrát nassávají a dva-

|              |         |                                        |         |          |
|--------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                        | DP      | list 25. |

krát vytlačují kapalinu měsíčkovitými kanály. Tato čerpadla jsou menší a lehčí než čerpadla zubová pro stejný výkon . Mají malou pulzaci množství a účinnost až 0.9.

Křídlových čerpadel se použítá téměř výhradně jen k čerpání oleje, protože by jinak mezi křídly a skříňní, a tím i její opotřebení bylo velmi značné. Vyžadují také velkou čistotu oleje.

Z tohoto důvodu tato čerpadla jsou celkem nevýhodná pro náš případ i s ohledem na špatnou rozebitelnost.

#### Čerpadla odstředivá

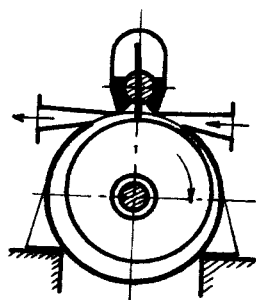
Tato čerpadla jsou podle provedení buďto radiální, axiální nebo poloaxiální. Požívají se jako rychloběžná a z tohoto důvodu je pro ně vhodný elektrický pohon.

Používají se většinou ve větších provedeníích na dopravu velkého množství kapaliny. Větší čerpadla mají větší účinnost. S menším množstvím dopravované kapaliny účinnost klesá.

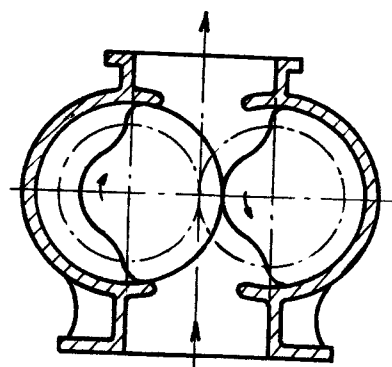
I když některá odstředivá čerpadla jsou samonassávací /což by pro náš případ vyhovovalo/ nelze jich použít, protože nejsou reverzní. To znamená, že nelze jimi čerpat kapalinu zpět z výtlačného potrubí do ssacího.

#### Čerpadla rotační s krouživými písty

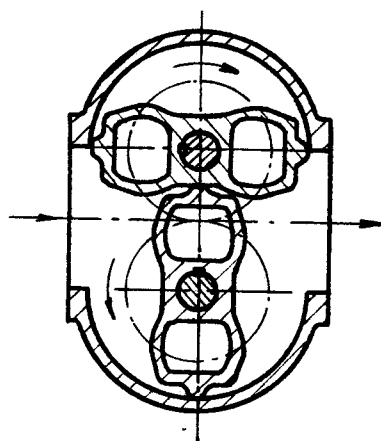
Tato čerpadla mohou být buďto v provedení s jedním hřídelem nebo s dvěma rovnoběžnými hřídeli. /obr. 11, 12, 13/.



Obr. 11.



Obr. 12.



Obr. 13.

Čerpadla s krouživými písty jsou v některých případech samonassávací. Dosažitelná ssací výška a objemová účinnost závisí na přesnosti výroby čerpadla a na jeho opotřebení, na měrné váze, teplotě a viskozitě kapaliny. Kapaliny s větší viskozitou kladou síle, která jimi pohybuje větší od-

por.

S rostoucí ssací a výtlačnou výškou se podstatně snižuje objemová účinnost čerpadla. Je tomu tak proto, že se pracující součást musí v čerpadle pohybovat s určitou vůlí, kterou nelze nijak dokonale utěsnit.

Tato čerpadla jsou poměrně náročná na přesnost výroby oběžných píst / viz čerpadlo Repsoldovo nebo Rootovo/.

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 27. |

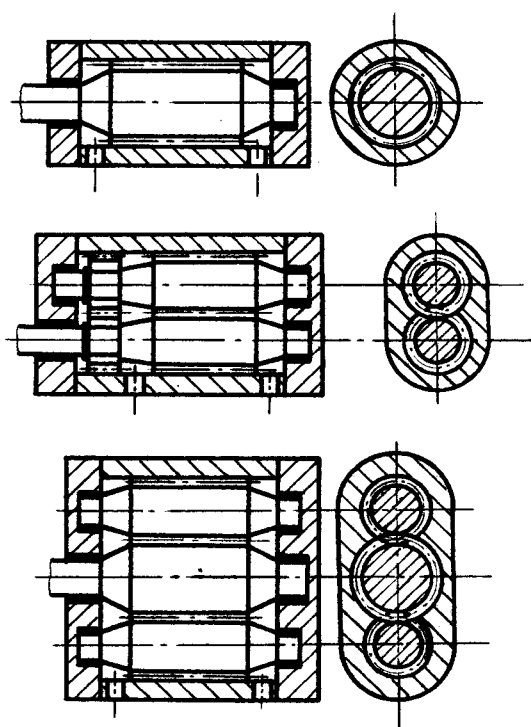
### Vřetenová čerpadla

Základem vřetenových čerpadel je vřeteno, které je opatřeno závitem. Použítá se několik různých profilů závitů: jednoduchých /obdélník, čtverec, lichoběžník/, cykloidních a náhradních /evolventních/.

Podle počtu vřeten mohou být čerpadla jednovřetenová, dvouvřetenová nebo vícevřetenová /obr. 14 /.

U jednovřetenových čerpadel se buď vřeteno otáčí jako rotor ve statoru /objímce/, s nímž současně plní i funkci uzavíracích prvků, nebo se objímka otáčí a vřeteno stojí.

U čerpadel s několika vřeteny zastávají vřetena funkci rotoru a navzájem funkci uzavíracích prvků, jelikož



Obr. 14.

závity jednoho vřetena zapadají do závitových mezer druhého vřetena; tím se rozdělí prostor mezi závitů na uzavřené pracovní prostory. Vřetena jsou uložena v objímce a tělese čerpadla, v němž je ssací a výtlačný prostor.

Svémi vlastnostmi předčí vřetenová čerpadla i jiná rotační čerpadla. Jsou jednoduchá,

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 28. |

mají malý počet součástí, jsou lehká, jejich montáž a demontáž je rychlá a v provozu jsou velmi spolehlivá. Vřetena jsou v radiálních směrech tlakově téměř vyrovnána, takže měrný tlak mení nimi a objímkou je malý. Vhodnou volbou profilu závitu lze dosáhnout dobrého utěsnění závitových mezer. Proto se dopravované množství kapaliny velmi málo mění v závislosti na tlaku, takže se vřetenová čerpadla hodí pro vysoké tlaky. /přes 200 at./.

Pracovní pohyb vřetenových čerpadel je rotační. Mohou mít 3000 otáček za min. i více, což umožňuje přímé spojení čerpadla s motorem. Rovnoměrná dodávka čerpadla zaručuje provoz bez pulzací a hluku v jakékoliv poloze. Vřetenová čerpadla jsou samonassávací.

Tato čerpadla se mohou použít též jako ponorná, což by vyhovovalo pro náš případ.

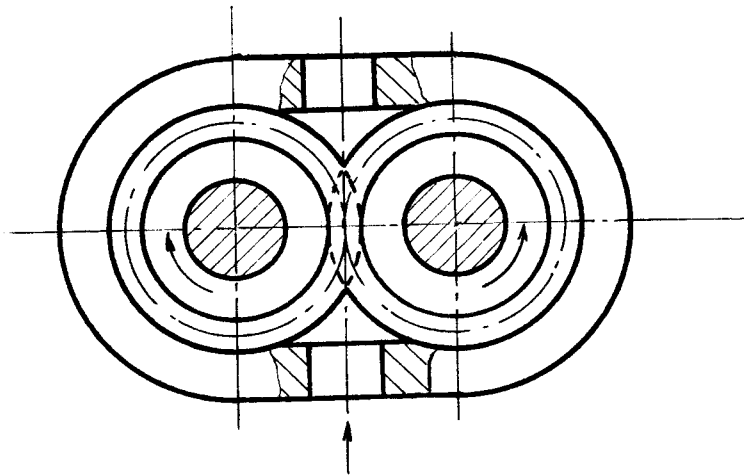
Nevýhodou těchto čerpadel však je obtížná výroba jak vlastních součástí, hlavně vřeten a objímky, tak i výrobních nástrojů a přípravků. Proto je výroba těchto čerpadel drahá a vyplatí se jen při seriové výrobě.

#### Zubová čerpadla

Zubová čerpadla se skládají z jednoho páru do sebe zabírajících ozubených kol, který je uložen malou vůlí v tělese čerpadla a zakryt utěsněným víkem. Ozubení může být provedeno s přímými, šikmými a vyjimečně s šípovými zuby. Existují však i čerpadla s několika zuby. Nejvíce se však užívá jeden pár ozubených kol s přímými zuby.

Zubová čerpadla patří do skupiny čerpadel s kon-

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 29. |



Obr. 15.

stantním dodávaným množstvím.

Bývají provedena s vnějším ozubením /nejčastěji/ a jen vyjimečně s vnitřním ozubením. Princip čerpání je však u obou provedení stejný.

Čerpadlo dopravuje kapalinu v zubových mezerách ze ssání do výtlačku /obr.15/. Stává se však, že mezi zuby jdoucími do záběru zůstává ještě zbytek kapaliny. Aby mohla tato kapalina odtéci, zhotovujeme na výtlačné straně odlehčovací drážky, které umožní kapalině odtéci.

#### Výpočet a návrh zubového čerpadla

Výpočet modulu ozubených kol /Prokeš: Hydraulické pohony/

$$m = \sqrt{\frac{Q \cdot 10^6}{\omega \cdot b \cdot z}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^6 \cdot 30}{60 \cdot 10 \cdot 22 \cdot \pi \cdot 1000}} = 1,87 \approx 2 \text{ mm}$$

#### Skutečné množství dodávané barvy

$$Q_{\text{skut}} = \frac{\omega \cdot b \cdot D_e^2}{z} = \frac{\pi \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 4,4^2}{30 \cdot 22} = 92,2 \text{ cm}^3/\text{s} = 5,52 \text{ l/min}$$

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 30. |

### Příkon čerpadla

$$N = \frac{Q_{skut} \cdot p}{612 \cdot \eta_c} = \frac{5,52 \cdot 1,5}{612 \cdot 0,6} = 23,2 \text{ W}$$

Volíme komutátorový motorek /sériový/ FKMSA, tvar přírubový o parametrech:

otáčky  $n = 1000/\text{min}$

výkon  $N = 50 \text{ W}$

váha  $G = 6,35 \text{ kg}$

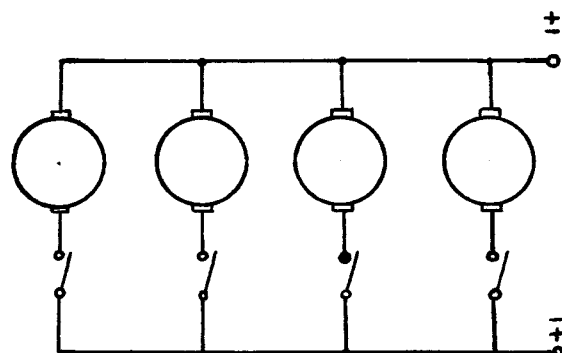
Čerpadlo je stejně jako víko čerpadla odlito ze šedé litiny. Vnitřek čerpadla je opatřen bronzovou vložkou, jež odolává agresivitě barev. Bronzová ozubená kola jsou nalisována na ocelových hřídelích, které jsou uloženy v kluzných ložiscích v tělese a víku čerpadla.

Čerpadla jsou upevněna na vozíku na dvou šroubech M 10. Na jednom vozíku jsou upevněna čtyři čerpadla. Hřídel vyvedený z čerpadla je připojen pevnou spojkou na hřídel elektromotoru. Ten je připevněn na příčnicku vozíku pomocí příruby se čtyřmi šrouby M 8.

Vozík je opatřen kolečky pro snadnější manipulaci. U stroje používáme pro osm barev dva vozíky. Každý je umístěn podél pravé postranice stroje a slouží pro čtyři přední a čtyři zadní tiskací jednotky.

Mezi druhým a třetím motorem na příčnicku vozíku je umístěna krabice se čtyřmi vypínači. Sem jsou přivedeny jednotlivé kabely od motorů a zapojeny podle schématu na obr.16. Toto zapojení umožňuje používat libovolný počet čerpadel při provozu to znamená libovolný počet tisknou-

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 31. |



Obr.16.

cích barev. Je tedy možno kterékoliv čerpadlo vyřadit z provozu.

Mezi druhým a třetím čerpadlem na příčnicku vozíku je umístěna zásuvka pro přívod elektrické energie od zdroje. Přívod elektrické energie je proveden kabelem od ovládacího pultu stroje.

Pod vozíkem jsou umístěny čtyři sudy o obsahu 50 l podle výkresu TS - 68 - 02 .

Doprava barvy z čerpadla do trysky je provedena pomocí polyamidových trubek PA 32x1, ČSN 643616. Trubky jsou průsvitné s mléčným nádechem. Délka jednotlivých částí se upraví přímo na místě u stroje.

#### Reverzace pohybu čerpadel

Reverzace otáček čerpadel se provádí přepólováním komutátorového motorku . Přepólování, spouštění a zastavování stroje a čerpadel provedeme pomocí trojtlačítkového ovládače D 6u číslo 256522U. Do obvodu pro spouštění stroje zařadíme ještě časové relé TB 12593. Tímto relé si nastavíme zpoždění okamžiku spuštění stroje oproti

|                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                                        |         |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec                                                                                                                                                                                                                                    |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta                                                                                                                                                                                                                                         | strojní |                                        | DP      | list 32. |
| <p>okamžiku spuštění čerpadel. Toto prodlení je dáno nutností zaplnit potrubí a trysku barvou o přetlaku 250 mm v.s. Teprve po zaplnění vrchních trysek barvou je možno spustit stroj. Časovou konstantu relé si nastavíme přímo v provozu.</p> |         |                                        |         |          |

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 33. |

### Ztráty v potrubí

Je nutno vypočítat hydraulické ztráty v potrubí při proudění barvy do trysky, abychom mohli dostatečně přesně určit poměry v trysce, které budeme regulovat.

Výpočet ztrát / A.Procházka: Proudění tekutin potrubím a kanály./

Dle sdělení ing. Bely z VÚZ ve Dvoře Králové se hodnota viskozity barev používaných v textilním tisku bude pravděpodobně pohybovat v mezích asi od 1° - 6°P. Přesné určení viskozity barev je prakticky nemožné. Na hodnotu viskozity má vliv mnoho činitelů / barviva, zahušťky, tečné tlaky / a je to vcelku velmi složitá záležitost. Proto se musíme spokojit s daným rozsahem.

$$6^{\circ}P \rightarrow \nu_{\text{tech.}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Re = \frac{c \cdot d}{\nu} = \frac{0,13 \cdot 0,03 \cdot 10^4}{5} = 7,8$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{7,8} = 8,22$$

$$h_{ztr.} = \lambda \frac{l}{d} \frac{c^2}{2g} = 8,22 \frac{1,5 \cdot 0,13^2}{0,03 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,353 \text{ m}$$

$$c = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 5,52}{\pi \cdot 0,03^2 \cdot 60 \cdot 1000} = 0,13 \text{ m/s}$$

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 34. |

### Tryska

Zatíracím elementem v našem případě je tryska. Je to podlouhlá uzavřená nádoba, která je vlastně trubkou, jež ve spodní části přechází do podlouhlé štěrbině. Na této štěrbině je z každé strany kovovou lištou připevněn gumový břit. Připevnění je provedeno pomocí šroubů M5. Zaručujeme tím snadnou vyměnitelnost břitů, která je zde vynucena opotřebením břitů za chodu stroje. Břity se přitlačují na síto šablony a tím se při tisku otírají. Štěrbinu je po obou koncích utěsněna dvěma gumovými ucpávkami, které mají profil otevřeného U. Tryska je ke stroji upevněna za trubkové konce. Uchycení trysky je provedeno tak, aby vyvozovalo stálý přítlak stěrky na šablonu. Také je zde umožněno malé přestavení trysky ve vodorovném směru.

Na jednom konci je tryska zakončena hubicí, na kterou navlékáme polyamidovou trubku přivádějící barvu od čerpadla.

Na druhém konci je v trubce zabudován kapacitní snímač tlaku, o kterém bude pojednáno v automatické regulaci.

### Šířková nastavitelnost trysky

Protože je nutno v provozu tisknout různé šířky zboží, musíme také řešit možnost šířkové nastavitelnosti trysky.

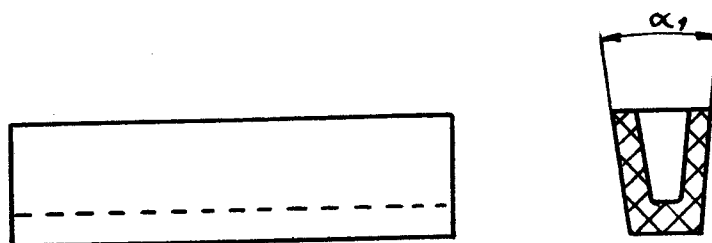
Nelze v tomto případě použít teleskopického uspořá-

|              |         |                                        |         |          |
|--------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                        | DP      | list 35. |

dání, protože by vznikaly netěsnosti a tím by barva mohla zatékat do šablony. Ani použití trysek různých pracovních délek by nebylo příliš ekonomicky výhodné.

Užijeme proto gumových špalíků, které budeme vkládat do štěrbin trysky. Jelikož však při zatírání barvy dochází k ohybu gumových břitů, je nutno podle toho řešit i tvar těchto gumových špalíků. Kdybychom použili plných špalíků, docházelo by při ohýbání břitů kolem špalíků k netěsnostem a zatékání barvy. Proto použijeme profilových špalíků ve tvaru manžet. Tvar je znázorněn na obr. 17.

Vrcholový úhel  $\alpha$ , však bude větší než úhel sevřený mezi oběma břity stěrky. Tím dosáhneme přitlačení stěn manžety na stěny gumových břitů. K tomu ještě přistoupí přítlak vzniklý přetlakem barvy v trysce. Tyto manžety provedeme v několika délkách a podle potřeby si jimi upravujeme potřebnou šířku tisknoucí části trysky.



Obr. 17.

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 36. |

## Regulace tlaku barvy

Nutnost řešení regulace tlaku barvy v trysce je dána konečnými požadavky na potištěnou tkaninu. Tisk musí být proveden rovnoměrně, na tkanině se nesmí vyskytovat místa potištěná více či méně. Tohoto dosáhneme, jestliže v trysce zachováme stálé poměry, to znamená konstantní přetlak barvy. Udržení těchto poměrů je možno provést několika různými způsoby, při čemž lze ještě tyto způsoby jistou měrou kombinovat.

### Doprava barvy samospádem

Doprava barvy samospádem do trysky je nejjednodušším případem dopravy barvy do šablony. Barva se dopravuje do trysky samospádem to znamená, že na barvu působí jen gravitační zrychlení  $g$  . / viz schema na obr.18 /  
Není proto zapotřebí použití nějakého jiného vnějšího členu k dopravě barvy / čerpadlo /.

Přetlak, který potřebujeme v trysce dosáhnout je vyvozen statickou výškou  $h$ , jež je přímo úměrná tlaku  $p$ . Tuto závislost lze vyjádřit vztahem

$$p = \rho \cdot h$$

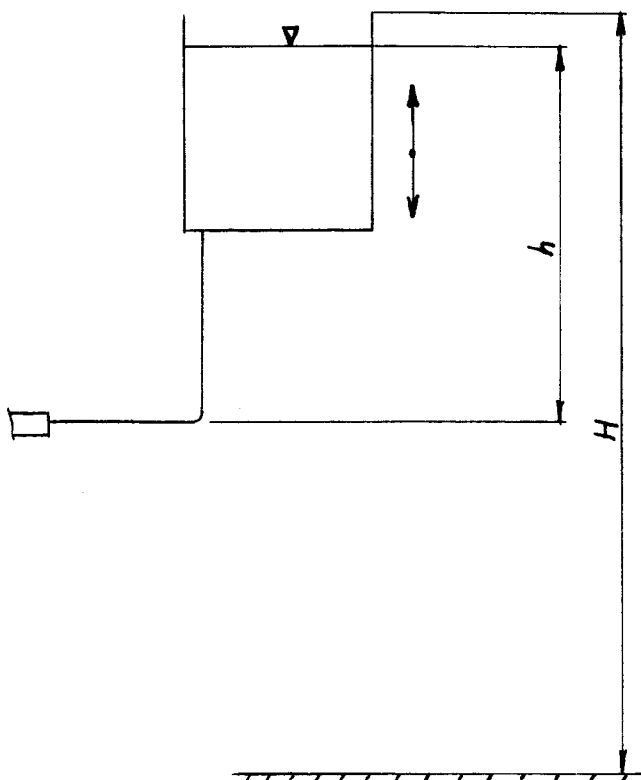
Danou výšku  $h$  je však nutno ještě zvětšit o ztráty v potrubí, které budou v tomto případě / s odvoláním na předcházející výpočty ztrát / činit 60 mm v.s. Výsledná výška  $h$  bude tedy 310 mm v.s.

Nádoba s barvou je z tohoto důvodu umístěna nad stro-

|              |         |                                      |         |          |
|--------------|---------|--------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                      | DP      | list 37. |

jem tak, aby hladina barvy byla v této výši nad tryskou.

Při tisku však dochází ke snižování hladiny úbytkem barvy a tím i ke ztrátě tlaku. Z tohoto důvodu musíme zajistit automatický pohyb nádoby ve svislém směru a tím udržení hladiny barvy v nádobě v konstatní výšce  $h$ . K tomu ještě přistupuje nutnost posunu každé nádoby zvlášť, protože sbotřeba každé barvy je vždy jiná.



Obr. 18.

Z těchto důvodů by toto regulační zařízení bylo konstrukčně velmi náročné. Přistupuje k tomu ještě fakt, že barvy mají rozdílné měrné váhy.

Poměrně velkým problémem by bylo doplňování barev.

|              |         |                                        |         |          |
|--------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                        | DP      | list 38. |

Muselo by být prováděno za klidu stroje neboť při provozu by se nedala hladina barvy udržet v konstatní výšce. Při zastavení stroje zůstane zbytek barvy v trysce, což nelze připustit. Další velkou nevýhodou je poměrně malý prostor pro umístění těchto nádrží. Použijeme-li soudky o obsahu 50 l, není možno je umístit do oblasti stroje z důvodu jejich velkých rozměrů. / Ø 500 x 600 /

#### Pneumatická doprava

Základem této dopravy barvy je, že barvu vytlačujeme do trysky z nádoby s barvou stlačeným vzduchem. Tlakový vzduch přivádíme do uzavřené nádoby s barvou buďto přímo z pneumatické instalace nebo použijeme kompresoru.

Je to poměrně jednoduchý způsob dopravy barvy. Regulace tlaku barvy v trysce je zde provedena regulací tlaku přiváděného vzduchu. Tlak v trysce zjišťujeme manometrem instalovaným na trysce a podle jeho údajů seřídíme pružinový přepouštěcí ventil pro regulaci tlaku v rádobě. Manometr však musí být opatřen ochrannou proti agresivitě barev. Jelikož však jde o malé tlaky, je zde k dosažení vysoké citlivosti třeba velké plochy kuželky. Z tohoto důvodu nelze užít pružinového přepouštěcího ventilu s kuličkou.

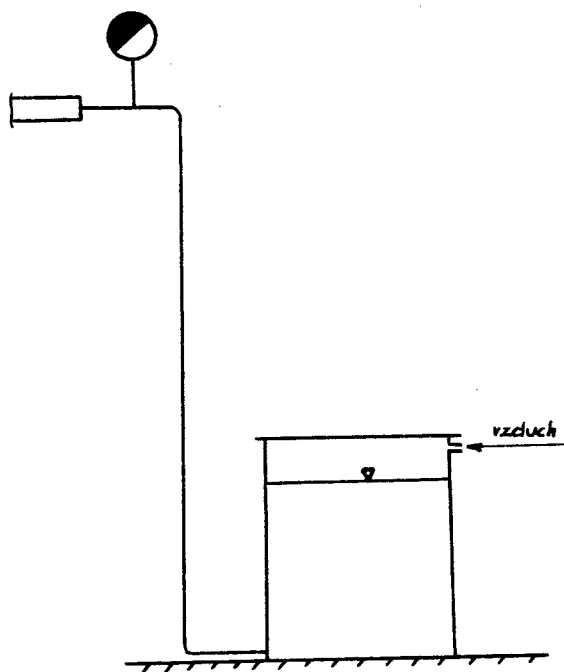
Tuto regulaci lze také provést jako automatickou. Potom bude v trysce zabudován snímač tlaku / indukční, kapacitní, odporový /, který elektrickým signálem ovládá přepouštěcí elektromagnetický ventil v pneumatické insta-

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 39. |

laci.

Největší vadou tohoto systému je nutná přetržitost tisku. Nádoba s barvou musí být totiž za provozu uzavřena, což nelze dodržet při doplňování barvy. Při maximální spotřebě barvy, asi 5 l/min., je nutno barvu doplňovat /při použití sudu o obsahu 50 l/ po 10 min . Touto přetržitostí tisku vzniká mnoho ztrátových časů a tím i velké ekonomické a hospodářské ztráty.

Schema pneumatické dopravy je na obr.19.



Obr.19.

#### Regulace tlaku přepadem

Tato regulace je založena na dodržení konstatní výšky h pomocí přepadu, přes který přebytečná barva /do-

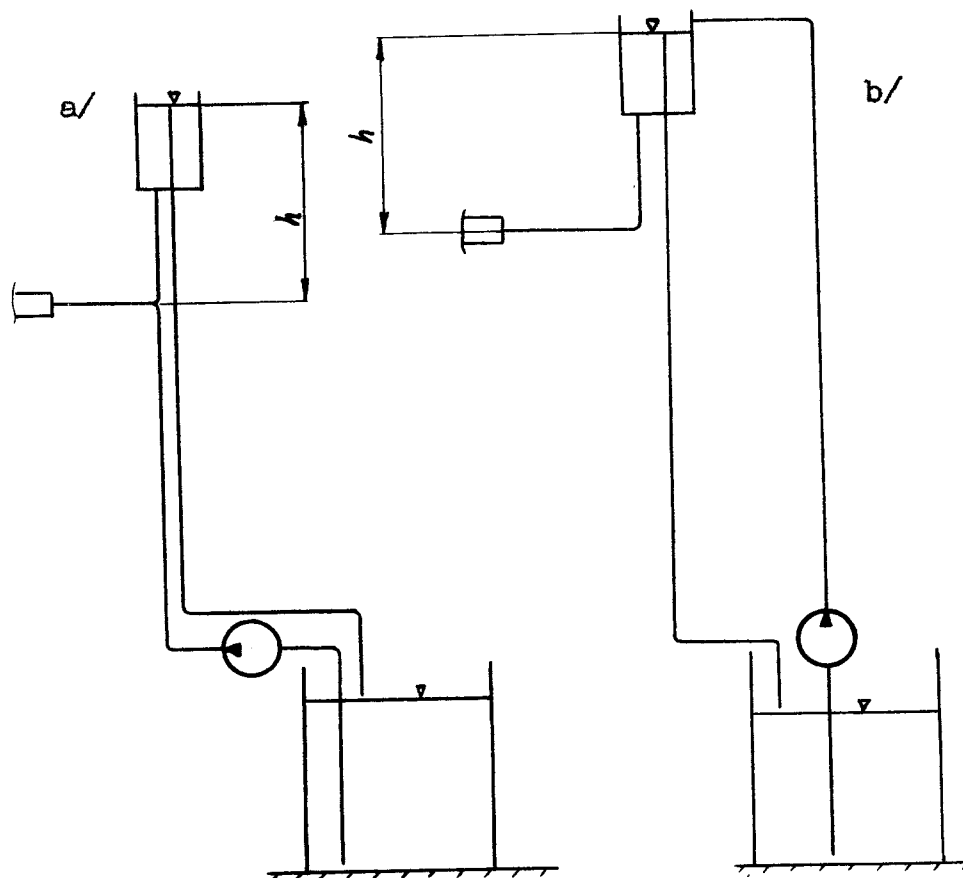
|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 40. |

dávané čerpadlem/ odtéká zpět do sudu s barvou.

Tento způsob regulace lze provést ve dvou variantách:

a/ Barva je čerpána čerpadlem přímo do trysky. Od trysky je však vyvedeno potrubí do nádržky, ve které udržujeme hladinu barvy v konstantní výšce  $h$ . Tato výška je dána výškou ústí odtokové trubice. Čerpadlo musí dodávat větší množství než se spotřebuje na tisk, aby hladina barvy nepoklesla pod úroveň hrdla odtokové trubice. Musí proto stále nějaké množství barvy přetékat zpět do sudu s barvou.

V tomto uspořádání můžeme barvu z trysky odčerpat zpět do sudu.



Obr.20.

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 41. |

b/ Barva je od čerpadla vedena do nádržky nad tryskou. Z nádržky potom samospádem teče do trysky . Přetlak je zde zase dán statickou výškou h. Přebytečná barva odtéká přepadovou trubicí do sudu s barvou. Při použití tohoto provedení nelze odčerpat barvu z trysky. Tato okolnost by nám způsobila velké potíže při výměně a vymývání trysek.

Nevýhodou obou těchto případů regulace je nutnost odtokové hadice a přídavné nádržky, která bude muset být vysoká asi 350 mm nad tryskou. V tomto případě jsme však omezení vzdáleností jednotlivých trysek ve svislém směru. Museli bychom také zabezpečit posuv přepadové trubice co do výšky, protože pro různé barvy je nutno nastavit různé výšky hladin v důsledku různých měrných vah barev.

Schema obou provedení je na obr. 20.

#### Dávkování na hladinu

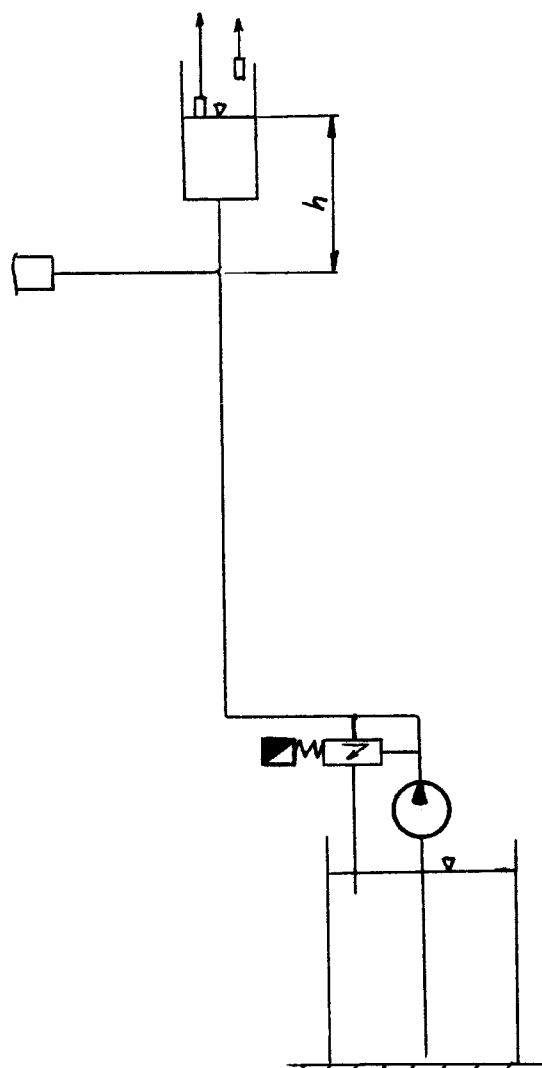
Regulace dávkování na hladinu spočívá v tom, že sledujeme hladinu barvy v nádržce nad tryskou. Tlak je zase dán statickou výškou hladiny h.

V nádržce sledujeme nějakým vhodným čidlem dvě krajní polohy hladiny, které jsou dány předepsanou tlakovou diferencí. Při těchto dvou krajních polohách vysílá snímač elektrický signál, kterým ovládáme přepouštěcí ventil umístěný ve výtlačném potrubí za čerpadlem. V horní poloze hladiny se ventil otevírá a v dolní poloze hladiny se ventil uzavírá. Je to regulace dvojpohová. Pneumatického přenosu signálu nelze užít, protože k dispozici není

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 42. |

zdroj tlakového vzduchu.

Ke sledování hladiny můžeme použít fotonku nebo optický způsob. Jednodušší je však použití elektrod, které mohou být buď dvě /každá pro jednu krajní polohu hladiny / nebo jen jedna, jež sleduje obě polohy hladiny sama / viz schema na obr.21./ . Musíme ale zajistit výškovou nastavitelnost elektrod pro různé měrné váhy barev. Tím se nám ještě výška tohoto zařízení zvýší a stane se pro náš případ nevhodným.



Obr. 21.

|                 |                                        |         |          |
|-----------------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní |                                        | DP      | list 43. |

### Regulace pružinovým přepouštěcím ventilem

Při této regulaci sledujeme tlak barvy v trysce pomocí manometru, který je na trysce namontován.

Za čerpadlem je ve výtlačném potrubí instalován pružinový přepouštěcí ventil, který se nastavuje podle údajů manometru na trysce. Pro zvýšení citlivosti musíme mít u ventilu kuželku s velkou plochou, aby síla na kuželku a tím také na ovládací pružinu byla co největší. Z tohoto důvodu nelze použít přepouštěcích ventilů s kuličkou. Přesto však citlivost ventilu s ohledem na příliš nízké tlaky nebude dostačující.

Velkou nevýhodou je nutnost seřizovat ventily za chodu stroje. Na stroji tiskneme osmi barvami a proto by seřízení ventilů trvalo poměrně dlouho. Přitom bychom však potiskávali tkaninu, která by tím byla buď částečně nebo úplně znehodnocena. Ventily by se však musely také seřizovat při změně barvy. Každá barva má jinou viskozitu a ta vyvolává tlakovou změnu různými ztrátami v potrubí.

Toto řešení by vyhovovalo v případě, že by bylo možno tisknout barvami o stejné viskozitě, což v dnešní době nelze zaručit.

Schema tohoto případu je na obr. 22.

Manometry kontaktní a odporové vyráběné závodem  
PREMA však nevyhovují svým rozsahem. Daly by se však po-  
užít manometry typu č. 03380, které mají vyhovující rozsah.

|              |         |                                        |         |          |
|--------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                        | DP      | list 45. |

Musely by se však dodatečně opatřit ochrannou proti agresivitě barev a přídatnými spínacími kontakty.

Schema je shodné se schématem na obr. 22 avšak přepouštěcí ventil je elektromagnetický a je ovládán elektrickým signálem od manometru.

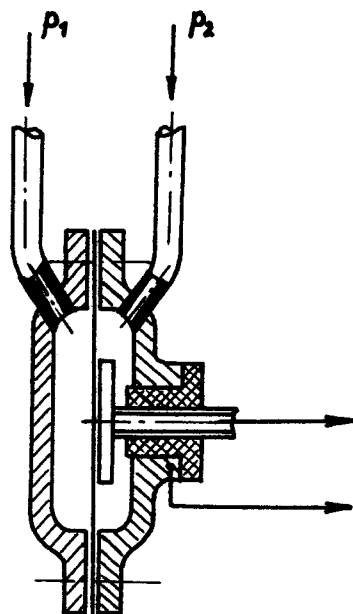
Místo manometru by bylo možno použít indukčního snímače tlaku zabudovaného přímo do trysky. Citlivým elementem indukčního snímače je membrána, která při svém vychylování z nulové polohy způsobuje změnu indukce v elektromagnetu. Membránu bychom museli proti působení barev opatřit blánou z umělé hmoty, která však nezmění konstantu membrány. U nás vyráběné indukční snímače tlaku STD 1 by byly pro náš případ velmi vhodné svým rozsahem tlakovým i tlakové difference, ale bohužel je u nich výslovný zákaz používání pro kapaliny. Indukční snímače tlaku STD 2 až STD 6 mají sice vyhovující tlakovou diferencii avšak jsou konstruovány pro Jt 140.

Nejlepším řešením a v našem případě použitým řešením je automatická regulace pomocí solenoidového ventilu a kapacitního snímače tlaku zabudovaného přímo do trysky .

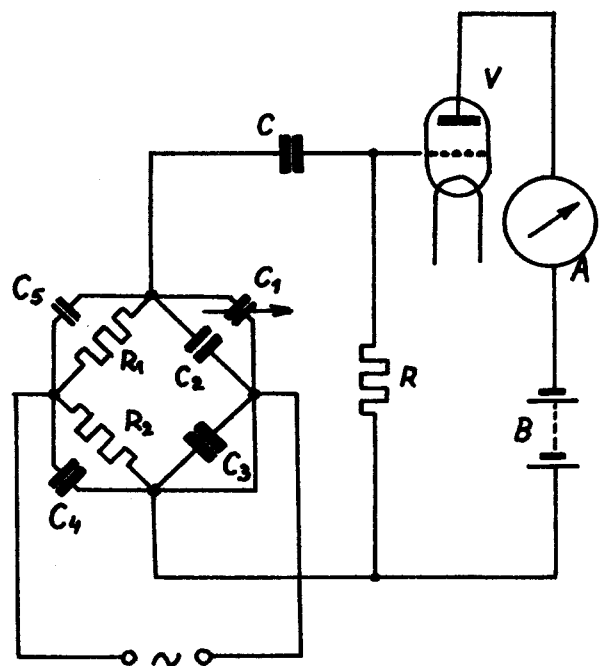
Kapacitní snímač je pro tento případ velmi vhodný z důvodu své vysoké citlivosti. Používá se v zapojení s Carsten - Walterovým můstkem viz schema na obr.24. Schema kapacitního snímače je znázorněno na obr. 23. Kapacitní snímač je na obr. 24. znázorněn jako kapacita  $C_1$ .

Jako ventilu použijeme solenoidový ventil č. 96075 pro 220V, u kterého převrtáme průtočné průřezy ze 3 na 8mm nebo až na 10mm. Jinak bychom si museli nechat vyrobit

|              |         |                                        |         |          |
|--------------|---------|----------------------------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec |         | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
| Fakulta      | strojní |                                        | DP      | list 46. |



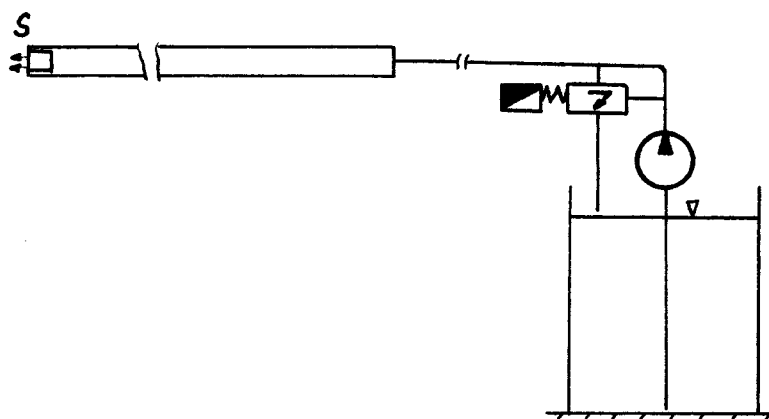
Obr.23.



Obr. 24.

příslušný ventil přímo pro naši konkrétní situaci nebo objednat v cizině.

Regulace bude dvojpohová s nulovým zpožděním.  
Schema na obr.25.



Obr. 25 .

Přehled nákladů a úspor.

| <u>Výrobnost stroje:</u>            |                                    | Reggiani | dař .for |
|-------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|
| m                                   | délka položky                      | 7500     | 0027     |
| m/min                               | rychlost stroje                    | —        | 04       |
| %                                   | využití                            | 46,3     | 9,03     |
| m/hod                               | výrobnost                          | 202      | 547      |
| mil m                               | roční výroba                       | 0,808    | 809,5    |
| mil m                               | objem výroby                       | 10       | 01       |
| ks                                  | potřeba strojů                     | 12       | 3        |
|                                     | počet barev                        | 8        | 8        |
| <u>Výrobní mzdy:</u>                |                                    |          |          |
| pr./str.                            | obsluhovost                        | 2        | 5        |
|                                     | potř. pracovníků                   | 48       | 51       |
| Kčs/hod                             | hodinová mzda                      | 9,68     | 80,9     |
| tis. Kčs                            | roční mzdové nákl.                 | 929,28   | 53,535   |
| hal/m                               | mzdové nákl. na lm                 | 9,29     | 53,5     |
| <u>Spotřeba elektrické energie:</u> |                                    |          |          |
| kW                                  | instalace el. energie              | 5        | 51       |
| tis. kWh                            | roční spotř. el. energie           | 110,88   | 57       |
| tis. Kčs                            | roční nákl. na el. energii         | 16,63    | 08,01    |
| hal/m                               | nákl. na el. energii na lm         | 0,17     | 51,0     |
| <u>Zastavěná plocha:</u>            |                                    |          |          |
| m                                   | plošné rozměry stroje              | 33,7x3,  | 2,3x71   |
| m <sup>2</sup>                      | provozní plocha stroje             | 365      | 02,815   |
| m <sup>2</sup>                      | celk. provozní plocha              | 4380     | 2,220    |
| tis. Kčs                            | inv. nákl. na plochu               | 5641,4   | 3,448    |
| tis. Kčs                            | roční nákl. na odpisy              | 191,8    | 7,85     |
| hal/m                               | nákl. na odpisy budov na lm        | 1,92     | 95,0     |
| <u>Strojní investice:</u>           |                                    |          |          |
| tis. Kčs                            | cena stroje                        | 1234,9   | 5,120    |
| tis. Kčs                            | inv. nákl. na stroje               | 14818,8  | 0,3391   |
| tis. Kčs                            | roční nákl. na odpisy              | 978      | 9,851    |
| hal/m                               | nákl. na odp. strojů na lm         | 9,78     | 95,1     |
| <u>Výroba šablon, válců:</u>        |                                    |          |          |
| hal/m                               | příprava vzorů                     | 20,07    | 70,05    |
| hal/m                               | vyr. šablon-válců-mater.           | 2,06     | 08,5     |
| hal/m                               | vyr. šablon-válců-mzdy             | 5,12     | 51,2     |
| hal/m                               | vzorování a kolekce                | 8,33     | 33,8     |
| hal/m                               | celk. nákl. na výrobu šablon-válců | 35,58    | 53,03    |
| hal/m                               | celkové náklady                    | 56,74    | 43,04    |

|                 |                     |         |          |
|-----------------|---------------------|---------|----------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP      |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 47. |

### Komentář k tabulce

#### Výrobnost stroje.

Porovnání technologie tisku je provedeno s automatickým tiskem Reggiani pro filmový tisk podle provozních údajů tiskárny Tiba - Zálabí, Dvůr Králové n/L. Toto srovnání je doplněno srovnáním s válcovým tiskem strojním pro stejný počet barev a variací.

Do výpočtu nákladů nejsou uvažovány náklady na barvy a chemikálie neboť uvažujeme přibližně stejné náklady u všech provedení.

#### Výrobní mzdy.

U filmového tisku Reggiani a u rotační šablony zajišťují obsluhu stroje tiskař a pomocník. U strojního válcového tisku to jsou: tiskař, zadák, běhounista.

#### Spotřeba elektrické energie.

Při výpočtu spotřeby elektrické energie uvažujeme jen energii potřebnou přímo k pohonu stroje. Neuvažujeme sušení.

#### Zastavěná plocha.

Rozměry strojů v půdorysu jsou i se sušící mansardou.

#### Strojní investice.

|               | válcový tisk | rot. šablona |
|---------------|--------------|--------------|
| tiskací stroj | 293 000      | 300 000      |

| VŠST Liberec |                          | Dávkování barvy<br>pro textilní tisk . | Katedra | KTP      |
|--------------|--------------------------|----------------------------------------|---------|----------|
| Fakulta      | strojní                  |                                        | DP      | list 48. |
|              | sušicí komora            | 144 100                                |         | 144 100  |
|              | myčka blanketu           | 23 300                                 |         | -        |
|              | nosná konstrukce         | 78 800                                 |         | 78 800   |
|              | odvíjecí zařízení        | 7 370                                  |         | 7 370    |
|              | navíjecí zařízení        | 21 200                                 |         | 21 200   |
|              | chladicí komora          | 19 700                                 |         | 19 700   |
|              | náhon a elektrokombinace | 115 000                                |         | 80 000   |
|              |                          |                                        |         | /odhad/  |
|              | celkem                   | 702 470                                |         | 651 170  |
|              | odpisová sazba činí 6%   |                                        |         |          |

|                 |                     |         |         |
|-----------------|---------------------|---------|---------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy     | Katedra | KTP     |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk . | DP      | list 49 |

### Závěr

Stroj s rotačními šablonami představuje technologii tisku, která vychází z techniky filmového tisku, ale umožňuje vysokou produkci zboží. Rozbor efektivnosti vychází ze vzájemného porovnání jmenovaných technologií. Ve všech položkách dochází k úsporám, kromě výroby šablon, kde je o necelý 1 haléř nižší. Celková úspora nákladů se pohybuje mezi 10 - 20 haléři na 1 m potisknuté tkaniny. Průměrná roční úspora s rotačními šablonami činí 463 000 Kčs.

Musíme si však uvědomit, že některé položky u stroje s rotačními šablonami byly odhadnuty.

Liberec 17. června 1968.

*M. Konečný*

|                 |                   |         |         |
|-----------------|-------------------|---------|---------|
| VŠST Liberec    | Dávkování barvy   | Katedra | KTP     |
| Fakulta strojní | pro textilní tisk | DP      | list 50 |

### Seznam užité literatury

1. Mikeš J.: Filmový tisk v textilním průmyslu, 1955, Praha, SNTL.
2. Krouza V.: Čerpadla odstředivá a jim příbuzná, 1956, Praha, Nakladatelství ČSAV.
3. Dvořák R. a kol.: Stroje, 1966, Praha, SNTL.
4. Hájek G.: Čerpadla, 1953, Praha, SNTL.
5. Turk V. I.: Čerpadla a čerpací stanice, 1955, Praha, SNTL.
6. Smrž J.: Čerpadla, 1938, Praha, Ústav pro učební pomůcky.
7. Prokeš J.: Hydraulické pohony, 1957, Praha, Práce.
8. Mach J. - Holec F.: Mechanizace hydraulikou, 1964, Praha, SNTL.
9. Noskiewič J.: Vřetenová čerpadla, 1961, Praha, SNTL.
10. Procházka A.: Proudění tekutin potrubím a kanály, 1962, Praha, SNTL.
11. Sýkora K.: Technická měření ve strojírenství, 1965, Praha, SNTL.
12. Balda M., Melichar M., Zikán M.: Měřicí a zapisovací přístroje, 1957, Praha, SNTL.