

Vysoká škola: **strojní a textilní
v Liberci**

Katedra: **textilních strojů**

Fakulta: **strojní**

Školní rok: **1973/74**

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro **Jaroslav V A C E K**

obor **23-34-8 Výrobní stroje a zařízení - textilní stroje**

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

Název tématu: **Tiskací stroj s rotační šablonou**

Pokyny pro vypracování:

V poslední době se ve světě stále více uplatňují při potiskování textilních materiálů tiskací stroje s rotační šablonou. Náš tiskací stroj je řešen obdobně jako tiskací stroje válcové, to znamená, že šablony jsou umístěny na obvodě centrálního válce, nazývaného též preser. Tato zvláštnost předpokládá též odlišné řešení nanášení barvy. Tento princip klade nároky na hmotnost trysky a přináší problémy spojené s průhybem trysky a s jejím chvěním. Další problém spočívá v tlakové kolisi vznikající při potiskování vzorů nerovnoměrně rozložených během otáčky šablony.

Navrhněte konstrukci trysky s minimální hmotností, která bude mít malý průhyb a bude příčně stabilní. Tryskový systém doplňte vhodným zařízením, snižujícím tlakové kolise při nerovnoměrném tisku.

Technická data:

max. délka trysky	3200 mm
max. tlak v trysce	$5 \cdot 10^4$ Pa
max. průhyb	0,2 mm
max. přítlak	800 N
max. výška trysky	135 mm

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

SEVT - 49 395 0

V 100/74 S
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC - STUDENTSKÁ 6

Grafia 22 3577 73

Rozsah grafických laboratorních prací: 2 výkresy sestavy zařízení

Rozsah průvodní zprávy: 10 stran

Seznam odborné literatury:

Zimmer, J. : Tisk přenosového papíru rotačními šablonami.
Melliand Textilberichte - 1973/11.

Tisk rotační šablonou. Průzkumová zpráva, VÚTS, 1964.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Novák, Elitex, Liberec

Konsultanti: Ing. František Egert
s. František Synek, Totex n.p., Tanvald

Datum zahájení diplomové práce: 15. 10. 1973

Datum odevzdání diplomové práce: 31. 5. 1974



Charvát
Doc. Ing. Jaroslav Charvát, CSc

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Oldřich Krejčíř, CSc

Děkan

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	1

VŠST Liberec - Fakulta strojní

Stavba výrobních strojů - textilní stroje

Obr 23 - 34 - 8

Vedoucí práce : Ing. Jaroslav Novák

Konsultant : Ing. František Egrt
s. František Synek

Počet stran : 54

Počet příloh a tab. : 4

Počet obrázků : 18

Počet výkresů : 2

Počet modelů :

DT : 677.052.001.7

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

V Liberci dne 31.5.1974

J. Vacík
.....

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	3

Obsah

Seznam příloh a výkresů.....str. 5

Seznam použitých zkratk a symbolů.....str. 6

1.Úvod.....str. 7

1.1 Vývoj textilního tisku.....str. 8

1.2 Zpracování textilií.....str. 14

1.3 Způsoby tisku.....str. 16

1.4 Historie rotačního šablonového tisku.....str. 23

2.Řešení průhybu trysky.....str. 26

2.1 Průhyb trysky od přitlaku.....str. 26

2.1.1 Určení ohybových momentů.....str. 27

2.1.2 Výpočet momentů setrvačnosti.....str. 27

2.1.3 Výpočet průhybu.....str. 30

2.1.4 Výpočet integračních konstant.....str. 32

2.1.5 Určení maximálního průhybu trysky
při zatížení přitlakem.....str. 34

2.2 Průhyb trysky od vlastní váhy.....str. 34

2.2.1 Určení váhy trysky.....str. 34

2.2.2 Určení ohybových momentů.....str. 36

2.2.3 Řešení průhybu.....str. 37

2.2.4 Výpočet integračních konstant.....str. 38

2.2.5 Určení maximálního průhybu trysky
způsobeného vlastní vahou.....str. 40

2.3 Výsledný průhyb trysky.....str. 40

2.4 Výpočet předpínací síly F v napínacím šroubu...str. 41

2.4.1 Určení ohybových momentů.....str. 41

2.4.2 Výsledný ohybový moment od přitlaku,vlastní
váhy,předpětí.....str. 44

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojí		str:	4
2.4.3 Vlastní řešení průhybu.....str. 44 2.4.4 Výpočet integračních konstant.....str. 46 2.4.5 Výpočet síly F.....str. 48 2.4.6 Kontrola napínacího šroubu.....str. 49 2.5 Namáhání trysky krutem.....str. 49 3.Tlakový systém dodávky barvy.....str. 50 3.1 Určení objemu akumulátoru.....str. 51 4.Závěr.....str. 53 Seznam literatury.....str. 54			

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	5

Seznam příloh a výkresů

Příloha 3.1.1 - Závislost změny tlaku v akumulátoru a změny akumulovaného množství pro určité výchází tlaky

Příloha 3.1.2 - Nomogram spotřeby tiskací barvy během jedné otáčky šablony

Příloha 3.1.3 - Nomogram spotřeby tiskací barvy během jedné otáčky šablony pro u nás používaný sortiment šablon

Příloha 3.1.4 - Závislost přírůstků tlaku a objemu pro vybranou řadu akumulátorů

Výkres ÚP - 0.001 - výkres trysky

Výkres ÚP - 0.002 - výkres akumulátoru

Seznam použitých zkratk a symbolů

w.....průhyb
M.....ohybový moment
 J_ymoment setrvačnosti
E.....modul pružnosti materiálu
q.....zatížení jednotkové délky
R.....silová reakce
x.....délková souřadnice
F.....síla
P.....plocha
s.....bezpečnost
 σnapětí
Q.....množství tiskací barvy
V.....objem
 ΔVzměna objemu
p.....tlak
 Δpzměna tlaku

1. Úvod

V poslední době se ve světě stále více uplatňují při potiskování textilií tiskací stroje s rotační šablonou. Také v ČSSR byl vyvinut tiskací stroj s rotační šablonou, avšak zcela odlišné konstrukce oproti zahraničním strojům. Náš tiskací stroj je řešen obdobně jako tiskací stroje válcové, to znamená, že šablony jsou umístěny na obvodě centrálního válce. Tato zvláštnost předpokládá též odlišné řešení nanášení barvy. V našem případě se jedná o trysku opatřenou gumovými břity, které tvoří uzavřený prostor. Tento princip klade nároky na hmotnost trysky a přináší problémy spojené s průhybem trysky a s jejím chvěním. Další problém spočívá v kolísání tlaku během potiskování tkaniny.

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:8	

1.1 Vývoj textilního tisku

Zpracování a zušlechťování bavlny, vlny a lnu náleží k nejstarší lidské výrobní činnosti. Současně se zpracováním vláken k odívání a dekoracím se člověk zajímal o možnost zdobení jednotvárné plochy tkanin. Zejména u národů žijících v tropickém pásmu má šat především zdobit, ale má také funkci náboženskou, bojovou a milostnou. Barvy jsou důležitější než ochrana, krásí, rozlišují, líbí se. Tyto podněty daly vznik potiskování textilií.

Jednotlivé národy používaly různých metod pestrého vzorování textilií místním obarvováním. Lze předpokládat, že prvotní metodou všech národů na nižším stupni vývoje bylo ruční nanášení barev nebo barviv na tkaniny malováním. Vyspělejší národy vyvinuly poněkud dokonalejší techniky.

Na dálném východě se již dávno před naším letopočtem používalo k nanášení barev na tkaniny šablony vyřezané z ozdobného papíru a zpevněného jemnou vlasovou sítkou. Byla to tehdy technika, se které se později vyvinul tzv. síťový nebo filmový tisk. V některých asijských státech, zejména v Indii a Japonsku, se původně vzorely tkaniny tzv. podvazováním. Výrobky získané touto technikou, která se dnes obecně označuje jako rezerva, nazývaly se v přední Indii "bandhama" a v Japonsku "šihory", což značí svazování nebo podvazování. Tato technika sáležela v tom, že podvazováním některých míst tkaniny se snižovalo pronikání barviva do těchto míst při barvení. Kombinací několikanásobného podvazování na různých místech

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	9

a několikanásobného barvení různými barvivy se dosahovalo vícebarevných efektů. Zvláště v Indii byla tato technika rezerv vyvinuta na pozoruhodnou úroveň, a proto předpokládáme, že Indie je kolébkou potiskování textilií. V Evropě bylo umění vzorovat textilie místním nanášením barviv původně neznámé. Teprve asi v devátém století našeho letopočtu se začaly tkaniny potiskovat pigmentovými barvivy a vyzdobeny oleji a teprve v 17. stol. se počaly v Evropě potiskovat tkaniny způsobem připomínajícím již některé dnešní techniky. Oba uvedené způsoby pocházejí podle dnešních znalostí rovněž z Indie. Odtamtud se šířilo umění vzorování textilií tiskem v podstatě dvěma cestami, které se setkaly v Evropě, kde první způsob byl již znám sedm století. První směr šíření vedl pevninou. Znalost potiskování textilií se zvolna rozšiřovala Blízkým východem a Tureckem do Itálie. Maurové ji přenesli do Španělska a na Sicílii. Odtamtud se postupně rozšířila po celé Evropě. V Porýní se již textilie potiskovaly v 10. stol. Druhý směr šíření vedl námořními cestami. Počátkem 17. stol. se seznámili s potiskováním textilií v Indii Holanďané a pak Angličané. Východoindická společnost dovážela do Evropy značné množství tkanin zvaných "indické", "chitz", "chintz", "surates", "pintados", "pantas", "calico", atd., které vynikaly cizokrajným, jemným a pohádkovým vzorováním. Z touhy po přepychu se okamžitě staly módou u vládnoucí třídy 17. a 18. stol. Značná poptávka po těchto tkaninách nemohla být kryta přímým dovozem a konečně i zákaz jejich

VŠT Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	10

dovozu do Francie, Anglie a Německa vzbudil snahu vyrábět toto zboží přímo v Evropě. Tyto snahy nemavazovaly tedy na současný stav techniky potiskování tkanin v Evropě používané již asi od 9. stol. Tehdejší evropské tisky byly sice z hlediska výtvarného pozoruhodné, ale barevností a stálostí vzorování nebyly rovnocenné tiskům dováženým z Východu. Snahy napodobit indické tisky neměly z počátku valný úspěch. Po velkých obtížích, jejichž zdolávání se zúčastnila i anglická královská společnost, která ustavila k tomuto účelu zvláštní komisi, podařilo se konečně roku 1678 napodobit indickou metodu potiskování textilií. Metoda záležela v podstatě v použití mořidlových barviv a v rezervování indiga.

Také v Holandsku se tímto problémem horečně zabývali. Pokusy získat přímé informace prostřednictvím lodních kapitánů a lékařů nebyly úspěšné. Také pokusy zaměstnávat indické řemeslníky neměly úspěch. Holanďané hledali proto odborníky ve státech do kterých již dříve pronikla znalost indických metod, zejména v Turecku, kde se v 17. stol. řemeslně používalo jak tisku olejovými barvami, tak i mořidel a rezerv. Tato cesta byla úspěšnější, neboť již roku 1678 dva amsterodamští kupci založili v Amersfoortu tiskárnu bavlněných tkanin "podle východoindického způsobu" pod vedením tureckého řemeslníka.

Pomocí průmyslové špionáže se přenesla znalost indických metod z Holandska do Německa, kde zřídil roku 1689 Georg Neuhoff v Augburgu moderní tiskárnu. V roce 1720 vznikly první tiskárny v dnešním smyslu slova v Anglii a ve

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	11

Švýcarsku, v roce 1740 v Sasku, Bádensku, Elsassu, Francii a Rakousku, v roce 1763 v Čechách, v roce 1840 v Rusku a konečně v roce 1900 v Itálii, Španělsku, Maďarsku, USA, Mexiku a Japonsku.

Vývoji textilního tisku v Evropě lze ovšem porozumět, přihlídneme-li k historickým podmínkám těchto dob, jako byly úspěchy prvních dálných plaveb, rozkvět měst, touha po přepychu, dovoz bavlny, podnikavost nastupující buržoazie, atd. Bez přehánění lze říci, že rychlý vývoj potiskování textilií byl jednou z hnacích sil průmyslové revoluce, které vedla k rozkvětu kapitalismu. Veliká poptávka po potištěných bavlněných tkaninách vedla k mechanizaci přádelen a tkalcoven a k rozvoji běličství.

Holandské používali k nanášení rezerv na tkaniny dřevěných modelů s reliéfními vzory a jejich náboženská emigranti přenesli tuto techniku do Anglie, kde byla plně mechanisována. Rané pokusy o mechanisaci lze zjistit ovšem i na kontinentě. Dupasquier v Neuenburgu mechanisoval dávkování tiskací barvy v nanášecím zařízení a roku 1834 zkonstruoval Perrot první jednoduchý stroj k potiskování tkanin reliéfními modely, nazvaný podle něho perotina. Později roku 1880 zkonstruoval Ebinger první reliéfní válcový tiskací stroj. Žádný z těchto způsobů však nebyl technicky plně vyhovujícím řešením. Základem dnešního strojového tisku textilií se stal hlubotiskový stroj, zkonstruovaný Skotem Thomassen Bellem roku 1770. Pokusy zkonstruovat válcový tiskací stroj jsou však jistě starší. Tak např. roku 1701 popsal Gloraz z Moravy stroj, jehož

podstatu tvořil dřevěný tiskací válec, na nějž se barva nanášela nanášecím válečkem. Bell ohlásil svůj patent roku 1783 a první šestibarevný tiskací stroj podle jeho patentu byl uveden v ehod o dvě léta později v Mossney u Prestonu. U tohoto stroje bylo poprvé použito ocelové stěrky ke stírání přebytečné barvy, tak že se barva přenášela na tkaninu pouze vyhloubenými rytinami. Bellův stroj nahradil práci 40 ručních tiskařů. Poměr mezi strojním a ručním tiskem se pak postupně měnil v neprospěch ručního tisku. Ruční tisk se pak stále více omazoval, až konečně se ručně potiskovaly pouze kapesníky, šátky a pod. nebo velmi široké tkaniny, popř. zcela malé položky. Oživil opět teprve značně později zavedením tzv. síťového tisku. Technika tisku přejatá z Indie pouze tisk přímý a rezervy a z barviv byla známa pouze přírodní mořidlová barviva a přírodní indigo, nepřihlížíme-li k pigmentovým barvivům, upevňovaných na tkaninách v Evropě ve středověku pomocí lněné fermeže. Mořidlová barviva a indigo bylo třeba opatřovat z Indie a proto charakterizují další vývoj tisku snahy odpoutat se od dovozu. To vedlo k podrobnějšímu zkoumání jednotlivých technologických operací. Výsledkem pak byl samostatný vývoj textilního tisku v Evropě i po stránce chemické. Pestrý lept na mořenové červeni vypracoval vědeckými metodami roku 1811 Daniel Köchlin. Lepty nebyly až do té doby známy. Dalším důležitým přínosem pro technologii tisku byl způsob upevňování barviv pařením. Paření bylo použito již roku 1811 ve vlnářském průmyslu a roku 1834 i při tisku bavlněných tkanin. V Anglii pře-

pracovali původně přerušovaný způsob paření na způsob nepřetržitý. Mořidlová barviva se původně aplikovala dvoufázově. Již roku 1837 však zjistil Gastard, že lze tisknout barvivo i mořidlo současně v jedné tiskací barvě.

Důležitým mezníkem ve vývoji tiskařské techniky se stala syntetická barviva. Roku 1856 se k tisku použilo prvního zásaditého barviva, Perkinova mauveinu, a roku 1858 fuchsinu. Těchto barviv se ovšem používalo nejprve při tisku vlny. Bavlnu jimi potiskovali teprve 1861 Gratrix v Anglii a Javal v Alsasku. O rok později vypracoval Prud'homme způsob barvení a tisku anilínovou černí.

Roku 1868 byl synteticky vyroben alizarin, roku 1880 indigo a roku 1901 indatrénová modř.

V druhé polovině 19. stol. byla vypracována nová technika, která ani dnes neztratila na významu, totiž tvorba nerozpustných azových barviv na vlákně. První patent v tomto oboru byl udělen Grässlerovi roku 1880.

Jedním z nejdůležitějších vynálezů, který lze co do významu řadit k vynálezu barviv, bylo použití dithioničitanu a později formaldehydsulfoxylátu sodného při barvení a tisku. Dithioničitan připravil roku 1869 Schützenberger, ale teprve po roce 1900 jej začala průmyslově vyrábět firma BASF v Ludvigshafenu. Brzy se zjistilo, že přísadou aldehydů nebo ketonů lze dithioničitan stabilizovat na formu, která redukuje teprve za podmínek paření. Tento poznatek učinil chemik firmy Manufaktur E. Zündel v Moskvě George Theemar. Výroba formaldehydsulfoxylátu sodného byla pak zahájena u firmy Farbwerke Höchst. Tato lát-

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KPS	
Fakulta strojní		str:	14

ka zasáhla přímo revolučně do technologie tisku.

Začátky textilního tisku jsou spojeny s obecnou průmyslovou revolucí, která vedla k velkému hospodářskému rozmachu, k rozkvětu kapitalismu, ke vzniku proletariátu i revolučního dělnického hnutí.

První českou tiskárnu založil roku 1763 hrabě Kinský ve Sloupu u České Lípy, druhou téměř současně hrabě Bolza v Josefově Dole, tu převzal později Leitenberger. V Praze vznikla roku 1766 na Barvířském ostrově první pražská kartounka. Sociální napětí začalo vznikat při zavádění strojů, které umožňovaly podnikatelům propustit z práce stovky dělníků, snížit mzdy až o 75% a najímat k obsluze ženy a děti.

První tiskací válcový stroj postavil Josef Leitenberger v Zákupích. Tehdejší neuvědomělé dělnictvo hledalo mylně viníky svého utrpení ve strojích a pokoušelo se je zničit. Tak došlo v Čechách k prvním masovým vystoupením dělnictva v Praze, Liberci, České Lípě a v Zákupích. Počala se projevovat dělnická solidarita a snahy organizovat podpůrné spolky.

Textilní tisk, jehož výrobky se staly denní potřebou, prošel velkým technickým rozvojem a stal se silným průmyslovým odvětvím. Indiánské zboží bylo z evropského trhu zcela vytlačeno a později začaly dokonce evropské tiskárny zásobovat bavlněnými šatovkami celý svět.

1.2 Zpracování textilií

Pracovní cyklus výroby textilií se skládá stejně jako cyk-

lus ostatních způsobů zušlechťování textilií z před-
úpravy textilií, z vlastního potiskování a z úpravy po-
tištěných textilií.

Účelem předúpravy je připravit textilii k potiskování,
a to zejména tím, že se zvětší její bělost a savost a
zlepší se charakter povrchu. První dva způsoby se v pod-
statě neliší od předúpravy ostatních textilií. Pro po-
tiskování se však musí textilie zbavit i obvykle vystu-
pujících vláček a volných vláken, popř. je třeba napouštět
textilie před tiskem i jinými roztoky /pro rezervování,
k tisku dizotovaných zásad a pod./.

Volná vláčenka se z textilií odšťihují na postřihovacích
strojích. Během průchodu textilie tímto strojem se vlas
nejprve nadzvedne a pak postřihne několikerym postřiho-
vacím ústrojím. Toto ústrojí tvoří rovný pevný nůž a nad
ním rotační spirálový nůž, který se otáčí značnou rychlos-
tí.

Postřižené textilie se zbavují prachu a volných vláček
na kartáčovacích nebo vyklepávacích strojích. Tyto stroje
bývají obvykle spojeny s navíjecími stolicemi, na nichž
se textilie navíjejí na vály, které přicházejí pak k po-
tiskovacím strojům.

Na těchto válech je obvykle navinuto 3 000 [m] až 8 000 [m]
textilií podle toho, kolik je třeba daným vzorem nebo jeho
barevnou variací potisknout a podle toho, jaká je tloušťka
textilie. Vále jsou namontovány do celkové vozíkové konst-
rukce, tak že je lze snadno přemisťovat. Všechny konce
jednotlivých dílců se před navinutím sešijí jeden za dru-

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	16

hým. Sešívá se obvykle před postřihováním nebo kartáčováním podle toho, jak se bude dále textilie zpracovávat. Některé druhy textilií je třeba před tiskem rámovat a rovněž se musí vyrovnávat jejich útek. To se dělá na tzv. napínacích rámech, aby byla zaručena stále stejná šířka zboží.

Textilie je třeba někdy před tiskem napouštět určitými roztoky, např. preparací anilínové černě, roztoky naftolátů nebo reaktivních a přímých barviv. To se dělá na fuláru spojeném s horkovzdušným sušicím strojem.

Tiskací barvy se na textilní materiál nanášejí pomocí tzv. potiskovacích útvarů /šablon, modelů, válců/. Potištěné zboží se pak suší, popř. paří, aby se barvivo upavnilo ve vláknech, pak se pere nebo vyvíjí a opět pere a konečně suší.

1.3 Způsoby tisku

Jedním z nejstarších způsobů tisku je tzv. ruční tisk. Tiskne se dřevěnou formou, která je skládána ze tří desek. Ve spodní desce, zhotovené z bukového nebo hruškového dřeva, vyřeže formař vzor vystupující z plochy čili vzor reliéfní. Tato tvrdá vzorová deska se přikládá na dvě měkké prkénka, klázaná křížem, aby se forma vlhkem nezbořila. Na vrchní desce jsou držadla nebo vyhloubeniny, aby tiskař mohl formu při tisku uchopit. V protilehlých rozích formy jsou vloženy tzv. střídové neboli reportní hroty. Podle se tiskař řídí, kam má formu položit. Textilie nelze totiž potiskovat potiskovací formou najednou, nýbrž postupně. Celý vzor na textili vzniká opakovaným pokládáním formy,

t.j. základního obrazce, který tvoří střihu nebli raport. Jemnější a složitější vzory nelze vyhotovit v dřevě, poněvadž dřevo by se brzy opotřebovalo. Proto se připravují formy páskové a kolíčkové, na nichž je vzor složen z mosazných plíšků nebo kolíčků vbitých do dřevěné desky. Vyskytují se také formy odlévané. Jsou to odlitky vzorku připevněné na dřevěné desce.

Textilie se potiskují na potiskovacím stole. Pruh textilie je navinut na válečku, z něhož se odvíjí na potiskovací desku, která má měkkou podložku, aby tisk byl ostrý a čistý. Vedle potiskovacího stolu je příruční stolek s poduškou, složenou z pryžových desek pokrytých voskovaným plátnem, na němž spočívá soukený nebo plstěný nanášecí potah napjatý v rámu. Na vrchní potah se natírá potiskovací barva buď štětcem nebo kartáčem.

Ruční tisk je málo výkonný, a proto se vyvinul tisk strojní, nejprve perotinový a pak válcový. Přesto se však ruční reliéfní tisk zachoval, protože jeho výrobky nesou zvláštní ráz ruční práce /mají charakter ruční výtvarné práce/ a také proto, že strojní tisk malých množství módních výrobků by byl příliš drahý. Barvy tištěné ručně jsou syté a během tisku se nešpiní, jako je tomu u tisku válcového. Dnes se potiskují ručními formami zejména vlněné tkaniny. Během posledních 40 let se značně rozšířil tisk síťový čili filmový, při němž se barva nanáší na tkaninu protlačováním šablonou z jemné sítě, kde jsou místa místo vzoru vyplněna laken. Tiskne se nejčastěji na podobných stolech jako při ručním tisku.

Tiskací stoly jsou dlouhé 30 až 60[m], mají masivní dřevěnou desku, na kterou se pokládá plstěná podložka. Plstě se potahuje pevným, hladkým a omývatelným potahem, odolným proti mechanickým a chemickým vlivům. Dosud obecně používané voskové plátno se nyní nahrazuje pryžovým nebo nejlépe polyvinylchloridovým potahem. Po obou stranách desky tiskacího stolu jsou kolejničky, po nichž jezdí vozíky se šablonami a na nichž lze upevnit tzv. střídové běžce. Tyto běžci tvoří zářežky pro vozík šablony, aby byl zajištěn tisk ve správné střídě. Rozměry šablon se normalisují a všude, kde je to možné se přizpůsobuje výkres vzoru rozměrům normalisované šablony.

Tiskací šablony na síťový tisk se skládají z dřevěného nebo kovového rámu, z dřevěné výplně rámu a z fosforobronzového síta nebo se používá síta z přírodního, polyamidového nebo polyesterového hedvábí. Používá se síť různé hustoty, podle jemnosti vzoru.

Vzor se přenáší na síť různými způsoby. Primitivní způsob záleží v ručním malování. Průmyslově se používá fotochemického procesu.

Síťový tisk je technika, která podstatně přispěla k dnešní velké pružnosti a přizpůsobivosti textilního tisku požadavkům módy, neboť zvláštností své techniky umožňuje rychle zásobovat trh novými vzory.

Síťový tisk, který měl před 20 lety proti strojnému tisku význam doplňující a zkušební, se později značně rozšířil, tak že se stal schopným udávat tón. Tento z počátku primitivní způsob tisku byl v posledních letech podstatně

zdokonalen. Jeho nová technika nemá již s ručním tiskem mnoho společného a je skutečně strojovým síťovým tiskem. Mechanizací běžného síťového tisku vznikl automatický vozík pojíždějící postupně po tiskacím stole a konající příslušné tahy stěrkou.

Francouzský automatický vozík koná 8 tisků za minutu, vrací se rychlostí $70[m/min]$ a lze ho použít na maximální střihu $1100[mm]$. Přesnost dodržování střihy je velmi dobrá a k obsluze dvou, tří nebo čtyř stolů stačí dva pracovníci. Stěrka se pohybuje podél osnovy nebo napříč k osnově. Zcela zautomatizován byl síťový tisk na zařízení systémů Kessel, Comerio, Regiani, Teximpex, Buser, Stork a Zimmer. Při mechanizaci síťového tisku se vychází z různých hledisek. Vyskytují se konstrukce, u nichž se používá dlouhého stolu, po kterém se pohybuje potiskovaná textilie. Rámy se šablonami jsou lokálně uloženy a během tisku se zvedají a spouštějí. Pohyb stěrky je obvykle mechanizován. U jiného typu síťových tiskacích strojů se projevila snaha zkrátit tiskací stůl a stroj je konstruován tak, aby zaujal co nejméně místa a spotřeboval co nejméně páry, neboť se vyhřívá vlastní malá mansarda.

Aby se zvětšil výkon síťových tiskacích strojů, omezuje se počet tahů stěrkami, což vyžaduje jejich značný přítlak. Trvanlivost šablen se tím ovšem značně zkracuje. Tento problém řeší u stroje firmy Zimmer. Jako stěrky se používají v tomto stroji železné tyčinky kruhového průřezu o průměru 3 až 20 mm, které jsou volně vloženy do šablony. Pohyb této stěrky je ovládán pohybem magnetu umístěného pod

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KES	
Fakulta strojní		str:	20

podložkou a tyčinka se odvaluje během stírání po šabloně. Intenzita potisku se řídí průměrem stěrky.

Volba záhustky do tiskacích barev pro síťové tisky je velmi důležitá, protože se tiskne ~~mokrě~~ do mokrého. Tiskací barvy musí proto rychle pronikat do textilií, takže je třeba dávat přednost záhustkám normálním nebo zcela mírně anormální viskozity.

Podstatné množství potiskovaných tkanin se tiskne na válcových tiskacích strojích. Tisku pomocí perotiny se dnes již vůbec nepoužívá.

Při válcovém strojním tisku se ryjí vzory do měděných válců tak, že šířka rytiny je o něco větší než šířka potiskované tkaniny. Každá barva se ryje do zvláštního válce, a proto je třeba k potiskování nejméně tolik válců, kolik barev chceme tisknout. Válce se však mohou rýt i tak, že překrýváním barev vzniknou směsové tóny, takže pak může být tiskacích válců méně.

Nevýhoda ~~strojního~~ válcového tisku je v tom, že odvalováním válců po tištěné tkanině se barvy příliš zatlačují do tkaniny a že se navzájem přenášejí z koryta do koryta, čímž se "špiní". Aby se zabránilo přenosu barev a jejich "špinění", používá se tzv. vodových válců, tj. válců bez rytin, kterými se odebrá přebytek barvy z tkaniny a také se jimi zatlačuje poslední barva, která by jinak nebyla zamačkávána.

Potiskovací válce se vyrábějí v podstatě třemi způsoby:

- 1/ pomocí molety
- 2/ pantografováním

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	21

3/ fotografování

Při prvním způsobu se vzorek vyrývá do malého železného válečku zvaného moleta, po jejím zakalení se tlakem přenáší na druhou moletu zvanou reliéfní a z ní na potiskovací válec.

U druhého způsobu vyryje rytec vzorek v pětinašobné velikosti na zinkovou desku a z té se přenáší na potiskovací válec pomocí pákového systému. Válec je opatřen kyselino-vzdorným lakem. Válec obnažený na místech vzoru se pak leptá a ručně upravuje.

Třetím způsobem je zhotovování tiskacích válců pomocí fotografické techniky tak, že se vzorek s příslušným rasterem přenesse nejprve na film a z toho se kopíruje na válec opatřený citlivou vrstvou. Pak se vymyje, zapráší asfaltem a vypálí. Takto připravený válec se pak leptá.

Nejproduktivnějším strojem na rytí válců je stroj firmy Olivetti, který pracuje zcela automaticky.

Princip válcového tiskacího stroje se během posledních 150 let v podstatě nezměnil. Dnes se používá stroje jedno-barevného až šestnáctibarevného. Stroje na tisk ještě větším počtem barev se již nestavějí, neboť s rostoucím počtem válců klesá hospodárnost stroje.

Podstatnou částí všech válcových tiskacích strojů je těžký centrální válec, kolem něž jsou uloženy tiskací válce. Soustava pák přitlačuje k přitlačnému válci pružně tiskací válce pod značným tlakem.

Tiskací barvy se nanášejí na tiskací válce nanášecími válečky, které jsou uloženy v měděných korytech. Nanášecí vá-

lečky jsou buď dřevěné nebo z lehkého kovu a jsou opatřeny pryžovým potahem. Přebytečná barva se stírá z válce stěrkou.

Přítlačný válec se opatřuje pružným obalem tkaniny zvané lapink. Je to tkanina s ramíkovou osnovou a vlněným útkem. Jako tiskací podložka slouží podložka probíhající strojem současně se zbožím. Podložka je dlouhá 30 až 50 [m] a tvoří ji několik vrstev pryžované tkaniny. Její konce jsou buď slepeny nebo se sešívají a to tak, aby šev nebyl na tisku patrný. Proti přímému účinku barev je podložka chráněna běhounem, na kterém teprve leží potiskované zboží. Potištěná tkanina i běhoun a tiskací podložka se po opuštění stroje suší v sušící komoře.

Asi před 30 lety byl konvenční tiskací stroj značně modernisován a současně vzniklo několik typů vysokovýkonných strojů, např. Printmaster, Norton, Kleinewefers.

U dnešních výkonných válcových tiskacích strojů se všem používá pohonu typu Leonard. Tento způsob pohonu umožňuje pohánět jednotlivé části agregátu zvlášť a tím vyrovnávat automaticky napětí tkaniny pomocí kompenzátorů. V budoucnu budou patrně textilní tiskárny vybaveny poněkud jinak než dnešní. Nelze sice předpokládat, že síťové tiskací stroje nahradí zcela dosavadní ruční síťový tisk. Spíše vrátí ruční tisk jeho původnímu poslání: být průkopníkem nových vzorů a sloužit jejich ověřování. Strojní síťový tisk převezme z ručního tisku spíše dnes často tištěné velké metráže a ze strojního tisku všechny malé metráže až do 3000 [m] na barevnou variaci vzoru. Strojnímu

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	23

válcovému tisku pak zůstanou vyhrazeny větší položky.

1.4 Historie rotačního šablonového tisku

Již ve dvacátých letech tohoto století se objevily pokusy o realizaci šablonového tisku rotačními šablonami, ať již ve formě pásů nebo válců.

První provozu schopný stroj tohoto druhu však vyvinul teprve v padesátých letech Portugalce Almeida Jaime Barros. Tento stroj je označován podle vynálezce "ALJABA". Tento tiskací stroj má válcové šablony namontovány kolem centrálního pogumovaného preseru. Válcové šablony jsou vybaveny dutou pevnou hřídelí, kolem níž rotují a která zde slouží jako prostředek přivádění barvy do šablony i jako nosič válečkové rakle. Přítlak šablony i rakle je prováděn přítlakem na hřídel. Stroj "ALJABA" pracuje v regulovatelném rozsahu rychlostí 0 - 80 m/min .

Kontinuální provoz šablonového tisku vyvíjí také výrobci roviných šablonových automatů fa. Stork /Holandsko/ a fa. Zimmer /Rakousko/. V roce 1963 předváděly prototypy rotačních šablonových tiskacích strojů v roviném provedení.

Stroje obou výrobců mají přibližně stejná základní konstrukční provedení. Ve vertikálních postranicích jsou uloženy dva velkopřůměrové válce - vodiče nekonečného blanketu. Po obou stranách jsou namontovány otáčivé stojany, do nichž se vkládají rotační šablony, které jsou naháněny od hlavního náhonu stroje.

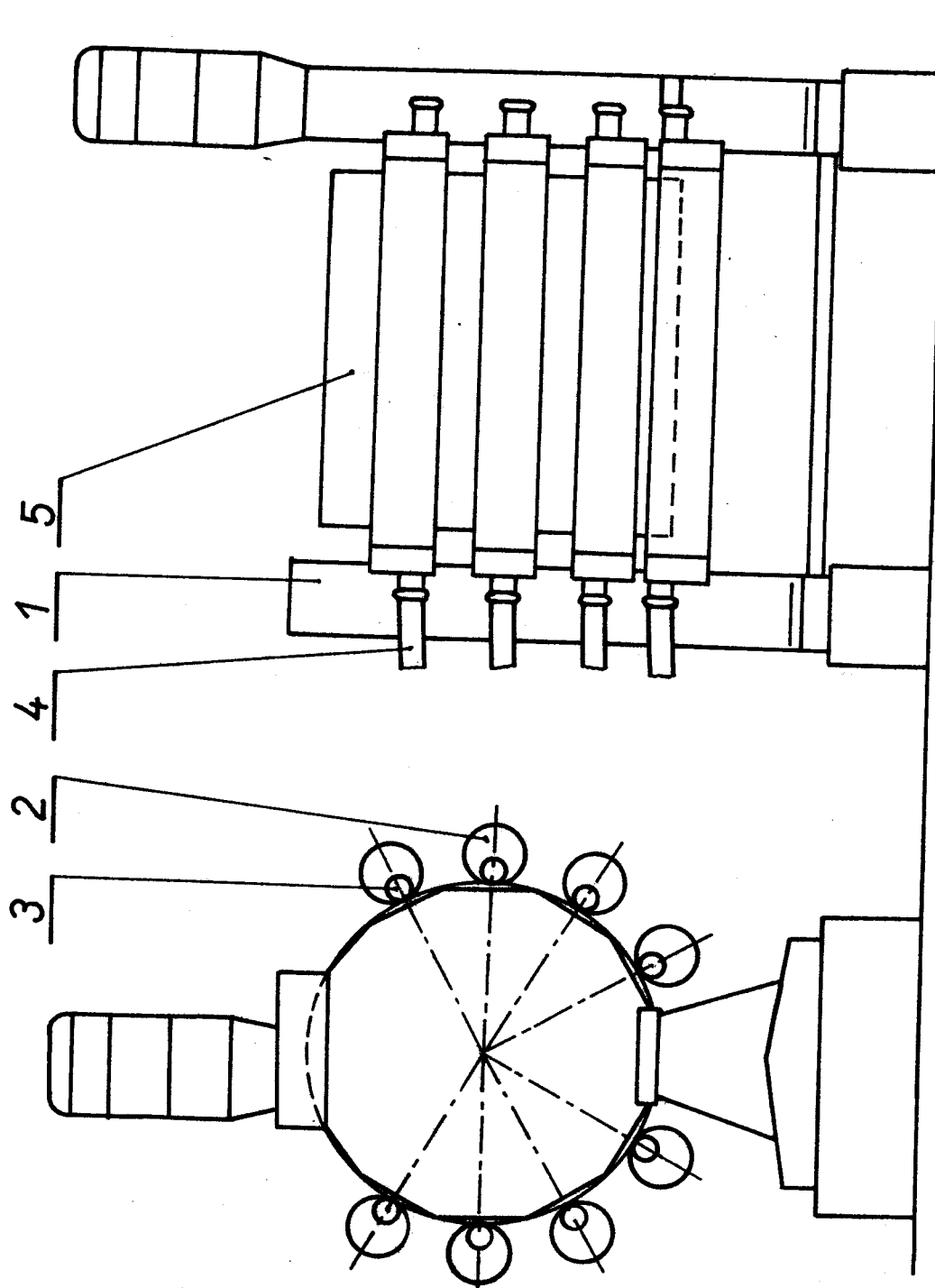
U nás od roku 1964 probíhá vývoj tiskacího stroje s rotač-

VŠT Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	24

ními šablonami centrálně uspořádanými kolem presseru. Toto uspořádání šablon má za důsledek zcela jiné řešení nanášení barvy. Barva je nanášena speciální tryskou opatřenou gumovými stěracími břitzy, které tvoří uzavřený prst. Do barvicí trysky je barva dodávána pod tlakem zubovým čerpadlem poháněným variátorem s možností regulace dodávky. Pohon stroje je proveden stejnosměrným derivačním motorem s možností regulace otáček.

U strojů větší šíře jsou kladeny větší požadavky na konstrukci trysky a to hlavně z hlediska jejího průhybu, aby nedošlo k odčálení gumových břitů od šablony a tím k úniku barvy.

Schema tiskacího stroje s rotačními šablonami fy. TOTEX je zobrazeno na obr.1.



1 - stojan

4 - přívod barvy

2 - rotační šablona

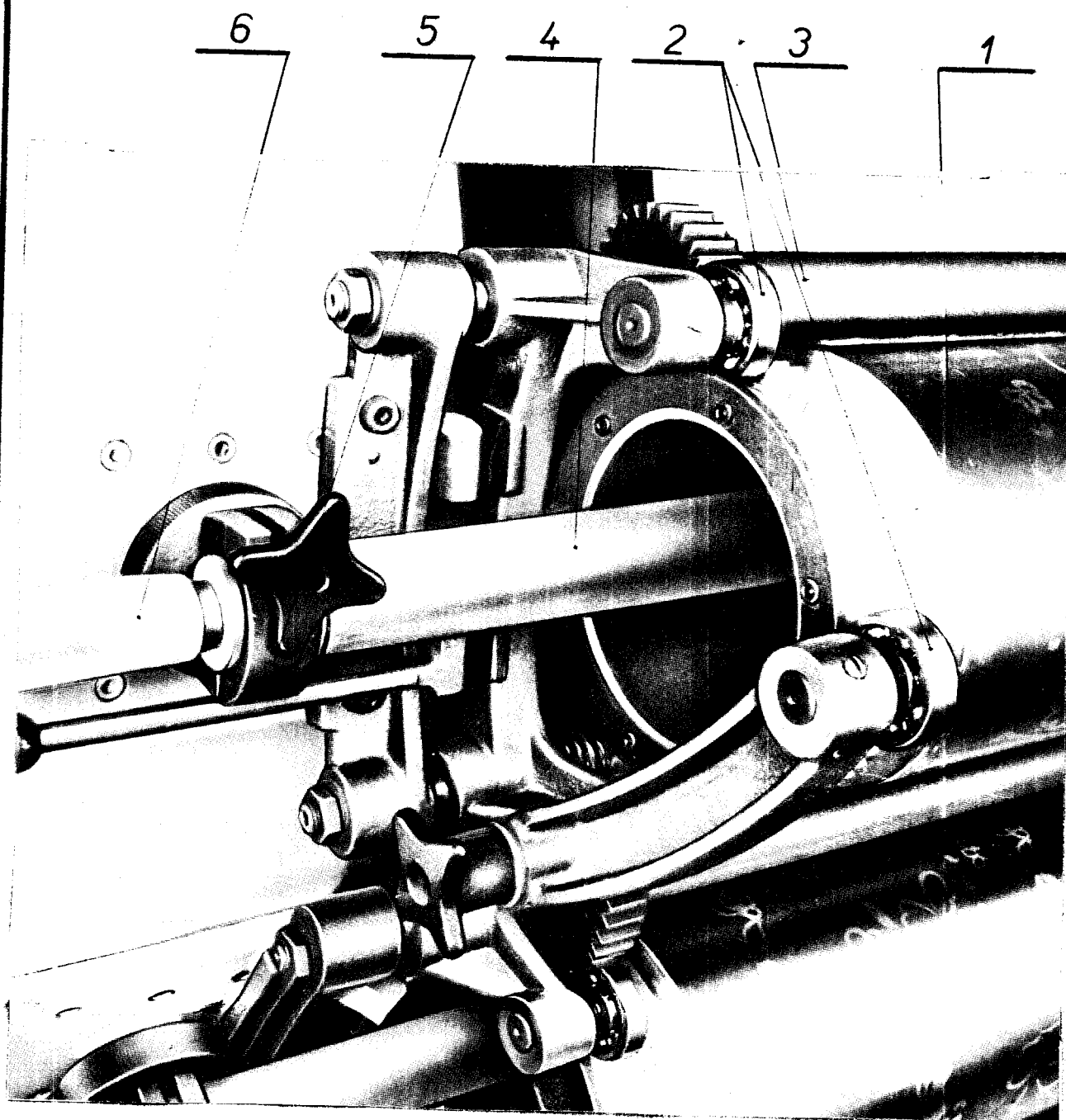
5 - preser

3 - barvicí tryska

obr.1 - Schéma potiskovacího stroje s rotační šablonou

Na obr.1a je uspořádání šablony a trysky u rotačního šablonového tiskacího stroje.

1 - rotační šablona; 2 - vodící kladky; 3 - náhon šablony;
4 - barvící tryska; 5 - upevnění trysky; 6 - přívod barvy.



obr.1a - Uspořádání šablony a trysky

2. Řešení průhybu trysky

Tryska je v podstatě neprismatický nosník proatě podepřený na obou koncích. Je obtížena zatížením od:

- a/ přitlaku $/q = 0,026 \text{ [kp/mm]} /$
- b/ vlastní vahou
- c/ ohybovým momentem, který vyvozuje napínací šroub. Předpětí, kterým musíme šroub předepnout určíme výpočtem na základě maximálního dovoleného průhybu.

2.1 Průhyb trysky od přitlaku

Řešení průhybu provádíme pomocí diferenciální rovnice ohybové čáry:

$$w'''' = \frac{-M/x/}{EJ_y/x/} \quad (1)$$

w'''' = druhá derivace průhybu

$M/x/$ = ohybový moment

E = modul pružnosti

J_y = průřezový moment setrvačnosti

Pro řešení si můžeme trysku rozdělit do tří úseků, kde určujeme ohybové momenty v závislosti na souřadnici x . Průběh posouvací síly a ohybového momentu je na obr. 2. Nejprve však musíme určit reakce v místech podepření. Ze symetrie trysky plyne, že reakce R_1 v místě 1 je rovna reakci R_2 v místě 2.

$$R_1 = R_2 = \frac{q \cdot b}{2} \text{ [kp]} \quad (2)$$

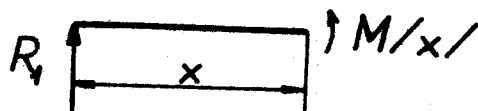
q = obtížení jednotkové délky trysky $[\text{kp/mm}]$

b = délka obtížení $[\text{mm}]$

2.1.1 Určení ohybových momentů

Ohybové momenty jsou funkcí souřadnice x , kterou měříme od levé podpory / viz. obr.2 /.

a/ $x < 0, d$

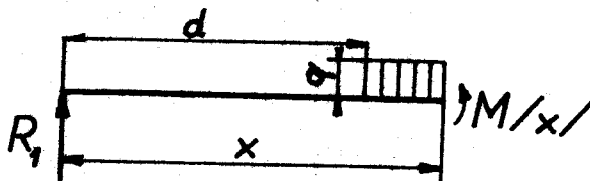


obr.3 - Vnitřní statické účinky

$$M/x/ = R_1 \cdot x = \frac{q \cdot b}{2} \cdot x = 40 x$$

(3)

b/ $x < d, d+b$



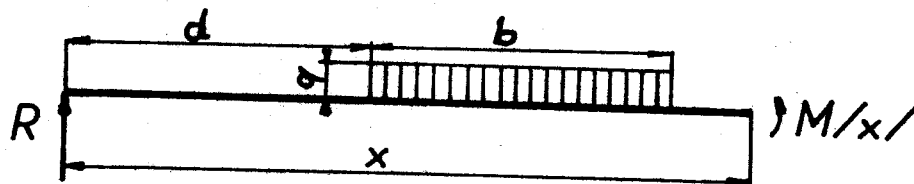
obr.4 - Vnitřní statické účinky

$$M/x/ = R_1 \cdot x - \frac{q}{2} \cdot x \cdot d / 2 = -\frac{q}{2} \cdot [b \cdot x - x \cdot d / 2] =$$

$$= 41,64 x - 0,13 x^2 - 5,15$$

(4)

c/ $x < d+b, a$



obr.5 - Vnitřní statické účinky

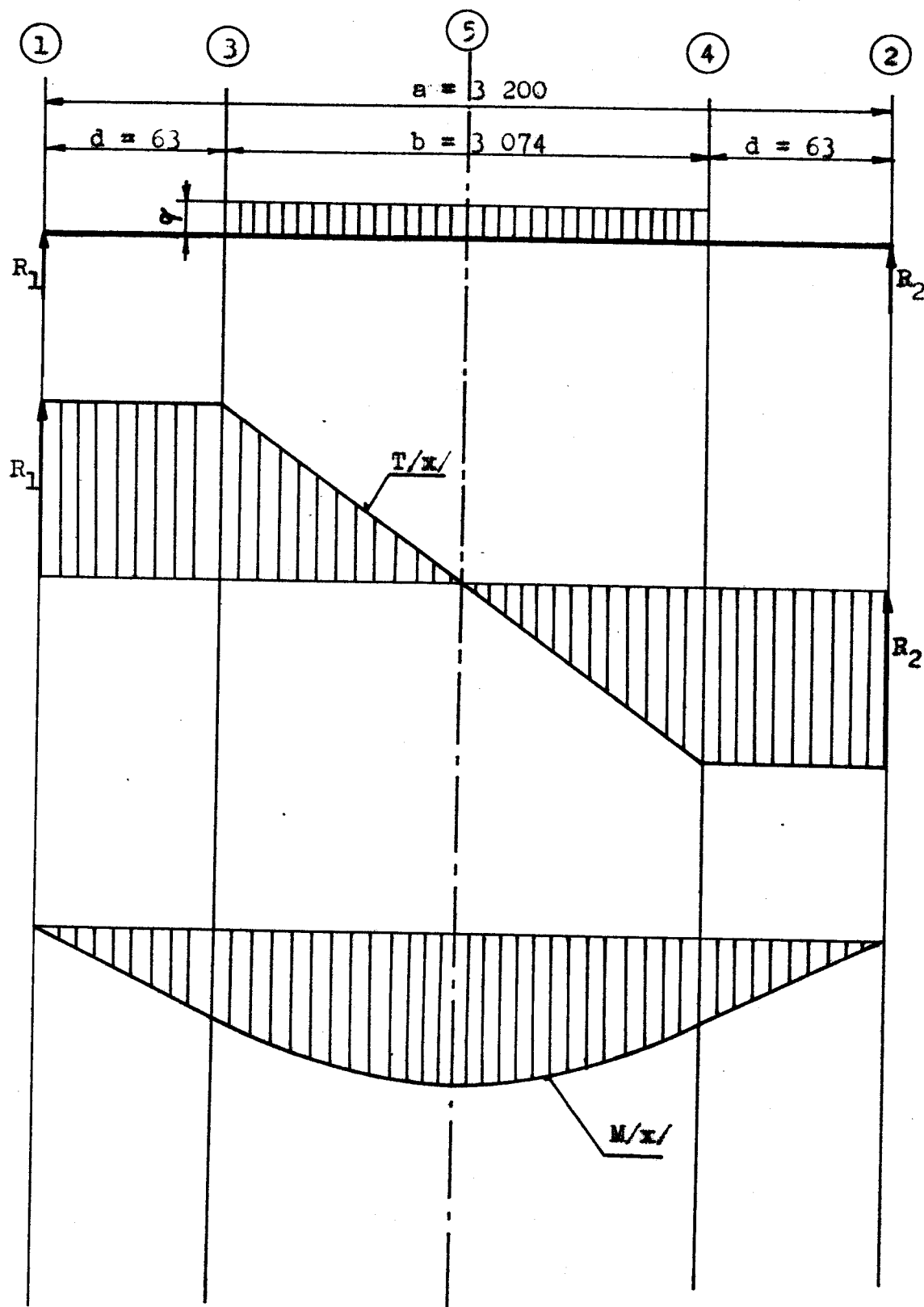
$$M/x/ = R_1 \cdot x - \frac{q \cdot b}{2} \cdot 2x - 2d - \frac{b}{2} \cdot x = \frac{q \cdot b}{2} \cdot b + 2d - x / =$$

$$= 12,8 \cdot 10^3 - 40 x$$

(5)

2.1.2 Výpočet momentů setrvačnosti

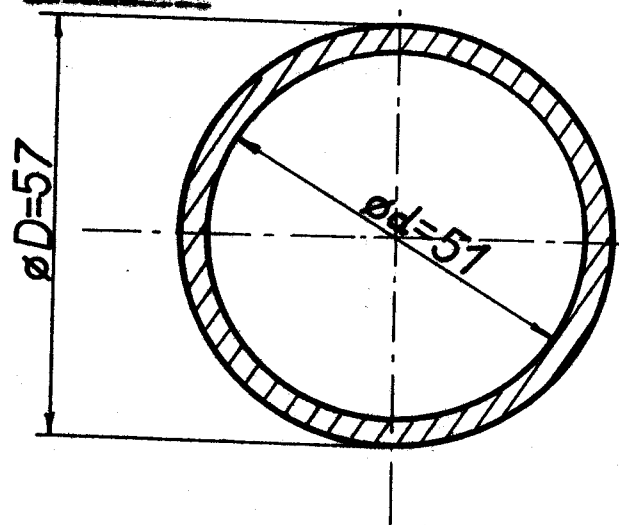
Tryska se skládá ze dvou částí s rozdílným průřezovým momentem setrvačnosti. Průřez A-A /obr.6/ je pro sou-



obr.2 - Průběh posuvací síly a ohybového momentu

řadnici $x \in \langle 0, d \rangle$ a pro souřadnici $x \in \langle d+b, a \rangle$. Průřez B-B je pro souřadnici $x \in \langle d, d+b \rangle$ /obr.7/.

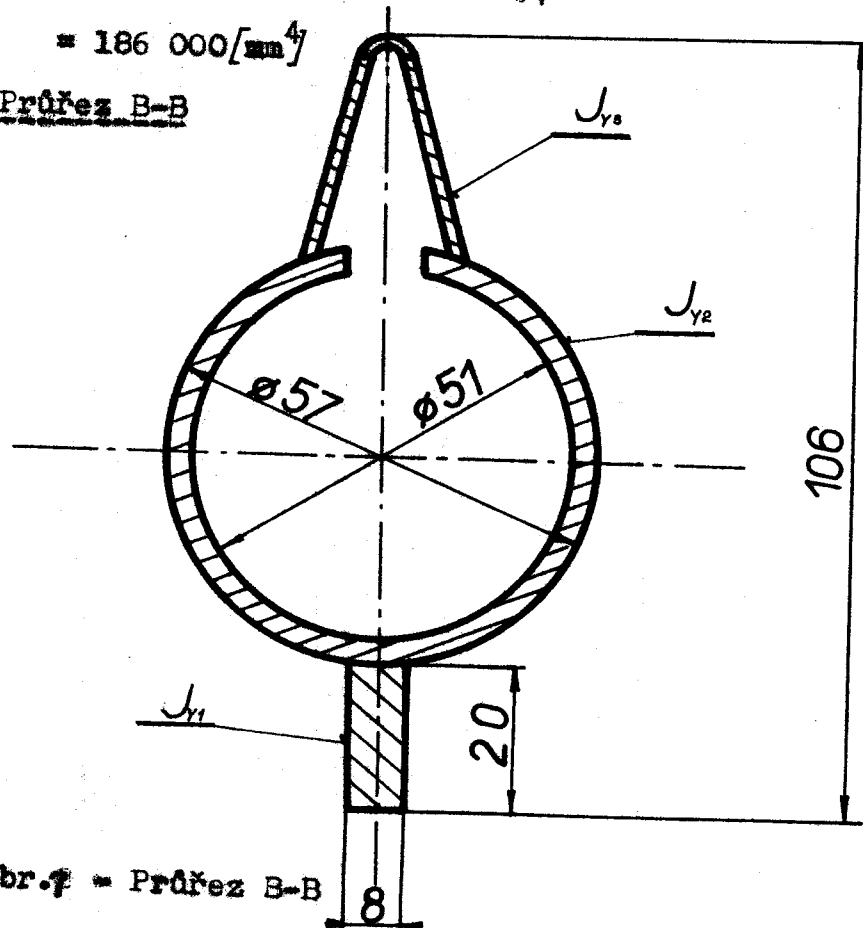
Průřez A-A



obr.6 - Průřez A-A

$$J_y = \frac{J_D}{2} = \frac{\pi}{64} D^4 - \frac{\pi}{64} d^4 = \frac{\pi}{64} (57^4 - 51^4) = 186\,000 [\text{mm}^4]$$

Průřez B-B



(6)

obr.7 - Průřez B-B

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	30

$$J_y = J_{y1} + J_{y2} + J_{y3} \quad (7)$$

$$J_{y1} = \frac{1}{12} b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot x^2 = \frac{1}{12} 8 \cdot 20^3 + 8 \cdot 20 \cdot 38,5^2 =$$

$$= 243\,330 [\text{mm}^4] \quad (8)$$

$$J_{y2} = \frac{1}{64} D^4 - d^4 - \frac{1}{12} b \cdot h^3 - b \cdot h \cdot y^2 =$$

$$= \frac{1}{64} 57^4 - 51^4 - \frac{1}{12} 10 \cdot 3^3 - 10 \cdot 3 \cdot 27^2 =$$

$$= 164\,077,5 [\text{mm}^4] \quad (9)$$

$$J_{y3} = 181\,320 [\text{mm}^4]$$

$$J_y = 243\,320 + 164\,077,5 + 181\,320 = 599\,727,5 [\text{mm}^4] \quad (10)$$

2.1.3 Výpočet průhybu

Integrací druhé derivace diferenciální rovnice ohybové čáry (1) získáme rovnici ohybové čáry. Při integraci dostaneme v rovnicích integrační konstanty, které určíme pomocí okrajových podmínek.

Okrajové podmínky:

- a/ $w_1 = 0$ - průhyb v místě podpory 1 je nulový
- b/ $w_2 = 0$ - průhyb v místě podpory 2 je nulový
- c/ $w'_5 = 0$ - tečna k ohybové čáře v místě 5 má nulovou směrnici
- d/ $w'_{3+} = w'_{3-}$ - v místě 3 a 4 nemůže dojít ke zlomu v ohybové čáře, proto derivace z prava i z
- e/ $w'_{4+} = w'_{4-}$ - leva musí být stejné
- f/ $w/d = w/d$ - v místě 3 musí být průhyb z prava i z

leva shodný

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	31

Dosažením do druhé derivace diferenciální rovnice ohybové čáry a její dvojnásobnou integrací dostaneme výslednou rovnici ohybové čáry pro souřadnici x v jednotlivých intervalech.

I/ $x \in \langle 0, d \rangle$

$$M/x/ = \frac{q \cdot b}{2} x$$

$$J_y = 186\,000 [\text{mm}^4] = 18,6 [\text{cm}^4]$$

$$w'' = - \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} x \quad (11)$$

$$w' = - \frac{q \cdot b}{4 \cdot E \cdot J_y} x^2 + K_1 \quad (12)$$

$$w = - \frac{q \cdot b}{12 \cdot E \cdot J_y} x^3 + K_1 \cdot x + K_2 \quad (13)$$

II/ $x \in \langle d, d+b \rangle$

$$M/x/ = \frac{q}{2} [x/b + 2d - x^2 - d^2]$$

$$J_y = 599\,727,5 [\text{mm}^4] = 59,97 [\text{cm}^4]$$

$$w'' = - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} [x/b + 2d - x^2 - d^2] \quad (14)$$

$$w' = - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} [\frac{x^2}{2} / b + 2d - \frac{x^3}{3} - d^2 \cdot x] + K_3 \quad (15)$$

$$w = - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} [\frac{x^3}{6} / b + 2d - \frac{x^4}{12} - d^2 \cdot \frac{x^2}{2}] + K_3 \cdot x + K_4 \quad (16)$$

III/ $x \in \langle d+b, a \rangle$

$$M/x/ = \frac{q \cdot b}{2} / b + 2d - x /$$

$$J_y = 186\,000 [\text{mm}^4] = 18,6 [\text{cm}^4]$$

$$w'' = - \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} / b + 2d - x / \quad (17)$$

$$w' = - \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} [/ b + 2d / x - \frac{x^2}{2}] + K_5 \quad (18)$$

$$w = - \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{b+2d}{2} \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right] + K_5 \cdot x + K_6 \quad (19)$$

Konstanty $K_1 \div K_6$ v rovnicích (12), (13), (15), (16), (18), (19) jsou integrační konstanty.

2.1.4 Výpočet integračních konstant

Integrační konstanty $K_1 \div K_6$ určíme pomocí okrajových podmínek a ÷ f.

$$a/ \quad w_1 = 0 \quad \text{pro } x = 0 \text{ [cm]}$$

$$0 = - \frac{q \cdot b}{12 \cdot E \cdot J_y} \cdot 0 + K_1 \cdot 0 + K_2 = \underline{K_2 = 0}$$

$$b/ \quad w_2 = 0 \quad \text{pro } x = a \text{ [cm]}$$

$$0 = - \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{b+2d}{2} \frac{a^2}{2} - \frac{a^3}{6} \right] + K_5 \cdot a + K_6$$

$$0 = - \frac{0,26 \cdot 307,4}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} \frac{2 \cdot 320^3}{6} + 320 K_5 + K_6$$

$$320 K_5 + K_6 - 11,1 = 0 \quad (20)$$

$$c/ \quad w'_5 = 0 \quad \text{pro } x = \frac{a}{2} \text{ [cm]}$$

$$0 = - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{1/a/2/2}{2} \frac{b+2d}{2} - \frac{1/a/2/3}{3} - d^2 / \frac{a}{2} / 2 \right] + K_3$$

$$0 = - \frac{0,26}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / \frac{160^2}{2} 320 - \frac{160^3}{3} - 6,3^2 \cdot 160^2 / + K_3$$

$$\underline{K_3 = 2,82 \cdot 10^3}$$

$$d/ \quad w'_{3+} = w'_{3-} \quad \text{pro } x = d \text{ [cm]}$$

$$- \frac{q \cdot b}{4 \cdot E \cdot J_y} d^2 + K_1 = - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{d^2}{2} \frac{b+2d}{2} - \frac{d^3}{3} - d^3 \right] + K_3$$

$$- \frac{0,26 \cdot 307,4}{2,1 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 18,6} 6,3^2 + K_1 =$$

$$= - \frac{0,26}{2,2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / \frac{6,3^2}{2} 320 - \frac{6,3^3}{3} - 6,3^3 / + K_3$$

$$K_1 - K_3 - 14 \cdot 10^6 = 0 \quad (21)$$

$$e / w'_{4+} = w'_{4-} \text{ pro } x = b+d \text{ [cm]}$$

$$- \frac{q \cdot b}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{b+2a}{2} \cdot \frac{b+d}{2} - \frac{(b+d)^2}{2} \right] + K_5 =$$

$$= - \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} \left[\frac{(b+d)^2}{2} \cdot \frac{b+2a}{2} - \frac{(b+d)^3}{3} - \frac{d^2}{2} \cdot \frac{b+d}{2} \right] + K_3$$

$$- \frac{0,26 \cdot 307,4}{2,2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} / 320 \cdot 313,7 - \frac{313,7^2}{2} / + K_5 =$$

$$= - \frac{0,26}{2,2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / \frac{313,7^2}{2} 320 - 6,3^2 \cdot 313,7 - \frac{313,7^3}{3} / + K_3$$

$$K_5 - K_3 - 4,698 \cdot 10^2 = 0 \quad (22)$$

$$f / w_{+d} = w_{-d} \text{ pro } x = d \text{ [cm]}$$

$$- \frac{q}{2 \cdot E \cdot J_y} \frac{d^3}{6} \cdot \frac{b+2a}{2} - \frac{d^4}{12} - \frac{d^4}{2} + K_3 \cdot d + K_4 =$$

$$= - \frac{q \cdot b}{12 \cdot E \cdot J_y} d^3 + K_1 \cdot d$$

$$- \frac{0,26}{2,2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / \frac{6,3^3}{6} 320 - \frac{6,3^4}{12} - \frac{6,3^4}{2} / + 2,82 \cdot 6,3 \cdot 10^3 +$$

$$+ K_4 = - \frac{0,26 \cdot 307,4}{12 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} 6,3^3 + 2,834 \cdot 10^3 \cdot 6,3$$

$$K_4 = 0,07 \cdot 10^3$$

Rovnice (20), (21), (22) tvoří soustavu rovnic o třech neznámých, jejíž řešení dostaneme zbyvajících neznámé integrační konstanty K_1, K_5, K_6 .

$$K_1 = 2,834 \cdot 10^3$$

$$\underline{K_5 = -44,16 \cdot 10^3}$$

$$\underline{K_6 = 25,25}$$

2.1.5 Určení maximálního průhybu trysky při zatížení přitlakem

Ze symetrie trysky vidíme, že největší průhyb trysky bude zřejmě v jejím středu /t.j. pro $x = 1600 [\text{mm}]$ /.

$$\begin{aligned} w_{\max} = & - \frac{0,26}{2,2 \cdot 1,10^6 \cdot 59,97} / \frac{160^3}{6} - 320 - \frac{160^4}{12} - 6,3^2 \frac{160^2}{2} / + \\ & + 160 \cdot 2,82 \cdot 10^3 + 0,07 \cdot 10^3 \end{aligned} \quad (23)$$

$$\underline{w_{\max} = 2,7407 [\text{mm}]}$$

2.2 Průhyb trysky od vlastní váhy

Řešení průhybu provádíme diferenciální rovnicí ohybové čáry (1). Pro řešení můžeme trysku rozdělit do tří úseků ve kterých určujeme ohybové momenty v závislosti na souřadnici x . Průběh posouvací síly a ohybového momentu je na obr. 8.

2.2.1 Určení váhy trysky

$$\text{délka trubky: } a = 3200 [\text{mm}]$$

$$\text{váha } 1 [\text{m}] \text{ trubky: } q_1 = 3,995 [\text{kp/m}]$$

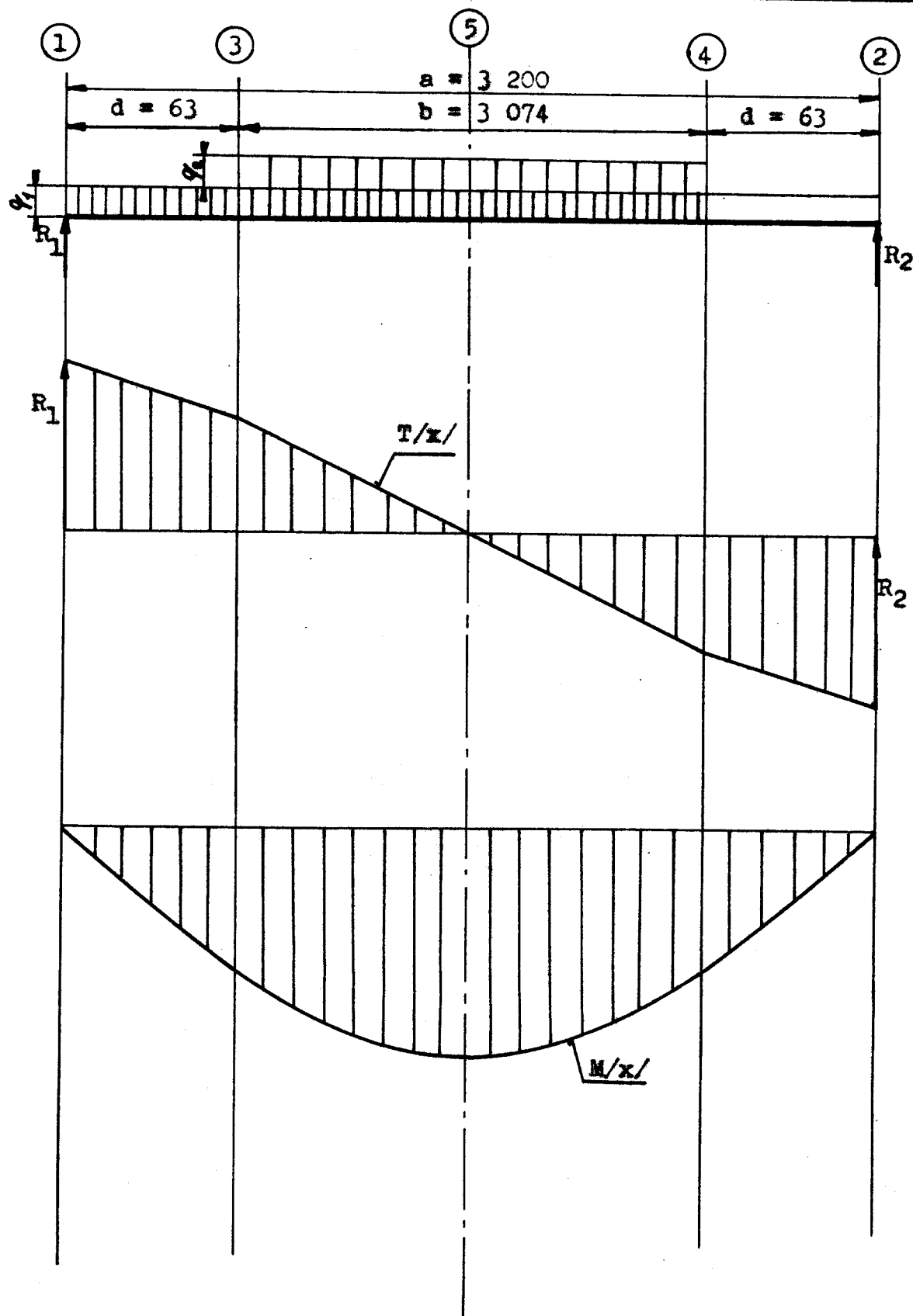
$$\text{celková váha trubky: } Q = 12,8 [\text{kp}]$$

$$\text{délka vyztužení: } b = 3074 [\text{mm}]$$

$$\text{váha } 1 [\text{m}] \text{ vyztužení: } q_2 = 1,256 [\text{kp/m}]$$

$$\text{celková váha vyztužení: } Q = 3,86 [\text{kp}]$$

Ostatní hmoty mají proti trubce zanedbatelnou váhu, a



obr.8 - Průběh posuvací síly a ohybového momentu

proto je při výpočtu neuvažujeme.

Ze symetrie trysky plyne, že reakce v místě 1 je rovna reakci v místě 2.

$$R_1 = R_2 = \frac{q_1 \cdot a + q_2 \cdot b}{2} \quad [\text{kp}] \quad (24)$$

q_1 = váha 1[m] trubky [kp/m]

q_2 = váha 1[m] vystužení [kp/m]

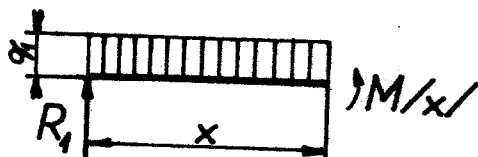
a = délka trubky [m]

b = délka vystužení [m]

2.2.2 Určení ohybových momentů

Ohybové momenty jsou funkcí souřadnice x , která měříme od levé podpory /viz./ obr.8/.

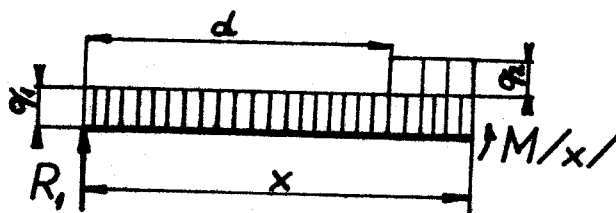
a/ $x \in \langle 0, a \rangle$



obr. 8 - Vnitřní statické účinky

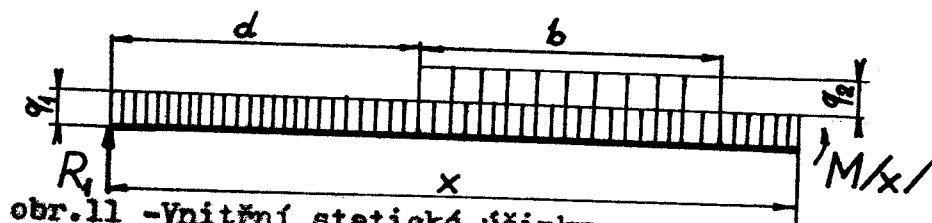
$$\begin{aligned} M/x/ &= R_1 \cdot x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} = \frac{q_1 \cdot a + q_2 \cdot b}{2} x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} = \\ &= 8,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2 \end{aligned} \quad (25)$$

b/ $x \in \langle a, a+b \rangle$



obr. 10 - Vnitřní statické účinky

$$M/x/ = R_1 \cdot x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} - \frac{q_2 \cdot (x-d)^2}{2} = \frac{q_1 \cdot a + q_2 \cdot b}{2} \cdot x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} - \frac{q_2 \cdot (x-d)^2}{2} = 8,483 \cdot x - 0,0265 \cdot x^2 - 0,516 \quad (26)$$

c/ $x \in \langle d+b, a \rangle$ 

obr.11 - Vnitřní statické účinky

$$M/x/ = R_1 \cdot x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} - q_2 \cdot b \cdot (x-d) - \frac{b^2}{2} = \frac{q_1 \cdot a + q_2 \cdot b}{2} \cdot x - \frac{q_1 \cdot x^2}{2} - q \cdot b \cdot (x-d) - \frac{b^2}{2} = 4,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2 + 640,2 \quad (27)$$

2.2.3 Řešení průhybu

Řešení průhybu provádíme stejným způsobem a s použitím stejných podmínek jako v kapitole 2.1.3.

I/ $x \in \langle 0, d \rangle$

$$M/x/ = 8,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2$$

$$J_y = 186 \, 000 \, [\text{mm}^4] = 18,6 \, [\text{cm}^4]$$

$$w'' = - \frac{1}{E \cdot J_y} / 8,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2 / \quad (28)$$

$$w' = - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} / 4,2 \cdot x^2 - 0,0066 \cdot x^3 / + K_1 \quad (29)$$

$$w = -0,0358 \cdot 10^6 \cdot x^3 + 0,0422 \cdot 10^9 \cdot x^4 + K_1 \cdot x + K_2 \quad (30)$$

II/ $x \in \langle d, d+b \rangle$

$$M/x/ = 8,483 \cdot x - 0,0265 \cdot x^2 - 0,516$$

$$J_y = 599 \, 727,5 \, [\text{mm}^4] = 59,97 \, [\text{cm}^4]$$

$$w'' = - \frac{1}{E \cdot J_y} / 8,483 \cdot x - 0,0265 \cdot x^2 - 0,516 / \quad (31)$$

$$w' = - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / 4,2415 \cdot x^2 - 0,00883 \cdot x^3 - 0,516 \cdot x / + K_3 \quad (32)$$

$$w = - 0,0113 \cdot 10^6 \cdot x^3 + 0,0175 \cdot 10^9 \cdot x^4 + 0,0205 \cdot 10^7 \cdot x^2 + K_3 \cdot x + K_4 \quad (33)$$

III/ $x \in \langle d+b, a \rangle$

$$M/x/ = 4,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2 + 640,2$$

$$J_y = 186\,000 \text{ [mm}^4\text{]} = 18,6 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$w'' = - \frac{1}{E \cdot J_y} / 4,4 \cdot x - 0,02 \cdot x^2 + 640,2 / \quad (34)$$

$$w' = - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} / 2,2 \cdot x^2 - 0,0066 \cdot x^3 + 640,2 \cdot x / + K_5 \quad (35)$$

$$w = -0,188 \cdot 10^7 \cdot x^3 + 0,0422 \cdot 10^9 \cdot x^4 - 8,18 \cdot 10^6 \cdot x^2 + K_5 \cdot x + K_6 \quad (36)$$

2.2.4 Výpočet integračních konstant

Výpočet integračních konstant provedeme pomocí již dříve uvedených okrajových podmínek a rovnic (29), (30), (32), (33), (35), (36).

$$a/ w_1 = 0 \quad \text{pro } x = 0 \text{ [cm]}$$

$$0 = -0,0358 \cdot 10^6 \cdot 0 + 0,0422 \cdot 10^9 \cdot 0 + K_1 \cdot 0 + K_2 \quad \underline{K_2 = 0}$$

$$b/ w_2 = 0 \quad \text{pro } x = a \text{ [cm]}$$

$$0 = -0,188 \cdot 10^7 \cdot 320^3 + 0,0422 \cdot 10^9 \cdot 320^4 - 8,18 \cdot 10^6 \cdot 320^2 +$$

$$+ K_5 \cdot 320 + K_6$$

$$320 \cdot K_5 + K_6 - 1,013 = 0$$

(37)

$$c/w'_5 = 0 \text{ pro } x = \frac{a}{2} [\text{cm}]$$

$$0 = - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / 4,24 \cdot 160^2 - 0,00883 \cdot 160^3 - 0,516 \cdot 160 / +$$

$$+ K_3$$

$$K_3 = 0,572 \cdot 10^3$$

$$d/w'_{3+} = w'_{3-} \text{ pro } x = d [\text{cm}]$$

$$- \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} / 4,2 \cdot 6,3^2 - 0,0066 \cdot 6,3^3 / + K_1 =$$

$$= - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / 4,242 \cdot 6,3^2 - 0,0883 \cdot 6,3^3 - 0,516 \cdot 6,3 / +$$

$$+ K_3$$

$$K_1 - K_3 - 2,93 \cdot 10^6 = 0$$

(38)

$$e/w'_{4+} = w'_{4-} \text{ pro } x = d+b [\text{cm}]$$

$$- \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} / 4,242 \cdot 313,7^2 - 0,00883 \cdot 313,7^3 -$$

$$- 0,516 \cdot 313,7 / + K_3 =$$

$$= - \frac{1}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} / 2,2 \cdot 313,7^2 - 0,0066 \cdot 313,7^3 + 640,2 \cdot$$

$$313,7 / + K_5$$

$$K_3 - K_5 + 4 \cdot 10^3 = 0$$

(39)

$$f/w_{+}/d/ = w_{-}/d/ \text{ pro } x = d [\text{cm}]$$

$$-0,0358 \cdot 10^6 \cdot 6,3^3 + 0,0422 \cdot 10^9 \cdot 6,3^4 + K_1 \cdot 6,3 =$$

$$= -0,0113 \cdot 10^6 \cdot 6,3^3 + 0,0175 \cdot 10^9 \cdot 6,3^4 + 0,0205 \cdot 10^7 \cdot 6,3^3 +$$

$$+ K_3 \cdot 6,3 + K_4$$

$$6,3 / K_1 - K_3 / - K_4 - 6,154 \cdot 10^6 = 0 \quad (40)$$

Rovnice (37), (38), (39), (40) tvoří soustavu rovnic o čtyřech neznámých, jejíž řešení dostaneme zbylé neznámé K_1, K_4, K_5, K_6 :

$$\underline{K_1 = 0,575 \cdot 10^3}$$

$$\underline{K_4 = 12,646 \cdot 10^6}$$

$$\underline{K_5 = 4,572 \cdot 10^3}$$

$$\underline{K_6 = -0,452}$$

2.2.5 Určení maximálního průhybu trysky způsobného vlastní vahou

Největší průhyb trysky bude opět zřejmě v jejím středu /t.j. pro $x = 1600$ [mm] /.

$$w_{\max} = -0,0113 \cdot 10^6 \cdot 160^3 + 0,0175 \cdot 10^9 \cdot 160^4 + 0,0205 \cdot 10^7 \cdot 160^2 + 0,572 \cdot 10^3 \cdot 160 + 12,646 \cdot 10^6 = 0,0566$$

$$\underline{w_{\max} = 0,566 \text{ [mm]}} \quad (41)$$

2.3 Výsledný průhyb trysky

Výsledný průhyb trysky je dán průhybem od přetlaku a průhybem od vlastní váhy.

$$\underline{w_v = 3,306 \text{ [mm]}}$$

Výsledný maximální průhyb, který vychází, je proti maximálnímu dovolenému průhybu několikrát větší. Z tohoto důvodu

vneseme do trysky ohybový moment, který působí proti průhybu. Tím se průhyb trysky zmenší a tryska také získá na příčné stabilitě. Ohybový moment vyvodíme napínacím šroubem, jehož předpětí určíme výpočtem na základě maximálního dovoleného průhybu.

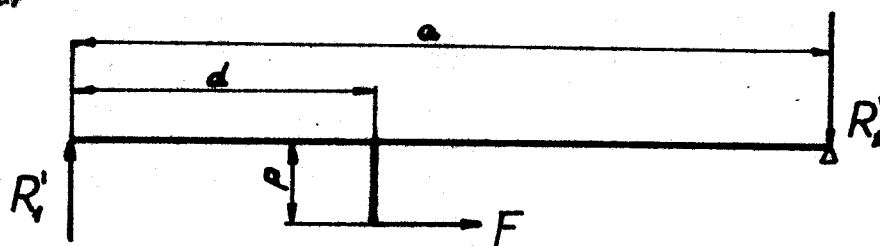
2.4 Výpočet předpínací síly F v napínacím šroubu

Budeme opět vycházet z diferenciální rovnice ohybové čáry (1). Průhyb trysky i integrační konstanty si v tomto případě vyjádříme v závislosti na síle F . Na základě známého dovoleného průhybu potom sílu F vypočteme.

2.4.1 Určení ohybových momentů

Řešení provedeme pomocí superpozice.

a/



obr.12 - Reakce v uložení

Momentová podmínka k bodu 1:

$$F \cdot p + R'_2 \cdot a = 0 \quad (42)$$

R'_2 = reakce v místě 2

$$R'_2 = - \frac{F \cdot p}{a} \quad [\text{kp}] \quad (43)$$

Momentová podmínka k bodu 2:

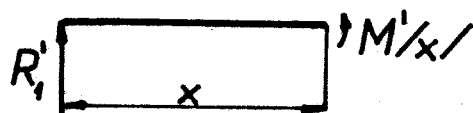
$$F \cdot p - R'_1 \cdot a = 0 \quad (44)$$

R'_1 = reakce v místě 1

$$R_1' = \frac{F \cdot p}{a} \quad [\text{kp}] \quad (45)$$

Ohybové momenty:

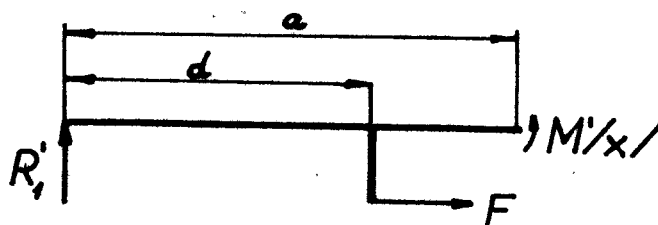
I/ $x \in \langle 0, d \rangle$



obr.13 - Vnitřní statické účinky

$$M'/x = R_1' \cdot x = \frac{F \cdot p}{a} x \quad (46)$$

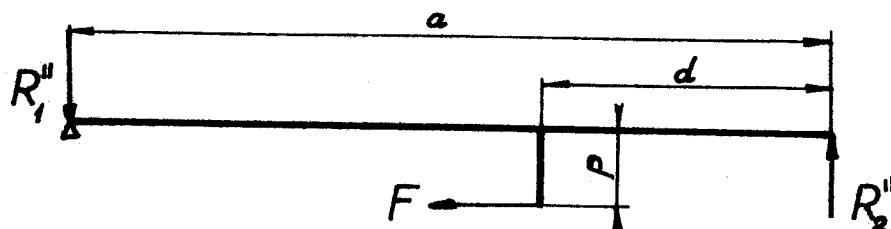
II/ $x \in \langle d, a \rangle$



obr.14 - Vnitřní statické účinky

$$M'/x = R_1' \cdot x - F \cdot p = F \cdot p / \frac{x}{a} - 1/ \quad (47)$$

b/



obr.15 - Reakce v uložení

Momentová podmínka k bodu 1:

$$F \cdot p - R_2'' \cdot a = 0 \quad (48)$$

R_2'' = reakce v místě 2

$$R_2'' = \frac{F \cdot p}{a} \quad [\text{kp}] \quad (49)$$

Momentová podmínka k bodu 2:

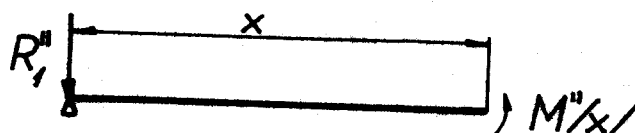
$$F \cdot p + R_1'' \cdot a = 0 \quad (50)$$

R_1'' = reakce v místě 1

$$R_1'' = - \frac{F \cdot p}{a} \text{ [kp]} \quad (51)$$

Ohybové momenty:

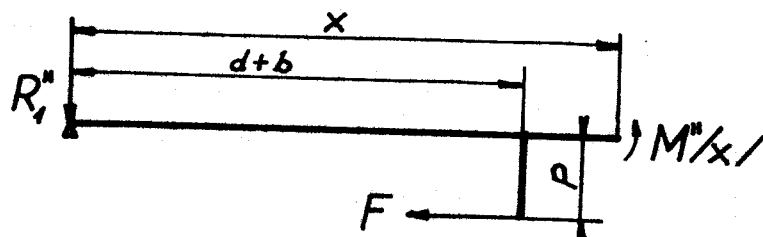
I/ $x \in \langle 0, d+b \rangle$



obr.16 - Vnitřní statické účinky

$$M''(x) = - \frac{F \cdot p}{a} x \quad (52)$$

II/ $x \in \langle d+b, a \rangle$



obr.17 - Vnitřní statické účinky

$$M''(x) = F \cdot p / l - \frac{F \cdot p}{a} x \quad (53)$$

Výsledný ohybový moment je roven součtu částečných ohybových momentů.

$$M(x) = M''(x) + M'''(x) \quad (54)$$

I/ $x \in \langle 0, d \rangle$

$$M(x) = \frac{F \cdot p}{a} - \frac{F \cdot p}{a} x = 0 \quad (55)$$

II/ $x \in \langle d, d+b \rangle$

$$M(x) = F \cdot p / \frac{x}{a} - 1/ - \frac{F \cdot p}{a} x = -F \cdot p \quad (56)$$

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	44

III/ $m \langle d+b, a \rangle$

$$M/x/ = F.p/ \frac{x}{a} - 1/ + F.p/ 1 - \frac{x}{a} = 0 \quad (57)$$

2.4.2 Výsledný ohybový moment od přítoku, vlastní váhy, předpětí

Výsledný ohybový moment se rovná součtu jednotlivých ohybových momentů v jednotlivých intervalech souřadnice x .

Průběh posouvací síly a ohybového momentu je na obr.18.

	moment od přítoku	moment od vlastní váhy	moment od předpětí
$x \langle 0, d \rangle$	$40.x$	$8,4.x - 0,02.x^2$	0
$x \langle d, d+b \rangle$	$41,64.x - 0,13.x^2 - 5,15$	$8,483.x - 0,0265.x^2 - 0,516$	$-F.p$
$x \langle d+b, a \rangle$	$12,8.10^3 - 40.x$	$4,4.x - 0,02.x^2 + 640,2$	0

Výsledný ohybový moment:

$x \langle 0, d \rangle \quad M/x/ = 48,4.x - 0,02.x^2 \quad (58)$

$x \langle d, d+b \rangle \quad M/x/ = 50,123.x - 0,157.x^2 - 5,666 - F.p \quad (59)$

$x \langle d+b, a \rangle \quad M/x/ = 13,44.10^3 - 35,6.x - 0,02.x^2 \quad (60)$

2.4.3 Vlastní řešení průhybu

I/ $x \langle 0, d \rangle$

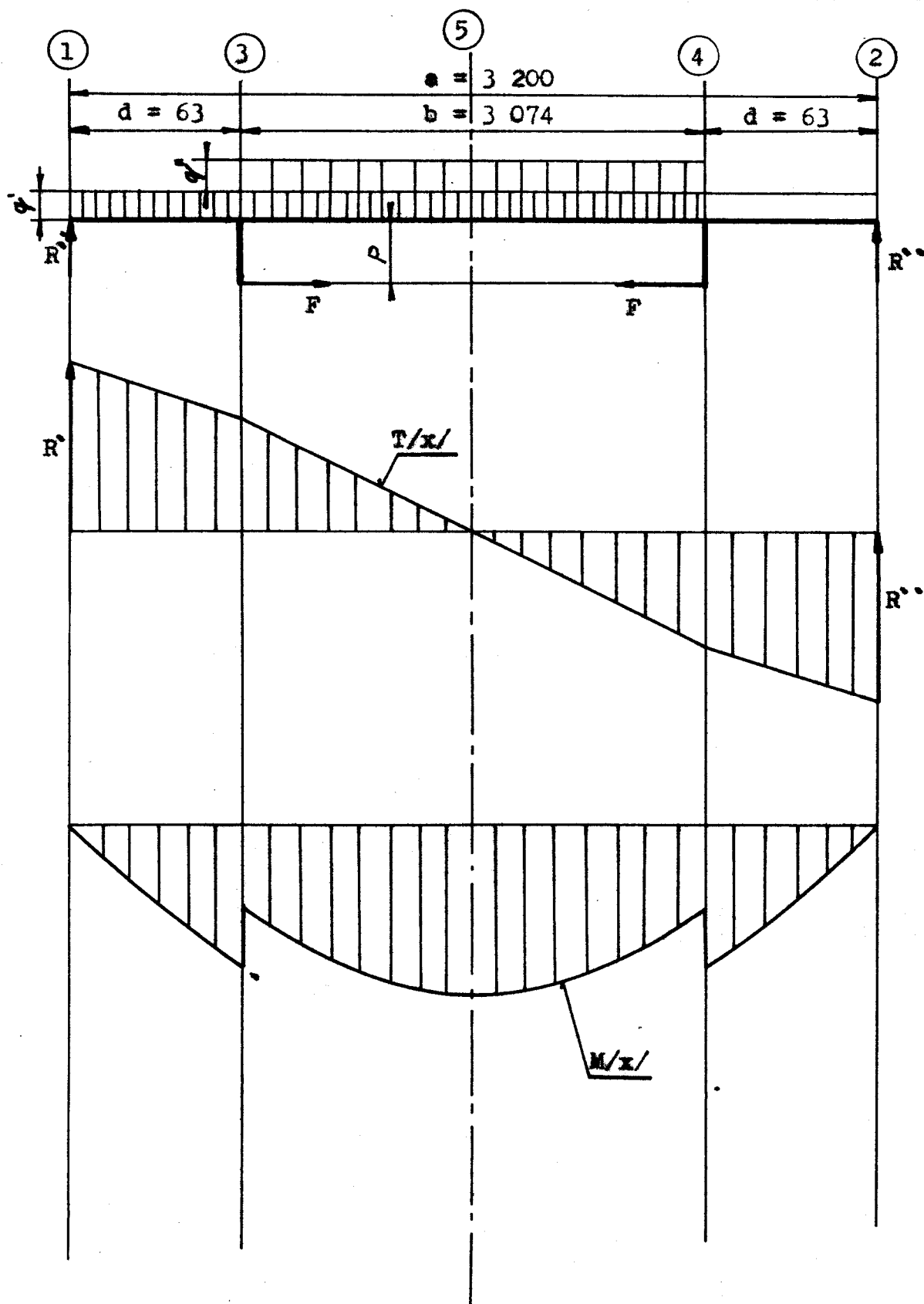
$$M/x/ = 48,4.x - 0,02.x^2$$

$$J_y = 18,6 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$w'' = - \frac{48,4.x - 0,02.x^2}{2,1.10^6, 18,6} = -1,24.10^6.x + 0,512.10^9.x^2 \quad (61)$$

$$w' = -0,62.10^6.x^2 + 0,17.10^9.x^3 + K_1 \quad (62)$$

$$w = -0,206.10^6.x^3 + 0,0426.10^9.x^4 + K_1.x + K_2 \quad (63)$$



obr.18 - Průběh posuvací síly a ohybového momentu

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KPS	
Fakulta strojní		str:	46

II/ $x \in \langle d, d+b \rangle$

$$M/x/ = 50,123 \cdot x - 0,157 \cdot x^2 - 5,666 - F \cdot p$$

$$J_y = 59,97 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$w'' = - \frac{50,123 \cdot x - 0,157 \cdot x^2 - 5,666 - F \cdot p}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 59,97} = \quad (64)$$

$$= -0,398 \cdot 10^6 \cdot x + 1,25 \cdot 10^9 \cdot x^2 + 4,5 \cdot 10^8 + 4,48 \cdot 10^8 \cdot F$$

$$w' = -0,199 \cdot 10^6 \cdot x^2 + 0,417 \cdot 10^9 \cdot x^3 + /4,5 + 4,48 \cdot F/.10^8 \cdot x + K_3 \quad (65)$$

$$w = -0,0663 \cdot 10^6 \cdot x^3 + 0,106 \cdot 10^9 \cdot x^4 + /2,25 + 2,24 \cdot F/.10^8 \cdot x^2 + K_3 \cdot x + K_4 \quad (66)$$

III/ $x \in \langle d+b, a \rangle$

$$M/x/ = 13,44 \cdot 10^3 - 35,6 \cdot x - 0,02 \cdot x^2$$

$$J_y = 18,6 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$w'' = - \frac{13,44 \cdot 10^3 - 35,6 \cdot x - 0,02 \cdot x^2}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 18,6} =$$

$$= -0,344 \cdot 10^3 + 0,91 \cdot 10^6 \cdot x + 0,512 \cdot 10^9 \cdot x^2 \quad (67)$$

$$w' = -0,344 \cdot 10^3 \cdot x + 0,455 \cdot 10^6 \cdot x^2 + 0,171 \cdot 10^9 \cdot x^3 + K_5 \quad (68)$$

$$w = -0,172 \cdot 10^3 \cdot x^2 + 0,152 \cdot 10^6 \cdot x^3 + 0,043 \cdot 10^9 \cdot x^4 + K_5 \cdot x + K_6 \quad (69)$$

2.4.4 Výpočet integračních konstant

Integrační konstanty v tomto případě vyjádříme jako funkce síly F s využitím dříve již použitých okrajových podmínek.

$$w_1 = 0 \text{ pro } x = 0 \text{ [cm]}$$

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	47

$$0 = -0,206 \cdot 10^6 \cdot 0 + 0,426 \cdot 10^9 \cdot 0 + K_1 \cdot 0 + K_2 \quad \underline{K_2 = 0}$$

$$b/ w_2 = 0 \quad \text{pro } x = a \text{ [cm]}$$

$$0 = -0,172 \cdot 10^3 \cdot 320^2 + 0,152 \cdot 10^6 \cdot 320^3 + 0,043 \cdot 10^9 \cdot 320^4 +$$

$$+ K_5 \cdot 320 + K_6$$

$$320K_5 + K_6 - 12,143 = 0 \quad (70)$$

$$c/ w'_5 = 0 \quad \text{pro } x = \frac{a}{2} \text{ [cm]}$$

$$0 = -0,199 \cdot 10^6 \cdot 160^2 + 0,417 \cdot 10^9 \cdot 160^3 + /4,5+4,48.F/.10^8 \cdot$$

$$\cdot 160 + K_3$$

$$\underline{K_3 = 3,32 \cdot 10^3 - 7,16 \cdot 10^6 \cdot F} \quad (71)$$

$$d/ w'_{3+} = w'_{3-} \quad \text{pro } x = d \text{ [cm]}$$

$$-0,62 \cdot 10^6 \cdot 6,3^2 + 0,171 \cdot 10^9 \cdot 6,3^3 + K_1 =$$

$$= -0,199 \cdot 10^6 \cdot 6,3^2 + 0,417 \cdot 10^9 \cdot 6,3^3 + /4,5+4,48.F/.10^8 \cdot 6,3+$$

$$+ K_3$$

$$-24,457 \cdot 10^6 + K_1 = -7,493 \cdot 10^6 + 0,282 \cdot 10^6 \cdot F + K_3$$

$$K_1 = 19,964 \cdot 10^3 + 0,282 \cdot 10^6 \cdot F + 3,32 \cdot 10^3 - 7,16 \cdot 10^6 \cdot F$$

$$\underline{K_1 = 3,34 \cdot 10^3 - 6,878 \cdot 10^6 \cdot F} \quad (72)$$

$$e/ w'_{4+} = w'_{4-} \quad \text{pro } x = d+b \text{ [cm]}$$

$$-0,199 \cdot 10^6 \cdot 313,7^2 + 0,417 \cdot 10^9 \cdot 313,7^3 + /4,5+4,48.F/.10^8 \cdot$$

$$\cdot 313,7 + K_3 = -0,344 \cdot 10^3 \cdot 313,7 + 0,455 \cdot 10^6 \cdot 313,7^2 +$$

$$+ 0,171 \cdot 10^9 \cdot 313,7^3 + K_5$$

$$-0,332 \cdot 10^2 + 0,689 \cdot 10^5 \cdot F = -58,14 \cdot 10^3 + K_5$$

$$\underline{K_5 = 54,91 \cdot 10^3 + 0,689 \cdot 10^5 \cdot F} \quad (73)$$

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	48

$$f/w_+/d/ = w_-/d/ \text{ pro } x = d \text{ [cm]}$$

$$\begin{aligned} -0,206 \cdot 10^6 \cdot 6,3^2 + 0,0426 \cdot 10^9 \cdot 6,3^4 + /3,39 \cdot 10^3 - 6,875 \cdot 10^6 \cdot \\ \cdot F/.6,3 = -0,0663 \cdot 10^6 \cdot 6,3^3 + 0,106 \cdot 10^9 \cdot 6,3^4 + \\ + /2,25 + 2,24 \cdot F/.10^8 \cdot 6,3^2 + /3,32 \cdot 10^3 - 7,16 \cdot 10^6 \cdot \\ \cdot F/.6,3 + K_4 \end{aligned}$$

$$\underline{K_4 = 0,364 \cdot 10^3 + 0,913 \cdot 10^6 \cdot F} \quad (74)$$

Z rovnice (70) určíme K_6 v závislosti na síle F .

$$\underline{K_6 = -5,15 - 2,2 \cdot 10^3 \cdot F} \quad (75)$$

2.4.5 Výpočet síly F

Sílu F určíme z rovnice pro maximální průhyb trysky. Ze symetrie trysky plyne, že maximální průhyb bude ve středu trysky. Maximální dovolený průhyb trysky je $0,2 \text{ [mm]}$.

Abychom zajistili určitou bezpečnost budeme sílu F určovat pro průhyb $0,1 \text{ [mm]}$.

Z rovnice ohybové čáry plyne:

$$\begin{aligned} 0,01 = -0,0663 \cdot 10^6 \cdot 160^3 + 0,106 \cdot 10^9 \cdot 160^4 + /2,25 + 2,24 \cdot F/. \\ \cdot 10^8 \cdot 160^2 + /3,32 \cdot 10^3 - 7,16 \cdot 10^6 \cdot F/.160 + 0,364 \cdot 10^3 + \\ + 0,913 \cdot 10^6 \cdot F \end{aligned} \quad (76)$$

$$\begin{aligned} 0,01 = -0,272 + 0,0695 + 5,76 \cdot 10^4 + 5,73 \cdot 10^4 \cdot F + 0,531 - \\ - 0,1145 \cdot 10^2 \cdot F + 0,364 \cdot 10^3 + 0,913 \cdot 10^6 \cdot F \end{aligned} \quad (77)$$

$$F = \frac{0,31874}{571,087 \cdot 10^6} = 558 \text{ [kp]}$$

$$\underline{F = 5\,474 \text{ [N]}}$$

2.4.6 Kontrola napínacího šroubu

Napínací šroub je vyroben z oceli 17246.1, jejíž pevnost v tahu je $\sigma_s = 55 \text{ [kp/mm}^2\text{]}$ a mez kluzu $\sigma_m = 21 \text{ [kp/mm}^2\text{]}$.

Šroub je namáhán prostým tahovým napětím a to silou

$$T = 2F = 1116 \text{ [kp]}.$$

Tahové napětí ve šroubu:

$$\sigma = \frac{2 \cdot F}{P} \text{ [kp/mm}^2\text{]} \quad (78)$$

$P = 84,2 \text{ [mm}^2\text{]}$ - plocha jádra šroubu

Posuzujeme-li namáhání materiálu podle meze kluzu, potom bezpečnost:

$$s = \frac{\sigma_s}{\sigma} = \frac{55}{35,25} = 1,585 \quad (79)$$

Tato hodnota bezpečnosti je dostatečně vyhovující.

2.5 Namáhání trysky kruten

Barvicí tryska je přitlačena určitou silou, nutnou k tomu, aby nedocházelo k úniku tiskací barvy mimo pryžové stěrky, k otáčející se šabloně. Při tom vzniká třecí síla, která namáhá trysku na krut. Tato síla je závislá na přitlaku, druhu použité pryže a na druhu tiskací barvy. Měření, která byla prováděna, se zjišťovala třecí síla pro různé druhy pryží a barviv. Měření ukázala, že třecí síla je malá, a proto není nutno trysku kontrolovat na krut. Vlastnosti trysky by bylo nutno ověřit v praktických zkouškách na funkčním modelu.

3. Tlakový systém dodávky barvy

Barva je do barvící trysky dodávána zubovým čerpadlem poháněným přes variátor. Jestliže je převod variátoru nastaven na určité otáčky, dodává čerpadlo konstantní množství tiskací barvy. Tlak barvy v trysce při tom kolísá v závislosti na odběru barvy /tzn., že závisí na krytí vzoru, na druhu potiskované tkaniny, atd./.

Aby docházelo k rovnoměrnému potisku materiálu barvou, musí tlak barvy v trysce kolísat v určitém rozmezí, které závisí na používané tiskací barvě a na potiskované látce.

Maximální tlak v trysce je dán těsnicí schopností gumových břitů trysky.

Změny tlaku se pravidelně opakují v průběhu raportu. Vlastní pružnost dávkovacího systému je v rozsahu uvažovaného provozního tlaku trysky velmi malá. Ke zvýšení pružnosti tlakového systému je na snadě použití akumulátoru, který by umožňoval akumulaci určitého množství barvy při nerovnoměrném rozložení vzoru tak, aby při tom nedocházelo k příliš velkým změnám tlaku.

Z konstrukčního hlediska je prakticky použitelné provedení akumulátoru naplněného vzduchem. Akumulátor s pístem nebo pryžovým valem používaný v hydraulických obvodech, by nevhověl pro velkou nacítlivost.

Při vývoji tiskacího stroje s rotační šablonou byla provedena řada měření průběhu tlaku v trysce.

Na základě těchto měření byly sestrojeny grafy a nomogramy /viz. příloha/, ze kterých můžeme určit objem akumulátoru, který musíme u daného provedení stroje použít.

V příloze 3.1.1 je vynesena grafická závislost změny tlaku v akumulátoru a změny akumulovaného množství tiskací barvy pro určité výchozí tlaky.

V příloze 3.1.2 je vynesena nomogram pro rychlé určení spotřeby tiskací barvy během jedné otáčky šablony.

V příloze 3.1.3 je také vynesena nomogram pro rychlé určení spotřeby tiskací barvy během jedné otáčky šablony, ale pro u nás používaný sortiment tiskacích šablon.

V příloze 3.1.4 je vynesena grafická závislost přírůstků objemů a přírůstků tlaků pro vybranou řadu akumulátorů.

3.1 Určení objemu akumulátoru

Jestliže předpokládáme, že spotřeba tiskací barvy na $100[m]$ tkaniny je $50[kg]$ a krytí vzoru je 50%, potom pro dané parametry stroje / šířka 3 200[mm], obvod šablony 830[mm] / určíme z nomogramu v příloze množství spotřebované barvy na jedno otočení šablony.

$$Q = 0,675[kg] \quad (80)$$

Uvažujeme, že akumulované množství barvy Q_a je 30% množství spotřebovaného.

$$Q_a = 0,202[kg] \quad (81)$$

Když předpokládáme, že střední pracovní tlak v barvící trysce je 1,2 [atm] a objem akumulátoru je 5[l] můžeme z grafu v příloze určit kolísání tlaku $p = 0,029[atm]$. Toto kolísání tlaku v barvící trysce je poměrně malé.

Při stoupnutí výchozího tlaku na maximálně dovolenou hodnotu se tlaková kolise zvětší jenom nepatrně.

Z toho vidíme, že zapojením akumulátoru do tlakového

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	52
systemu tiskací barvy se zlepši rovnoměrnost potisku. Konstrukční provedení akumulátoru je na přiloženém výkre- se.			

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	53

4. Závěr

Hlavní náplní diplomové práce byl návrh barvicí trysky rotačního šablonového tiskacího stroje fy. TOTEX pro šíři 3 200[mm] s malou hmotností, s malým průhybem a příčně stabilní. Druhou, méně obsáhlejší částí, bylo navržení zařízení pro snížení kolísání tlaku.

- konstrukcí trysky bylo dosaženo váhy okolo 18[kp], což je v porovnání s původní tryskou, která váží asi okolo 50[kp], dobrý výsledek
- při zachování vypočteného předpětí napínacího šroubu dosáhneme průhybu trysky v dovolených mezích
- konstrukce trysky je poměrně robustní, z čehož se dá usoudit, že bude i dobře příčně stabilní
- tlakový systém byl doplněn jednoduchým akumulátorem, který sníží tlakové kolise a tím se docílí kvalitnějšího potisku tkaniny

J. Šimola

VŠST Liberec	ROTAČNÍ ŠABLONA	KTS	
Fakulta strojní		str:	54

Literatura

[1] Roup, R. - Weigl, B. : Potiskování textilií. Praha, SNTL 1965.

[2] Kolektiv autorů : Konstrukce a výpočty strojů pro úpravny II. Liberec, VŠST Liberec 1973.

[3] VÚTS Liberec : Zpráva o průzkumu úkolu "Rotační šablona". Liberec, 1964.

[4] VÚTS Liberec : Závěrečná zpráva o výzkumu úkolu "Rotační šablona". Liberec, 1966.

[5] VÚTS Liberec : Zpráva o výsledcích práce na úkolu "ROŠA" 5/41-11. Liberec, 1973.

[6] Kolektiv autorů : Textilní příručka. Praha, SNTL 1965.

Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovar	Mat. Konečný	Mat. Výchozí	Thick odp.	Č. ráho	H. ráho	Číslo výkresu	Pos.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Lišta Plech 2	ČSN42 5315.5	17 246.1						1
2	Nástavec	výkovek	17 246.1						2
1	Trubka 57x3-3180	ČSN42 5730.9	17 246.1						3
1	Výstuha Plech 8	ČSN42 5315.5	17 246.1						4
2	Pažadro 25x43	ČSN42 5516.1	17 246.1						5
1	Šroub M12	ČSN42 5916.1	17 246.1						6
2	Šroub M12x72	ČSN42 5916.1	17 246.1						7

Počet kusů	Název - Rozměr	Polotovar	Mat. konečný	Mat. výchozí	Thick odp.	Č. ráho	H. ráho	Číslo výkresu	Pos.
------------	----------------	-----------	--------------	--------------	------------	---------	---------	---------------	------

Poznámka				Celková cena v Kč				
Měřítko	Kreslí	J. Kouda	Čís. sním.	Změny	Délka	Plocha	Objem	X
	Prerokoval							X
	Návrh. řel.	Schválil	Č. transp.					X
	Výr. pojedná							X
		Dne 17.5.1974						

Věst		Skupina		Stav výkresu		Měřítko	
TISK							
				OP - 1.001			
				Počet listů		List	

[illegible]