

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
Katedra textilních a oděvních strojů

Ing. Le Huu Chien

NOVÝ ZPŮSOB^O ODMĚŘOVÁNÍ ÚTKU NA PNEUMATICKÉM
TKACÍM STROJI

Kandidátské disertační práce

Vědní obor : 23-03-9 stavba výrobních strojů a
zařízení stroje-stroje a zařízení
textilního průmyslu

Školitel : Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Vedoucí katedry : Prof. Ing. V. Prášil, DrSc.

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146088265

Liberec, červen 1989

P o d ě k o v á n í

Za svoji milou povinnost považuji především poděkovat Prof. Ing. Vladimíru Prášilovi, DrSc., pod jehož vedením jsem tuto práci vypracoval a u něhož jsem vždy nacházel pochopení, příkladnost i pomoc po celou dobu mého studijního pobytu v ČSSR.

Moje poděkování patří rovněž i Ing. Zděnkovi Vitamvasovi, CSc., který s pochopením a porozuměním mi svými odbornými radami a zkušenostmi pomohl překonat obtížnost a náročnost zpracování kandidátské disertační práce. Dále děkuji i všem ostatním pracovníkům katedry textilních a oděvních strojů fakulty strojní vysoké školy strojní a textilní v Liberci.

Autor

	Titulní list	
	Poděkování	
	OBSAH	3
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMPLŮ A ZKRATEK	5
1.	ÚVOD	8
2.	SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY	10
2.1	Rozbor publikovaných teorií o vzduchovém konfu- rovém prohozu útku	10
2.11	Charakter prohozního média - volného turbulent- ního proudu vzduchu	10
2.111	Charakter rychlostního profilu zaplaveného proudu vzduchu	12
2.112	Zákonnitost změny osové rychlosti zaplaveného prou- du vzduchu	13
2.113	Aproximační zákony o klesání osové rychlosti osově symetrického zaplaveného proudu vzduchu	15
2.12	Hlavní charaktery dvou technologických vazeb (pro- hozní kanál - prohozní médium, prohozní médium - útek)	16
2.121	Charakter proudu vzduchu v konfuzoru	16
2.122	Metody pro vyhodnocování konfuzoru	17
2.123	Průběh rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru	19
2.124	Koeficient čelního aerodynamického odporu útku	21
2.125	Tahová síla proudu vzduchu působící na útek	29
2.126	kmitání útku v proudu vzduchu	32
2.13	Pohybové rovnice útku	33
2.2	Současný stav rozvoje odměřovacího zařízení na pneumatických tkacích strojích	35
3.	CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE	38
4.	ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	40
5.	ŘEŠENÍ POHYBU ÚTKU PŘI VZDUCHOVÉM PROHOZU S MONO- TRYSKOU A KONFUZOREM	41
5.1	Výtokové rychlost vzduchu z trysky	41
5.2	Matematické analýza průběhu rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru	42
5.3	Sestavení pohybové rovnice útku v konfuzoru	43

5.4	Příklad řešení pohybu útku v konfuzoru	45
5.41	Stanovení podmínek a vstupních údajů výpočtu . . .	45
5.42	Výpočtené závislosti řešení pohybu útku v konfuzo- ru	47
5.43	Dílečí závěry ke statí 5.	48
6.	OVĚŘOVÁNÍ NOVÉHO ZPŮSOBU ODMĚŘOVÁNÍ ÚTKU PRO TKACÍ STROJE PN	54
6.1	Princip nového způsobu odměřování útku	54
6.2	Popis experimentálního zařízení k realizaci proho- zu útku konfuzorem	57
6.3	Konstrukce signálního členu včetně elektronických obvodů k úpravě signálu	58
6.4	Konstrukce ovládacího členu včetně elektronických obvodů	60
6.41	Experimentální měření doby přitahu elektrodynamick- kého pohonu u nožek čističe příze USTER-TESLA . .	61
6.42	Navrhovaný nový ovládací člen s elektrodynamickým pohonem	64
6.5	Výsledky experimentu	69
6.51	Ověření funkce samotného prohozního zařízení . . .	69
6.511	Měření doby otevření ventilu trysky kyvadlovým zařízením	69
6.512	Měření doby průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem (bez útku)	72
6.513	Prohozené délka útku v závislosti na prohozním tlaku vzduchu ve vzdušníku	75
6.514	Výstupní signál signálního členu	76
6.52	Ověřování funkce odměřovacího mechanismu	77
6.6	Analýza získaných poznatků a konkrétní závěr pro realizaci	91
6.7	Návrh na další postup vývoje	91
7.	SHRNUTÍ NOVÝCH POZNATKŮ	92
8.	ZÁVĚR	94
9.	POUŽITÁ LITERATURA	95
10.	SEZNAM PŘÍLOH	98

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- a - rychlost zvuku ve vzduchu [ms^{-1}]
- a - experimentálně stanovený koeficient [m^{-1}]
- B - magnetická indukce [T]
- B - konstanta [m^{-1}]
- b - experimentálně stanovená konstanta [1]
- b - polotloušťka proudu vzduchu [m]
- C - experimentálně stanovená konstanta [m]
- C₁ - experimentálně stanovený koeficient [1]
- C₂ - experimentálně stanovený koeficient [1]
- c - koeficient odporu proti průletu útku médiem [kgm^{-2}]
- c_{vz} - koeficient odporu proti pohybu proudu vzduchu konfuzorem [kgm^{-2}]
- c_x - koeficient odporu ve směru osy x [1]
- c_x - koeficient čelního aerodynamického odporu útku [1]
- d - průměr útkové nitě [m]
- E_k - kinetická energie útku [$\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$]
- F - tahová síla proudu vzduchu působící na útek [N]
- F - elektromagnetická síla [N]
- F_a - absolutní tahová síla trysky působící na nepohyblivý útek [N]
- F_o - odpor odvíječe [N]
- F_{ov} - výslednice odporových sil působících proti zanášení útku [N]
- F_k - odpor proti průletu útku prohozním médiem [N]
- F_r - Tahová síla trysky působící na útek naměřené v místě před vstupem do trysky [N]
- F_x - tahová síla v útkové niti [N]
- F_x - odporová síla působící ve směru x [N]
- h - vzdálenost z pólu proudu vzduchu do ústí trysky [m]
- I - elektrický proud [A]
- I_{tr} - impuls proudu vzduchu z trysky [kgms^{-2}]
- i₁ - entalpie vzduchu v trysce [Jkg^{-1}]
- i₂ - entalpie vzduchu na výstupu z trysky [Jkg^{-1}]
- k_o - koeficient odporu odvíječe [kgm^{-1}]

- L - indukčnost $[H]$
- L - délka vodiče v magnetickém poli $[m]$
- l - délka útku ve proudu vzduchu $[m]$
- l_o - délka počátečního úseku proudu vzduchu $[m]$
- l - délka přeletu útku za signální člen $[m]$
- M_{vst} - Machovo číslo pro vstupní průřez útkové trubičky $[1]$
- m - hmotnost útku $[kg]$
- m_o - hmotnost části útku v trysce $[kg]$
- p - přetlak $[Pa]$
- p_a - atmosférický tlak $[Pa]$
- p_{cvst} - celkový tlak na vstupním průřezu útkové trubičky $[Pa]$
- p_{vst} - statický tlak na vstupním průřezu útkové trubičky $[Pa]$
- p_1 - tlak vzduchu v trysce $[Pa]$
- p_2 - tlak vzduchu těsně za tryskou $[Pa]$
- Q - spotřeba stlačeného vzduchu v atmosferickém podmínce za jednotku času $[kg\ s^{-1}]$
- R - elektrický odpor $[\Omega]$
- R - poloměr krůžnice vepsané vnitřního otvoru konfuzoru $[m]$
- Re - Reynoldsovo číslo proudění $[1]$
- r - poloměr ústí trysky $[m]$
- r - stavová konstanta vzduchu $[J\ kg^{-1}\ deg^{-1}]$
- S - charakteristická plocha tělesa $[m^2]$
- T - absolutní teplota $[^{\circ}K]$
- T_1 - teplota vzduchu v trysce $[^{\circ}K]$
- T_2 - teplota vzduchu těsně za tryskou $[^{\circ}K]$
- t_v - doba otevření ventilu trysky $[s]$
- t_{vz} - doba průletu tlakové vlny konfuzorem $[s]$
- t_p - doba prohozu útku $[s]$
- U - elektrické napětí $[V]$
- U - rychlost proudu vzduchu v obecném bodě daného průřezu $[m\ s^{-1}]$
- U - osová rychlost proudu vzduchu $[m\ s^{-1}]$
- U_{cc} - stejnosměrné elektrické napětí $[V]$
- U_m - maximální rychlost proudu vzduchu v daném průřezu $[m\ s^{-1}]$
- U_o - max. počáteční rychlost proudu vzduchu $[m\ s^{-1}]$

- U_{ok} - maximální rychlost proudu vzduchu na vstupu do
konfuzoru $[m\ s^{-1}]$
- U_p - rychlost pohybu prostředí $[m\ s^{-1}]$
- U_{vst} - rychlost proudu vzduchu na vstupním průřezu útkové
trubičky $[m\ s^{-1}]$
- U_1 - rychlost proudu v trysce $[m\ s^{-1}]$
- U_2 - rychlost vzduchu na výstupu z trysky $[m\ s^{-1}]$
- v - rychlost čela útku $[m\ s^{-1}]$
- x - odlehlost od ústí trysky $[m]$
- x_0 - délka útku vyčnívajícího z trysky $[m]$
- y - vzdálenost bodu od osy proudu vzduchu $[m]$
- α - výchylka kyvadla $[stupeň]$
- α - činitel tahu proudícího vzduchu na útek $[kg\ m^{-2}]$
- α_1 - experimentálně stanovené konstanta $[m\ s^{-1}]$
- α_2 - experimentálně stanovené konstanta $[m\ s^{-1}]$
- α_3 - experimentálně stanovené konstanta $[m^{1/2}\ s^{-1/2}]$
- β - činitel poklesu rychlosti proudu vzduchu v
konfuzoru $[m^{-1}]$
- β_2 - experimentálně stanovené konstanta $[m\ s^{-1}]$
- γ_2 - experimentálně stanovené konstanta $[l]$
- η - dynamická vazkost vzduchu $[N\ s\ m^{-2}]$
- η - účinnost konfuzoru $[l]$
- θ - poissonova konstanta vzduchu $[l]$
- μ - měrná délkové hmotnost útkové nitě $[kg\ m^{-1}]$
- ν - kinetická vazkost vzduchu $[m^2\ s^{-1}]$
- ρ - měrná hmotnost vzduchu $[kg\ m^{-3}]$
- ρ_1 - měrná hmotnost vzduchu v trysce $[kg\ m^{-3}]$
- ρ_2 - měrná hmotnost vzduchu těsně za tryskou $[kg\ m^{-3}]$
- rychlostní činitel trysky $[l]$
- IČ - infračervený
- EM - elektromagnet
- Konst.- konstantní veličina (konstanta)
- MKO - monostabilní klopný obvod
- OS - autorské osvědčení
- PV - přihláška vynálezu

1. ÚVOD

Dnes se vzduchová tkací technika stala důležitou částí celé tkací techniky . Podle názoru textilních odborníků , že díky podstatnému zvýšení své výkonnosti a hlavně vyšší technologické způsobilosti zůstane vzduchové tkaní vedle jehlového rozhodujícím systémem pro období nejbližších dvaceti roků.

Se zvyšující se produktivitou současných tkacích strojů a s rostoucími požadavky na kvalitu tkanin dostávají se do předí mimo jiné otázky spolehlivosti a dokonalé činnosti strojů, požadavky nízké energetické náročnosti a vyšší požadavky na kvalitu zpracovávaného materiálu .

Bouřlivý rozvoj neortodoxních tkacích strojů přináší s sebou i netradiční pohled do konstrukce různých uzlů strojů . Prakticky všichni výrobci neortodoxní tkací techniky aplikují na svých strojích elektroniku a mikroprocesory k řízení a kontrole činnosti technologického procesu tkaní, sběru technologických a technických dat a k diagnostice tkacího stroje. Využití elektroniky na tkacích strojích může nejen nahrazovat funkce rozměrných mechanických částí, ale i vnese do činnosti strojů a obsluhy nové prvky, které ve svých důsledcích zdokonalí činnost tkacích strojů.

S zabezpečením vysokého výkonu je nutné sledovat i požadavek nízké energetické náročnosti, neboť náklady na energii narůstají se zvětšující se výrobností značně progresívně . V tomto směru je československý systém zanášení útku tryskou a konfuzorem ve skupině vzduchových tkacích strojů energeticky nejvhodnější.

Pro optimalizaci tkacího stroje PN za účelem zvýšení otáček a výkonu stroje má velký význam další prohloubení znalostí, zákonitostí tryskového pneumatického tkaní a zejména aplikace elektroniky k ovládní a řízení rozhodujících uzlů stroje (zvláště prohozu) . Oba problémy v určité míře budou sledovány v disertační práci.

Cílem práce je sestavit na základě dosavadních experimentálních a teoretických výsledků teoretické vztahy popisující pohyb útku, které by mimo informativních hodnot základních

parametrů umožnily stanovit, které z faktorů a jakým způsobem se mají ovlivňovat, aby se docílilo optimálního prohozu jednou tryskou a konfuzorem. Dále je zkoumáno jak teoreticky tak prakticky nové odměřovací zařízení sestávající z identifikace čela útku na doletové straně prošlupu a jeho okamžitého zabrzdění na prohozní straně.

Touto malou prací bych rád přispěl k udržení vedoucí pozice Československa s ohledem na dlouhou dobu a bohatou tradici výroby vzduchových tkacích strojů.

2. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

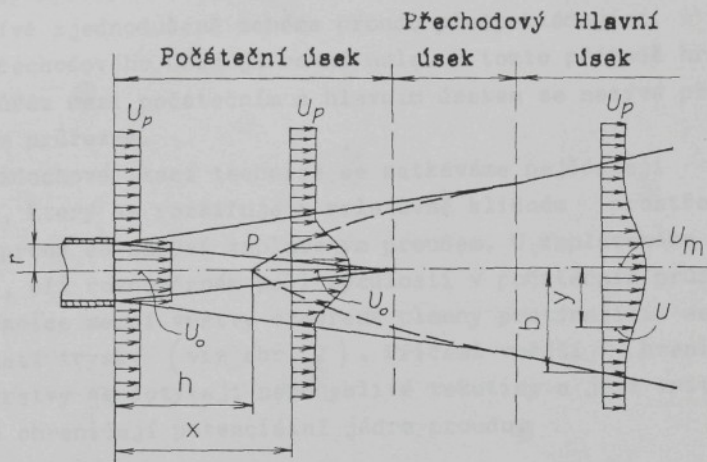
- 2.1 Rozbor publikovaných teorií o vzduchovém konfuzorovém prohozu
- 2.1.1 Charaktery prohozního média - volného turbulentního proudu vzduchu

V mnoha případech pohybu tekutiny vznikají tzv. plochy tangenciální přetržitosti. Tečení mezi dvěma takovými plochami se nazývá proudem. Jsou přetržité i různé fyzikální parametry proudu např. rychlost proudění, teplota, koncentrace příměsí atd., kdežto rozložení statického tlaku se ukazuje spojitě.

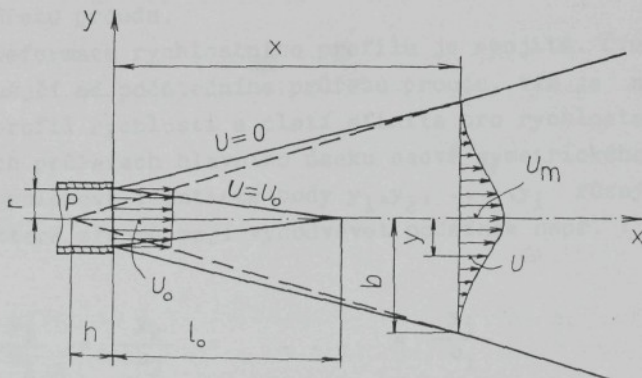
Je známo, že na ploše tangenciální přetržitosti, vzhledem k její nestabilitě vznikají víry, které se neuspořádaně pohybují podél a napříč proudem. Následkem tohoto procesu vzniká výměna hmoty (molekul) tj. příčný přenos hybnosti a tím je na hranici dvou proudů zformována oblast konečné tloušťky se spojitým rozložením rychlosti, teploty apd.. Tato oblast se nazývá proudovou turbulentní mezní vrstvou. Při velmi malých hodnotách Re proudová mezní vrstva může být laminární.

Nejjednodušší případ proudové mezní vrstvy je vytvořen prouděním tekutiny s rovnoměrným počátečním polem rychlosti ($U_0 = \text{konst.}$) v prostředí pohybujícím se rovněž konstantní rychlostí ($U_P = \text{konst.}$), neboť je v tomto případě tloušťka mezní vrstvy v počátečním průřezu proudu rovná nule. Zesílení tloušťky proudové mezní vrstvy způsobené strháváním částic obkloupujícího média a zabrzděním vlastních částic přivede jednak ke zvětšení příčného průřezu proudu, jednak k postupnému zmešení potenciálního jádra - oblasti ležící mezi vnitřními hranicemi mezní vrstvy. Principiální schéma proudu je znázorněno na obr. 1.

Část proudu, ve které má proud potenciální jádro se nazývá počátečním úsekem. Jak ukazuje velký počet experimentů, že tlak v potenciálním jádře se nezmění, je proto rychlost proudu v něm konstantní. V určité vzdálenosti od konce počátečního úseku má proud tvar podobný tečení tekutiny ze zdroje nekonečně malé tloušťky (to je bod v případě osově symetri-



obr. 1 Schéma proudu



obr.2 Schéma zaplaveného proudu

ckého proudu). Tento úsek se nazývá hlavním úsekem proudu. Mezi hlavním a počátečním úsekem je přechodový úsek. Často se používá zjednodušeně schéma proudu předpokládající, že délka přechodového úsku je rovná nule. V tomto případě hraniční průřez mezi počátečním a hlavním úsekem se nazývá přechodovým průřezem.

Ve vzduchové tkací technice se setkáváme nejčastěji s proudem, který se rozšiřuje v relativně klidném prostředí. Takový proud se nazývá zaplaveným proudem. U zaplaveného proudu, při rovnoměrném poli rychlosti v počátečním průřezu jsou hranice mezní vrstvy otevřené plochy protínající se u hrany ústí trysky (viz obr. 2). Přičemž vnější hranice mezní vrstvy se dotýkají nepohyblivé tekutiny a její vnitřní hranice ohraničují potenciální jádro proudu.

2.111 Charaktery rychlostního profilu zaplaveného proudu

Jak ukazuje nejen teorie ale i celá řada experimentů, že mají profily rychlosti zaplaveného proudu následující charakter :

1. Příčné složky rychlosti jsou velmi malé (zanedbatelné) ve srovnání s podélnými složkami rychlosti v každém libovolném průřezu proudu.

2. Deformace rychlostního profilu je spojitá. Čím je vzdálenější od počátečního průřezu proudu, tím je nižší a širší profil rychlosti a platí afinita pro rychlostní profily ve všech průřezích hlavního úseku osově symetrického proudu.

Pro polohově identické body $y_1, y_2, \dots, y_i$ různých průřezů, které zřejmě mají vyhovovat podmínce např. :

$$\frac{y_1}{b_1} = \frac{y_2}{b_2} = \dots = \frac{y_i}{b_i} \quad (1)$$

kde $y_1, y_2, \dots, y_i$ - příčné souřadnice identických bodů příslušných různým průřezům $(1, 2, \dots, i)$ proudu,

$b_1, b_2, \dots, b_i$ - polotloušťky proudu v příslušném i -tém průřezu,

platí rovnost velikostí příslušných bezrozměrných rychlostí proudu :

$$\frac{U_1}{U_{1m}} = \frac{U_2}{U_{2m}} = \dots = \frac{U_i}{U_{im}} \quad (2)$$

kde $U_1, U_2, \dots, U_i$ - rychlosti proudu v příslušných polohově identických bodech,

$U_{1m}, U_{2m}, \dots, U_{im}$ - rychlosti ve středu proudu příslušných průřezů proudu.

Rovnice (1) a (2) ukazují to, že v bezrozměrném souřadnici se rychlostní profily všech průřezů proudu zobrazí jedinou křivkou, tzv. univerzální křivkou a pro ni lze napsat obecnou rovnici :

$$\frac{U}{U_m} = f\left(\frac{y}{b}\right) \quad (3)$$

Se zřetelem k platnosti lineárního zákona pro zesílení tloušťky proudu :

$$b = \text{konst.} \cdot x \quad (4)$$

kde x - podélná souřadnice průřezu proudu

b - polotloušťka proudu v příslušném průřezu,

lze převést vztah 3 na následující tvar :

$$\frac{U}{U_m} = f\left(\frac{y}{x}\right) \quad (5)$$

Tím je dokazáno i to, že bezrozměrné rychlostní izochory (U/U_m) jsou polopřímkami, které se protínají v jednom bodě a ten bod se nazývá pólem proudu.

2.112 Zákonitost změny osově rychlosti zaplaveného proudu vzduchu

Statický tlak v proudu, jak ukazují experimenty prakticky se nezmění a je rovný tlaku obklopujícího prostředí. Díky tomu je celková hybnost sekundové hmoty vzduchu ve všech průřezích proudu konstantní.

$$\int_0^m U \, dm = \int_0^S \rho U^2 \, dS = \text{konst.} \quad (6)$$

kde U - rychlost proudu

dm - element hmoty vzduchu protékajícího elementem průřezu proudu za jednotku času

dS - element plochy průřezu.

Pro případ proudu kruhového průřezu (osově symetrického) podmínku konstantnosti hybnosti je možno napsat v následujícím tvaru :

$$U_m^2 x^2 \int_0^{\frac{b}{x}} \left(\frac{U}{U_m} \right)^2 \frac{y}{x} \frac{dy}{x} = \text{konst.} \quad (7)$$

kde U_m - rychlost proudu ve středu průřezu

U - rychlost proudu v obecném bodě $[x, y]$

x - vzdálenost daného průřezu od pólu proudu

y - příčné souřadnice uvažovaného bodu v daném průřezu proudu

b - polotloušťka proudu v daném průřezu proudu.

Vzhledem k univerzálnosti rychlostních profilů proudu je bezrozměrná rychlost (U/U_m) pouze funkcí bezrozměrného argumentu (y/x) (viz vztah (5)) a z rovnice (4) plyne $b/x = \text{konst.}$, bude integrál z rovnice 7 rovný rovněž konstantě.

$$\int_0^{b/x} \left(\frac{U}{U_m} \right)^2 \frac{y}{x} \frac{dy}{x} = \text{konst.} \quad (8)$$

Použitím vztahu (ε) k vyloučení integrálu ze vztahu (7) a po úpravě dostaneme

$$U_m = \frac{\text{konst.}}{x} \quad (9)$$

Je tedy osová rychlost osově symetrického zaplaveného proudu nepřímoúměrná vzdálenosti od pólu proudu.

2.113 Aproximační zákony o klesání osové rychlosti osově symetrického zaplaveného proudu vzduchu

Mezi četnými aproximacemi zákona o klesání osové rychlosti osově symetrického zaplaveného proudu (dále proudu vzduchu) je v sovětské literatuře nejrozšířenější rovnice ABRAMOVIČE [1]

$$U_m = U_o \frac{0,96}{\frac{a x}{r} + 0,29} \quad (10)$$

kde U_m - osová rychlost proudu vzduchu

U_o - počáteční rychlost proudu

x - vzdálenost odečtena z ústí trysky

r - poloměr trysky

a - experimentálně stanovený koeficient

(pro válcovou trubku $a = 0,07 \div 0,08$).

Přitom délka počátečního úseku (délka potenciálního jádra) proudu je

$$l_o = 0,67 \frac{r}{a} \quad (11)$$

a vzdálenost z pólu proudu do ústí trysky (viz obr. 2) je

$$h = 0,29 \frac{r}{a} \quad (12)$$

Při analýze proudu vzduchu v prošlupu tkacích strojů, DUXBURY [5] uvažuje rozložení rychlosti proudu vzduchu takové, že hladina konstantní rychlosti se začíná v určité poloze uvnitř trysky a končí po osmi průměrech ústí trysky ve směru proudu. Po této vzdálenosti předpokládá exponenciální pokles rychlosti podle následujícího vztahu :

$$U_m = U_o e^{-\frac{x}{C}} \quad (13)$$

kde U_m - osová rychlost proudu vzduchu

U_o - počáteční rychlost proudu

x - vzdálenost odečtena z konce počátečního úseku proudu

C - experimentálně stanovená konstanta.

Vztahy (10, 13) dávají určitý charakter (hyperbolický nebo exponenciální) změny osově rychlosti proudu vzduchu. experimentální metodou zjistili zmínění autoři hodnoty konstant (a nebo C), stanovili dokonce matematický popis celého průběhu, což umožňují další teoretické vyšetření celého procesu prohozu útku proudem vzduchu. Chybí jim však zahrnutí do těchto zákonů vlivu důležité součásti moderního pneumatického prohozního ústrojí - vzduchového kanálu.

2.12 Hlavní charaktery dvou technologických vazeb (prohozní kanál - prohozní médium a prohozní médium - útek)

2.121 Charaktery proudu vzduchu v konfuzoru

Vnitřní vzduchový kanál - konfuzor na vzduchovém tkacím stroji je vytvořen řadou lamel, které se po dobu prohozu zasunou do osnovy. Otvary v jednotlivých lamelách konfuzoru ve směru průchodu proudu vzduchu se kuželovitě zužují. Pomocí konfuzorů se udrží soustředný proud vzduchu na značné vzdálenosti.

Proud vzduchu v konfuzoru pneumatického tkacího stroje je vlastně kombinací dvou druhů proudění : volného proudění a

proudění omezeného pevnými stěnami kanálu. Experimentální měření různých autorů např. PILIPENKO [23] potvrzují následující charakterity proudu vzduchu v konfuzoru :

1. Statický tlak v proudu vzduchu v konfuzoru se prakticky neliší od atmosférického tlaku. To znamená, že pohyb vzduchu v konfuzoru se děje pouze setrvačností díky počátečnímu impulsu . Stejně jako u volného proudu dochází zde k turbulentnímu míšení s obkloupujícím vzduchem prostřednictvím mezer a podélné štěrby konfuzoru a tím dochází též k předání části pohybové energie obkloupujícímu vzduchu. Ovšem ztráta počátečního impulsu není v tom případě tak velká jako u volného proudu.

2. Rozbor experimentálních křivek ukazuje, že platí i pro případ proudu vzduchu v konfuzoru známé univerzálnost rychlostních profilů. To znamená, že zákon o klesání rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru je též nezávislý na počáteční rychlosti proudu stejně jako u volného proudu vzduchu.

2.122 Metody pro vyhodnocování konfuzoru

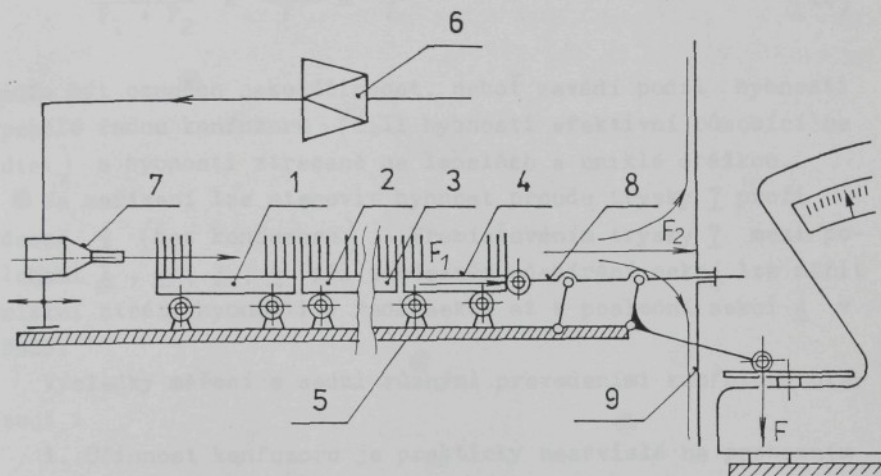
Vyhodnocení ztrát pohybové energie proudu vzduchu v konfuzoru je možno provést např. měření rychlostních profilů, event. dynamických tlaků proudu vystupujícího z konfuzoru. Rozložení ztrát podél konfuzoru vyžaduje velice pracné měření, spojené s následnou integrací rychlostních profilů, je nutno provádět v několika osových rovinách.

HRUŠ [8] navrhuje měřicí metodu založenou na současném měření ztrát hybnosti projevující se silovými účinky proudícího vzduchu působícími na konfuzor a silovými účinky proudu vystupujícího z konfuzoru.

Princip měření tak rozděluje celkový impuls na :

1. Efektivní, působící na útek
2. Ztracený, působící na konfuzor ve směru prohozu, rovný ztrátě hybnosti.

Vzájemný vztah těchto hodnot se zavádí jako účinnost konfuzoru.



obr. 3 Schéma měřicího zařízení pro měření hybnosti proudu vzduchu v konfuzoru podle HRUŠE

Měření se provádí na zařízení, jež je znázorněno na obr.3. Jednotlivé sekce konfuzoru 1, 2, 3, 4 jsou uloženy ve valivé dráze 5. Na jednom konci měřidla je umístěna tryska 7. Na druhém konci měřidla je umístěn čtyřkloubový přímo-
vodný mechanismus 8. Při otevření trysky profukuje vzduch (o tlaku seřiditelném redukčním ventilem 6 na zvolenou hodnotu), řadou sekcí konfuzoru. Ztráta hybnosti se projeví silou F_1 , působící na těhlici mechanismu v její ose. Efektivní část proudu prochází konfuzorem a hybnost vystupujícího se projevuje silou F_2 , působící po dopadu proudu na rovinnou kruhovou desku 9 umístěnou na těhlici mechanismu 8.

Výsledná síla $F = F_1 + F_2$ jež je velice blízká impulsu proudu vystupujícímu z trysky se přes úhlovou páku 1:2 přenaší na váhy, jež ukazují měřený údaj jako sílu. Zabrzděním poslední ze sekcí konfuzoru se eliminuje síla F_1 (ztráta), síla F_2 však dále působí na desku. Poměr :

$$\frac{F_2}{F_1 + F_2} = \frac{F_2}{F} = \eta \quad (14)$$

může být označen jako účinnost, neboť zavádí podíl hybnosti prošlé řadou konfuzoru (čili hybnosti efektivní působící na útek) a hybnosti ztracené na lamelách a uniklé drážkou.

Na zařízení lze stanovit hybnost proudu trysky 7 proti desce 9 (bez konfuzoru). Přemísťováním trysky 7 mezi polohami 1, 2, 3, 4 při současném odebírání sekci lze měřit místní ztráty hybnosti v řadě sekci až k poslední sekci 4 v řadě.

Výsledky měření s sedmi různými provedeními konfuzoru ukazují :

1. Účinnost konfuzoru je prakticky nezávislé na prohozním tlaku.

2. Účinnost konfuzoru, jež je funkcí provedení se mění pouze s délkou. S klesající délkou $x \rightarrow 0$ se poměr $F_2 / (F_1 + F_2) \rightarrow 1$. Průběh závislosti $\eta^{1/2} = f(x)$ je blízký lineární a lze ho v prvním přiblížení nahradit funkcí

$$\eta^{1/2} = a x + b \quad (15)$$

Pro $x = 0$ je $\eta^{1/2} = 1 = b$ a hledaný koeficient je roven

$$a = \frac{\eta^{1/2} - 1}{x} \quad (16)$$

2.123 Průběh rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru

Na základě známého impulsu můžeme stanovit maximální výtokovou rychlost z trysky a její další průběh v konfuzoru (viz obr. 4).

Je ovšem třeba předpokládat, že rychlostní profil blízky obdélníkovému, že po vstupu do konfuzoru je brzo vyvinut a během postupu v konfuzoru se zachovává (vzhledem k vysokému číslu Re v trysce i konfuzoru je předpoklad blízky skutečnosti) .

Impuls proudu z trysky je možno vyjádřit :

$$I_{tr} = 2 \pi \rho \int_0^r r U_0^2 dr \approx \pi \rho r^2 U_0^2 \quad (17)$$

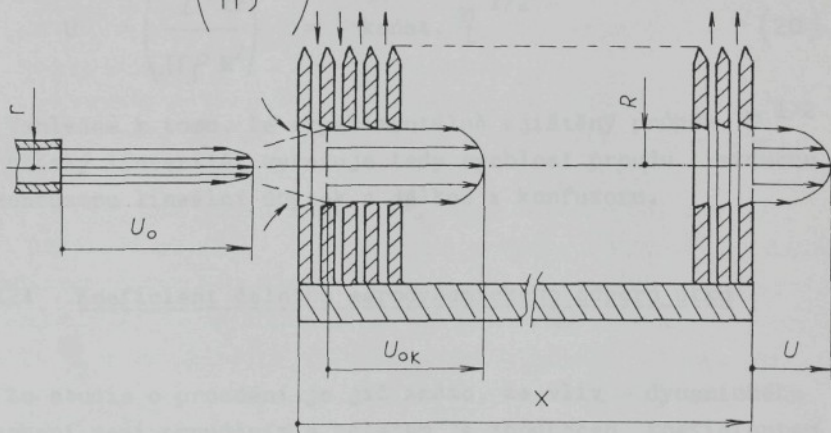
kde r - poloměr ústí trysky

U_0 - výtoková rychlost proudu vzduchu z trysky

ρ - měrná hmotnost vzduchu.

Z výrazu (17) plyne výtoková rychlost

$$U_0 = \left(\frac{I_{tr}}{\pi \rho r^2} \right)^{1/2} \quad (18)$$



obr. 4 Schematické znázornění rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru

Ze shodnosti impulsu mezi tryskou a konfuzorem platí na vstupu do konfuzoru :

$$I_{tr} = \Pi \rho R^2 U_{ok}^2, \quad \text{z toho}$$

$$U_{ok} = \left(\frac{I_{tr}}{\Pi \rho R^2} \right)^{1/2} \quad (19)$$

kde U_{ok} - rychlost proudu vzduchu na vstupu do konfuzoru
 R - poloměr kružnice vepsané otvoru konfuzoru.

Další průběh rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru se určí v závislosti na η z výrazu (14)

$$\eta = \frac{I_{ef}}{I_{tr}} = \frac{\Pi \rho R^2 U^2}{I_{tr}}, \quad \text{z toho}$$

$$U = \left(\frac{\eta I_{tr}}{\Pi \rho R^2} \right)^{1/2} = \text{konst. } \eta^{1/2} \quad (20)$$

Vzhledem k tomu, že experimentálně zjištěný průběh $\eta^{1/2}$ je blízký linearitě, vykazuje tedy rychlost proudu vzduchu v konfuzoru lineární úbytek s délkou x konfuzoru.

2.124 Koeficient čelního aerodynamického odporu útku

Ze studia o proudění je již známo, že vliv dynamického působení mezi prouděním a tělesem je zhodnocen koeficientem odporu, který je vyjádřen vztahem (21), tj. poměrem odporové síly a součinu rychlostního náporu a charakteristické plochy tělesa

$$C_x = \frac{F_x}{\frac{1}{2} \rho U^2 S} \quad (21)$$

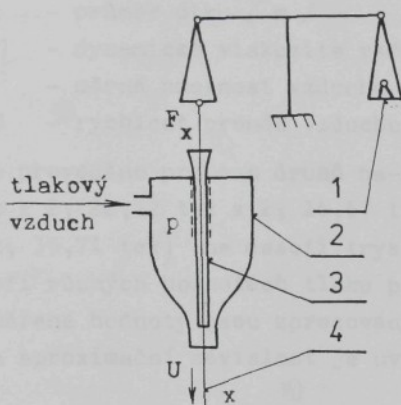
kde C_x - koeficient odporu ve směru osy x [1]
 F_x - odporové síla působící ve směru osy x [N]
 $\frac{1}{2} \rho U^2$ - rychlostní nápor [kg m⁻¹ s⁻²]
 U - rychlost proudění [m s⁻¹]
 ρ - měrná hmotnost tekutiny [kg m⁻³]
 S - charakteristická plocha tělesa [m²]

Při obtékání útku proudem vzduchu, koeficient čelního odporu C_x je závislý nejen na čísle Re (tj. na proudícím režimu) ale také na geometrickém tvaru povrchu útku. Při zkouškách prováděných v ústavu pro konstrukci textilních strojů při vysoké škole technické v Curychu [14] bylo zjištěno, že mezi účinky proudu na různé povrchy útku jsou velmi značné rozdíly. Útek z vláken určitého průměru se z toho hlediska chovají daleko lépe, jsou-li chlupaté než útek z jemných hladkých filamentů. V případě tvarovaných niti umožňuje jejich otevřená struktura vyšší účinek proudu vzduchu na útek. Velký vliv na koeficient C_x má také průměr nitě. Čím je menší průměr nitě daného druhu, tím je větší hodnota koeficientu C_x při stejných hodnotách rychlosti U .

Stanovením závislosti $C_x(U)$ pro různé materiály se zabývala celá řada autorů, např. POPOV a kolektiv [25 + 28], ANDERSON [3], SELWOOD [31], UNO [17] atd.

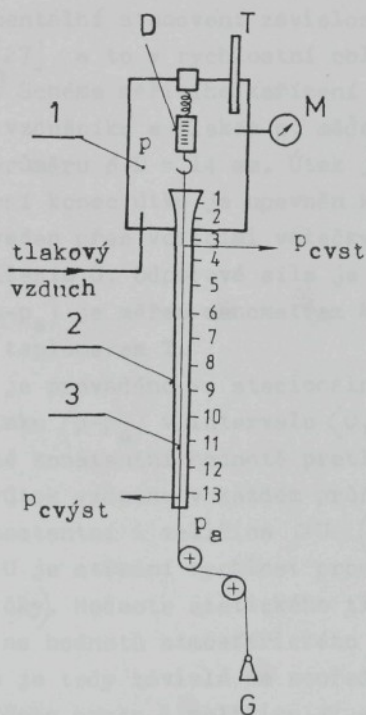
V práci [25] jsou uváděny výsledky měření odporové síly při podélném obtékání útku proudem vzduchu v útkové zkušební trubičce vnitřního průměru ϕ 1,8 mm. Délka útku v proudu vzduchu $l = 120$ mm (Vzdálenost od vstupu do útkové trubičky po dolní konec útku ve volném proudu vzduchu). Schéma měřicího zařízení je znázorněno na obr. 5. Na speciální trysce s možností změny polohy útkové trubičky ve vertikálním směru se autorovi citované práce podařilo měřit odporovou sílu F_x při různých hodnotách rychlosti proudu vzduchu v intervalu $\langle 120 + 400 \rangle$ metrů za sekundu. Výsledný vztah je popsán ve tvaru :

$$F_x = C_1 d \eta U + C_2 0,5 \rho U^2 d^2 \quad (22)$$



obr. 5

- 1 - váha
- 2 - tryska
- 3 - útkové trubička
- 4 - útek



obr. 6

- 1 - vzdušník
- 2 - útkové trubička
- 3 - útek

kde C_1, C_2 - bezrozměrové koeficienty $[1]$
 d - průměr útku $[m]$
 η - dynamická viskozita vzduchu $[N \cdot s \cdot m^{-2}]$
 ρ - měrná hmotnost vzduchu $[kg \cdot m^{-3}]$
 U - rychlost proudu vzduchu $[m \cdot s^{-1}]$

Měření je prováděno pro osm druhů ba-nitě (15,38 tex x 2; 20,83 tex x 2; 22,22 tex x 2; 16,67 tex; 25 tex; 29,41 tex; 33,33 tex; 35,71 tex) na deseti tryskách různého vnitřního průměru při různých hodnotách tlaku p v intervalu $\langle 0,05 \div 0,2 \rangle$ MPa. Naměřené hodnoty jsou zpracovány metodou nejmenších čtverců a aproximační závislost je uvedena následující :

$$F_x = 3,66 \cdot 10^{-3} U + 2,27 \cdot 10^{-5} U^2 \quad (23)$$

Experimentální stanovení závislosti C_x též popisuje POPOV v práci [27] a to v rychlostní oblasti $\langle 40 \div 300 \rangle$ metrů za sekundu. Schéma měřicího zařízení je na obr. 6. Zařízení se skládá ze vzdušníku s tlakem p , měřené trubičky délky $l = 2420$ mm, průměru $\phi D = 14$ mm. Útek je uložen podél osy trubičky. Horní konec útku je upevněn k dynamometru D, dolní konec je veden přes vodicí válečky a připojen k misce s malým zatížením G. Odporová síla je měřena dynamometrem D. Přetlak ($p - p_a$) je měřen manometrem M. Teplota ve vzdušníku je měřena teploměrem T.

Měření je prováděno ve stacionární podmínce pro různé hodnoty přetlaku ($p - p_a$) v intervalu $\langle 0,005 \div 0,16 \rangle$ MPa.

Při dané konstantní hodnotě přetlaku je podle rovnice kontinuity průtok vzduchu v každém průřezu trubičky konstantní, čímž je konstantní i veličina ρU (kde ρ je měrná hmotnost vzduchu a U je střední rychlost proudu vzduchu v daném průřezu trubičky). Hodnota statického tlaku postupně klesá z hodnoty p na hodnotu atmosférického tlaku p_a . Výška statického tlaku je tedy závislá na souřadnici x podél osy útkové trubičky. Jsou proto i veličiny ρ a U závislé také na souřadnici x ($p(x)$, $\rho(x)$, $U(x)$).

Proudění je v tomto případě považováno za izotermické.

Je to vysvětlováno tím, že klesání tlaku a měrné hmotnosti vzduchu podél trubičky sice způsobuje ochlazení, ale to je kompenzováno ohřátím následkem tření vzduchového proudu o stěnu útkové trubičky a její dobrou tepelnou vodivostí.

Statické tlaky $P(x)$ jsou měřeny soustavou U-tvarových lihových manometrů prostřednictvím 13 malých otvorů vhodně uspořádaných na stěnách vzdušníku a útkové trubičky (viz obr.6). Kromě toho, prostřednictvím otvoru 3, trubičkou Pitotovou se měří celkový tlak na vstupním průřezu válcové části útkové trubičky P_{cvst} .

Rychlost proudu vzduchu na vstupním průřezu je určen pomocí čísla Macha pro vstupní průřez, a to podle následujících vztahů :

$$U_{vst} = M_{vst} \cdot a \quad (24)$$

$$M_{vst} = \sqrt{\frac{2}{\gamma - 1} \left[\left(\frac{P_{cvst}}{P_{vst}} \right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1 \right]} \quad (25)$$

kde $a = \sqrt{\gamma r T}$ - rychlost zvuku ve vzduchu (26)

U_{vst} - rychlost proudu vzduchu na vstupním průřezu

M_{vst} - Machovo číslo pro vstupní průřez

$\gamma = 1,402$ - Poissonova konstanta vzduchu

$r = 287 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{deg}^{-1}$ - plynové konstanta

T - absolutní teplota [$^{\circ}\text{K}$]

P_{cvst} - celkový tlak na vstupním průřezu

P_{vst} - statický tlak na vstupním průřezu.

Ze známé naměřené hodnoty $p(x)$ se může vypočítat $\beta(x)$ podle stavové rovnice a to :

$$\beta(x) = \frac{p(x)}{r T} \quad (27)$$

Dále z podmínky konstantního průtoku na každém průřezu útkové trubičky ($\rho U = \text{konst.}$) se může určit příslušná hodnota $U(x)$ z vypočítané hodnoty $\rho(x)$ podle vztahu :

$$U(x) = \frac{\text{konst.}}{\rho(x)} . \quad (28)$$

Elementární odporová síla proudu vzduchu působící na útek průměru d a délky dx je

$$dF_x = C_x(x) \cdot 0,5 \rho(x) U^2(x) d \cdot dx \cdot \Pi , \quad (29)$$

a celková odporová síla naměřená dynamometrem D je

$$F_x = 0,5 \Pi d \rho U \int_0^1 C_x(x) U(x) dx . \quad (30)$$

Ve vztahu (30) jsou známé funkce $F_x(x)$, $\rho(x)$, $U(x)$, kdežto $C_x(x)$ je neznámá funkce, které má být určena. Řešení tedy vede na integrální rovnici I. druhu.

Rovnici (30) je možno řešit podle autora citované práce třemi způsoby a jeden z nich je následující :

Řešení spočívá na tom, že převedl rovnici (30) v soustavu algebraických rovnic následujícím způsobem. Interval $(0, 1)$ je rozdělen na n malých intervalů (v případě na obr.6 je $n = 13$) a v každém z nich je C_x považován za konstantní. Příslušné hodnoty ρ_i , U_i , F_{xi} ($i = 1, 2, \dots, n$) jsou určeny experimentálně. Přitom F_{xi} je měřena při různých délkách útku v proudu vzduchu za daného režimu proudění ($p - p_a$). Měřením bylo zjištěno, že F_x téměř lineárně stoupá s délkou útku v útkové trubičce. Výsledná soustava algebraických rovnic je ve tvaru :

$$C_{xi} = \frac{2 F_{xi}}{\rho_i U_i^2 d \Pi l_i} \quad (31)$$

kde $i = 1, 2, \dots, n$.

POPOV a kolektiv uskutečnili také zvláštní měření pro oblast malé rychlosti proudu vzduchu ($3 \div 50$) metrů za sekundu. Jejich výsledky jsou uváděny v práci [26]. Měření je prováděno pro ba-nitě různých hrubostí (35,71 tex ; 29,41 tex ; 22,22 tex ; 20,83 tex x 2 ; 16,67 tex). Naměřené hodnoty jsou zpracovány metodou nejmenších čtverců a aproximační křivka je následující :

$$C_x = \frac{0,669}{U + 3} + 0,021, \quad (32)$$

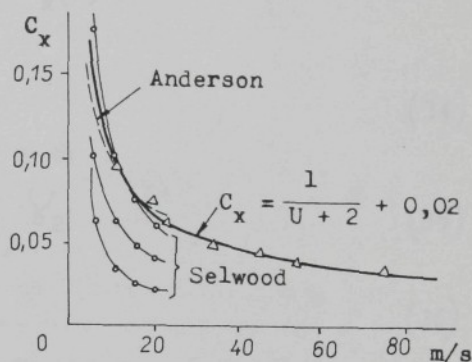
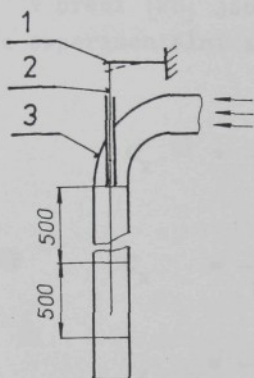
má tedy závislost $C_x(U)$ hyperbolický tvar.

Koeficient odporu útku v oblasti malé rychlosti proudu vzduchu je zkoumán také jinými autory, např. UNO [17]. Autor prováděl měření pro PAN-nitě hrubostí 19,23 tex x 2 zavěšené vertikálně ve zvláštní měřicí trubičce znázorněné na obr. 7. Po zpracování naměřených hodnot uvedl autor experimentální vztah pro výpočet koeficientu C_x v oblasti rychlosti $U \leq 20$ metrů za sekundu

$$C_x = \frac{1}{U + 2} + 0,02. \quad (33)$$

Závislost (33) je znázorněna na obr. 8 společně se zkoumanými výsledky autorů ANDERSON [3], SELWOOD [31]. Oba prováděli své měření pro monofilové nitě.

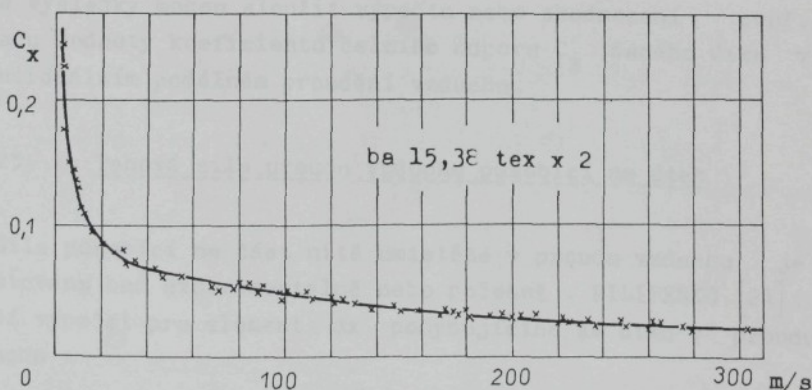
Na obr. 9 je typická závislost $C_x(U)$ pro ba-niř 15,38 tex x 2 získaná z řešení rovnice (30) s doplněním výpočtu C_x podle (32) pro oblast malé rychlosti proudu vzduchu. Z obrázku je jasně vidět, že v oblasti malé rychlosti U , hodnoty C_x se mění značně a při velkých hodnotách rychlosti U se C_x mění málo. V oblasti zvláště velkých hodnot rychlosti U je závislost $C_x(U)$ možné aproximována přímkou.



obr. 7 Měřicí trubička
podle UNO

obr. 8 $C_x(U)$ podle UNC,
ANDERSON, SELWOOD

- 1 - snímecí nosník
- 2 - útek
- 3 - zkušební trubička



obr. 9 Závislost koeficientu čelního odporu ba - útku
15,38 tex x 2 na rychlosti proudu vzduchu podle
POPOVÁ

V práci [28] jsou uvedeny různé formy analytické aproximace experimentální závislosti $C_x(U)$:

$$C_x = \frac{\alpha_1}{U} , \quad (34)$$

$$C_x = \frac{\alpha_2}{U + \beta_2} + \gamma_2 , \quad (35)$$

$$C_x = \frac{\alpha_3}{\sqrt{U}} , \quad (36)$$

kde α, β, γ jsou konstanty s příslušnými rozměry a jsou určeny experimentálně pro daný rozsah rychlosti proudu vzduchu.

Vzhledem k tomu, že nejsou zatím k dispozici ani tabulka ani vzorce podle kterých by bylo možno stanovit C_x pro jednotlivé materiály, je proto nutno před vlastním výpočtem síly F_x experimentálně určit koeficient C_x . Autoři výše uvedených prací [25 + 28], [3], [31] stanovili závislost $C_x(U)$ na základě experimentů pro různé druhy útku ve velkém intervalu rychlosti proudu vzduchu od 3 do 300 metrů za sekundu. Získané výsledky mohou sloužit výpočtu nebo zhodnocení popř. odhadu hodnoty koeficientu čelního odporu C_x daného útku v stacionálním podélném proudění vzduchu.

2.125 Tahová síla proudu vzduchu působící na útek

Síla působící na část nitě umístěné v proudu vzduchu je zjišťována buď experimentálně nebo počtne. PILIPENKO [21] uvádí výpočet pro element dx pohybujícího se útku v proudu vzduchu :

$$dF = \frac{1}{2} \rho \Pi d C_x(x) [U(x) - v(x)]^2 dx \quad (37)$$

Tahová síla proudu vzduchu je dána integrálem dílčích síl podle obtékané délky útku l

$$F = \frac{1}{2} \rho \Pi d \int_0^l c_x(x) [U(x) - v(x)]^2 dx \quad (38)$$

kde $c_x(x)$ - koeficient čelního odporu útku $[l]$

ρ - měrná hmotnost vzduchu $[kg\ m^{-3}]$

l - délka útku v proudu vzduchu $[m]$

d - aerodynamický průměr útkové nitě $[m]$

$[U(x) - v(x)]$ - relativní rychlost mezi proudem vzduchu a útkem $[m\ s^{-1}]$

Proud vzduchu vytvořený tryskou tkacího stroje má v některém případě velmi složitou strukturu. vytvoří se v něm prstencový točený proud. Na struktuře proudu závisí nejen jeho osová rychlost ale i charakter dynamického působení mezi proudem vzduchu a útkem. To se projevuje především ve tvaru a intenzitě kmitání útku. Ohebná útková nit ~~zanášena~~ turbulentním proudem vzduchu po celou dobu kmitá. Kmitání útku, jak ukázalo pozorování, má zcela náhodný charakter. Tahová síla proudu vzduchu působící na útek je závislá tedy podstatně na tvaru a intenzitě jeho kmitání v proudu vzduchu.

Při experimentálním měření odporové síly působící na těleso v proudění se obvykle předpokládají ekvivalentnost podmínek obtékání dvou následujících případů :

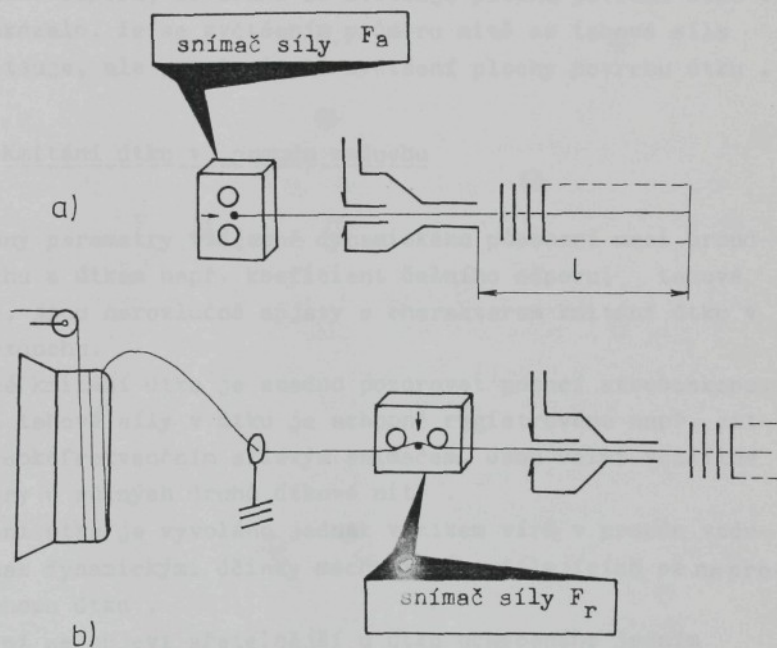
1. Obtékání tělesa stacionálním proudem s rychlostí U

2. Těleso se rovnoměrně pohybuje v proudu s toutéž rychlostí.

Ale to přesně neplatí u případu pohybu útku, kde charakter kmitání je určen nejen relativní rychlostí ale také absolutní rychlostí útku. Proto experimentální měření síly působící na nepohyblivý útek dovolí jen přibližně zhodnotit tahovou sílu proudu vzduchu působící na útek.

V praxi se tahová síla působící na nepohyblivý útek (uchycený jedním koncem (viz obr. 10a)) považuje za komplexní charakter útkové nitě a kvality trysky a nazývá se někdy " absolutní " tahovou silou dané trysky F_a . Síla F_a je měřena jako

síla v nepohyblivém útku při dané spotřebě stlačeného vzduchu Q a dané délce útku l v proudu vzduchu. Naměřené závislost $F_a(Q)$ je vlastně charakteristikou dynamického působení mezi proudem vzduchu a daným útkem u dané trysky. Zkušenosti však ukázaly, že naměřené hodnoty F_a nejsou tak stabilní; jsou totiž závislé na charakteru kmitání útku v proudu vzduchu. Podle PILIPENKO [21] je mnohem stabilnější veličina F_r - tahová síla v útku naměřená v místě před vstupem do trysky



obr. 10 Umístění snímače k měření tahové síly F_a , F_r

při tzv. volném podávání útku v proud vzduchu. Umístění snímače k měření síly F_r je znázorněno na obr. 10b. Síla F_r je měřena např. tenzometrem a registruje vlastně celkový odpor na útkové dráze. Velmi zajímavé je to, že při různých hodnotách Q je poměr F_a/F_r velmi stabilní a tímto

poměrem by umožnilo vyhnout se hrubým chybám při experimentálním měření síly F_a .

Tahovou sílu ovlivňuje také počet filamentů v útkové niti.

Jak ukázalo měření pro viskozové a acetátové nitě s různými počty filamentů, že se zvětšením počtu filamentů, zvětšuje se též tahová síla. Tahová síla je závislá též na průměru nitě, přičemž vliv tloušťky nitě se projeví ve dvou formách. Se zvětšením průměru nitě daného druhu: za prvé se zmenšuje koeficient čelního odporu, za druhé se zvětšuje plocha povrchu útku. Měření ukázalo, že se zvětšením průměru nitě se tahová síla vždy zvětšuje, ale pomaleji než zvětšení plochy povrchu útku.

2.126 Kmitání útku v proudu vzduchu

Všechny parametry vzájemně dynamického působení mezi proudem vzduchu a útkem např. koeficient čelního odporu, tahová síla apd. jsou nerozlučně spjaty s charakterem kmitání útku v proudu vzduchu.

Příčné kmitání útku je snadno pozorovat pomocí stroboskopu. Kolísání tahové síly v útku je schopně registrováno např. citlivým vysokofrekvenčním silovým snímačem. Jsou velmi rozdílné charaktery u různých druhů útkové nitě.

Kmitání útku je vyvoláno jednak vznikem vírů v proudu vzduchu jednak dynamickými účinky mechanismů podílejících se na procesu prohozu útku.

Kmitání se objeví zřetelnější u útku uchyceného jedním koncem. Jeho intenzita je závislá na délce útku v proudu. U některého druhu nitě zvláště u nitě z chemických vláken při krátké délce v proudu vzduchu se prudce zvyšuje kmitání s velkou amplitudou.

Již předpokládali někteří autoři, že charakter kmitání útku v proudu vzduchu závisí též na jeho geometrickém povrchu a ohebnosti. Ovšem tento problém by zasluhoval vyšetření.

Vlnový tvar kmitajícího útku způsobuje zřejmě negativní vlivy při procesu prohozu útku např. smyčky, nedolety, zvětšení schopnosti dotyku a překážkami v proslupu apd. Tím se zmenšuje spolehlivost procesu prohozu útku.

Takže kmitání útku v proudu vzduchu je doprovázeno řadou jevů, např. zkreslení tvaru útku od přímky, absorpce energie vzduchového proudu, zhoršení podmínky přenosu tahové síly atd. Všechny způsobují větší složitost technologického procesu .

Míra kmitání útku je závislá na vlastnosti útkové nitě, na charakteru proudu vzduchu, tj. na konstrukci, technologicko-výrobní a montážní kvalitě trysky . Z toho důvodu má být zaručeno konstrukcí a kvalitou trysky co nejmenší kmitání útku.

2.13 Pohybové rovnice útku

Řešení pohybu útku v proudu vzduchu v obecném případě je poněkud obtížné a nevychází ve tvaru elementálních funkcí. Lze však nalézt přibližné náhradní vyjádření z něhož nakonec plyne rychlost útku .

Tímto problémem se zabývají mnozí autoři [5] , [11] , [12] , [13] , [17] , [20] , [21] . Jednotlivé práce se liší především ve zvolení metody analýzy a zejména množstvím zjednodušujících předpokladů , které umožní odvodit některé teoretické řešení .

V roce 1959 uveřejnil DUXBURY [5] rovnici pohybu útku ve volném proudu vzduchu, kdy rozhodující úlohu přisuzoval pouze trysce . PILIPENKO a kolektiv [21] aplikovala rovnici Meščerského pro pohyb tělesa s měnicí se hmotou na pohyb útku v proudu vzduchu . Řešení je prováděno ve třech oblastech : počáteční rozběh, pokračování rozběhu, brzdění útku . Výsledné diferenciální rovnice pohybu útku odvozené i při zahrnutí řady zjednodušujících předpokladů jsou složité. Přímá aplikace na konkrétní prohozní ústrojí je problematická , neboť získané diferenciální rovnice obsahují řadu konstant , které je nutné zjistit. V roce 1961 v práci UNO [17] zavádí účelnější pohled na prohoz útku, ve kterém je zahrnut vliv odporových sil odměřovacího zařízení a prohozního kanálu. Rovnice je uvažována ve tvaru :

$$\frac{d(m\dot{x})}{dt} = \int dF - F_{ov} \quad (39)$$

kde m - hmotnost útku $[kg]$

$\dot{x}$ - rychlost útku $[m s^{-1}]$

dF - elementární tahové síla proudu vzduchu působící na útek $[N]$

F_{ov} - výslednice odporových sil působících proti zanášení útku $[N]$

V poslední době se vzduchovým prohozem zabýval NOSEK [20] a KOLOD [13]. NOSEK použil k analýze Lagrangeovou rovnici II. druhu

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial E_k}{\partial v} \right) - \frac{\partial E_k}{\partial x} + F_o + F_k = F \quad (40)$$

v ní je :

$E_k = \frac{1}{2} (m_o + \mu x) v^2$ - kinetická energie útku $[kg m^2 s^{-2}]$

$F_o = k_o v^2$ - odpor odvíječe $[N]$

$F_k = c x v^2$ - odpor proti průletu útku prohozním médiem $[N]$

F - tahové síla proudu vzduchu působící na útek $[N]$

m_o - hmotnost části útku v trysce $[kg]$

μ - měrné délkové hmotnost útku $[kg m^{-1}]$

x - délka útku ve proudu vzduchu $[m]$

v - rychlost útku $[m s^{-1}]$

k_o - koeficient odporu odvíječe $[kg m^{-1}]$

c - koeficient odporu proti průletu útku prohozním médiem $[kg m^{-2}]$

a nakonec odvodil autor citované práce za určitých zjednodušujících předpokladů následující teoretické řešení :

$$v = U_0 \sqrt{\frac{\alpha}{\beta U}} \sqrt{\frac{1 - e^{-2\beta(x-x_0)} [1 + 2\beta(x-x_0)e^{-2\beta x_0}]}{2\beta(x-x_0)}} \quad (41)$$

kde α - činitel tahu proudícího vzduchu na útek $[\text{kg m}^{-2}]$

β - činitel poklesu rychlosti proudu vzduchu v prohozním kanálu $[\text{m}^{-1}]$

U_0 - počáteční rychlost proudu vzduchu $[\text{m s}^{-1}]$

x_0 - délka útku vyčnívajícího z trysky $[\text{m}]$

Je vidět, že pro svou jednoduchost do rovnice (41) není zahrnut ani vliv odporu odvíječe ani vliv odporu prohozního média .

KOLOČ [13] se zaměřil především na rozbor odporových sil vzniklých odvíjením nitě z povrchu odvíječe . Uvedl také svou diferenciální rovnici popisující pohyb útku, je však dost komplikované a její řešení nevychází zřejmě ve tvaru elementárních funkcí .

2.2 Současný stav rozvoje odměřovacího zařízení útku na pneumatických tkacích strojích

Jsou známy různé způsoby odměřování útků na pneumatických tkacích strojích . Na těchto strojích se odměřování provádí za účelem přípravy zásoby útkové nitě pro prohoz , který je prováděn v tomto případě proudem vzduchu, tedy prostředkem , který útkovou nit nedrží pevně ale unáší ji třecími silami .

K odměřování se používají odměřovače . Na pneumatických tkacích strojích jsou odměřovače velmi důležitou součástí prohozu, která ovlivňuje strojní i textilně - technologické parametry strojů .

Na odměřovače útkové nitě vyžaduje se, aby útkové nit v zásobě byla konstantní délky a bylo ji možno s malým odporem vytahovat ze zásoby při prohozu. V poslední době bylo zjištěno ještě, že způsob ovládání útkové nitě při odměřování a případná kontrola nitě během prohozu má značný vliv na průlet útkové nitě prošlupem a následující děje .

V dnešní době ex-istuje celá řada odměřovacích zařízení . Od roku 1959 do roku 1977 pracovaly některé firmy např. RÜTI, NISSAN velmi intenzivně v oblasti různých šachtových zásobníků . Byly řešeny různé systémy šachet, které zaručují dobré vytváření smyčky, odstraňují lepení na kolečka , zajišťují odměření plné délky útku před prohozem, umožňují míchání útku atd..

Od roku 1968 začíná nová etapa, projevíly první typy rotačních odměřovačů .

Od roku 1973 začíná poslední etapa . Směr rozvoje je zřejmě přejít na rotační odměřovače a dále na kontrolovanou dodávku útku do trysky, které by umožnila případnou vícebarevnou záměnu .

Odměřovací zařízení u moderních tkacích strojů je možné rozdělit do tří skupin podle způsobu použití :

U hladkých jednobarevných strojů byly použity křídlové odměřovače a alternativně i odměřovače kotoučové nebo adhezni .

U strojů vybavených barevnou záměnou nebo míchání útků byly použity odměřovače pracující na principu odvíječů s předzásobou útku, převážně od italské fy ROJ - ELEKTROTEX nebo švedské fy IRO .

Vystavované odměřovací zařízení na ITMĚ 1987 v Paříži se vyznačovala především důsledně oddělovanými jednotlivými oviny nitě na navíjecích bubnech, nízkou a regulovatelnou tahovou silou nitě, k jejímuž posuvu po navíjecím bubnu není třeba vyšší tahové síly . Směr otáčení je možno měnit podle zákrutu nitě , odměřovací rychlost lze plynule měnit i během provozu, rovněž tak intenzitu brzdění nitě na vstupu i na výstupu ze zařízení . Plynule měnitelný za provozu je také úhel úkosu navíjecího prvku . K odměřovačům jsou dodávána elektronické

zařízení pro jejich řízení, např. pro vícebarevné záměny. Moderně řešený odměřovač útku je dnes neodmyslitelnou součástí každého pneumatického tkacího stroje.

Výše uvedené systémy odměřování útku mají však i své omezené možnosti. Především v tom, že vlastní odměření délky útku je nutno řešit před prohozem, což omezuje možnost dalšího zvýšení otáček stroje. Mají navíc i jiné nevýhody, např. způsobují větší složitost stavby strojů. Z technologických a výkonových požadavků vyplývá i výrobní, montážní, cenové a energetické náročnost této součásti stroje. Proto se myšlenka pokusit se o návrh nového způsobu odměřování útku při jeho průletu prošlupem popsána v PV 2952-84 zdá přitažlivá a je skutečně jedním směrem vývoje této oblasti. Pokusem o realizaci tohoto způsobu odměřování útku se bude zabývat v další části této práce.

3. CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Další prohloubení znalostí a zákonitostí vzduchového try-
skového prohozu a širší použití elektroniky k ovládnutí a
řízení prohozu umožňuje rozšiřovat použitelné paprskové šíře,
ekonomicky zvyšovat výkon tkacích strojů. V tomto směru je
disertační práce především zaměřena na teoretické řešení po-
hybu útku při vzduchovém prohozu s monotryskou a konfuzorem.
Další převážná část práce je zaměřena na ověření nového způ-
sobu odměřování útku pro pneumatické tkací stroje PN založené
na principu popsaném v PV 2952-84 (AO 251623) .

Předložené disertační práce si klade následující cíle :

1. Posoudit různé charakteristiky prohozního ústrojí pne-
umatického tkacího stroje.
2. Provést matematické řešení pohybu útku při vzduchovém
prohozu s monotryskou a konfuzorem.
3. Experimentálně ověřit nový způsob odměřování útku na
pneumatickém tkacím stroji.

Vlastním cílem práce bude mj. přispět k dalšímu rozvoji
každé z uvedených částí novými poznatky . Konkrétním cílem
práce bude proto v části teoretického řešení vzduchového
prohozu analyzovat různé charakteristiky jednotlivých prvků
prohozního ústrojí a jejich technologických vazeb. Podrob-
něji jsou rozebírány následující problémy :

- + Charakter vlnného proudu vzduchu.
- + Charakter proudu vzduchu v konfuzoru.
- + Dynamické vzájemné působení mezi proudem vzduchu a
útkem .

Nakonec bude sestavena pohybové rovnice útku za urči-
tých přijatelně zjednodušených předpokladů . Jsou provedeny
teoretické propočty týkající se rychlosti proudu vzduchu v
konfuzoru, rychlosti čela útku, tahové síly proudu vzduchu
působící na útek , odporové síly proti průletu útku prohoz-
ním médiem, doby prohozu v závislosti na prohozní délce .
Správnost početního řešení je ověřena experimentálním měřením
jiných autorů, např. EGRTA [6], VAŠÍČKA [34], ŠKOPA [33] .

V části ověření nového způsobu odměřování útku pro pneumatické tkací stroje PN je zkoumáno jak teoreticky tak prakticky nové odměřovací zařízení sestávající z identifikace čela útku na doletové straně stroje a jeho okamžitého zabrzdění na prohozní straně. Jsou prováděny konstrukční návrhy a shnuty výsledky praktických zkoušek odměřovacího mechanismu.

4. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Ze zkušenosti zkoumání vzduchového prohozu útku vyplývá , že čistě teoretické řešení jeho jednotlivých prvků nedávají zcela jednoznačně výsledky v praxi . Je proto v části řešení pohybu útku v konfuzoru zvolena metoda teoretickoexperimentální. Tj. řešit matematické modely popisující proces prohozu útku při současném experimentálním stanovení potřebných konstant , pracovních charakteristik, popř. obecných zákonitostí jednotlivých prvků prohozního ústrojí (trysky, vzduchového proudu, konfuzoru) a jejich rozhodujících technologických vazeb (tryska - vzduchový proud , vzduchový proud - konfuzor, proud vzduchu v konfuzoru - útek) . Nakonec správnost výsledků je opět ověřena experimentálním měřením.

V části ověření nového způsobu odměřování útku na pneumatickém stroji je zvolena metoda experimentální. Tato metoda byla zvolena s ohledem na nevyzkoušenost zcela nového systému odměřovacího zařízení a slouží k ověření funkční schopnosti nových, námi navržených konstrukcí nového odměřovacího mechanismu založeného na principu popsaném v PV 2952 - 84 .

Aby jednotlivé analýzy a matematické formulace odpovídaly současné úrovni techniky , jsou při zkoumání výše uvedených problémů využity všechny potřebné a dostupné prostředky na VŠST .

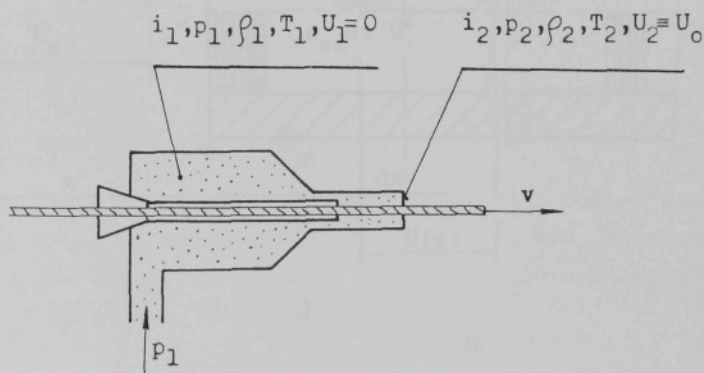
Matematické operace jsou prováděny na počítači EC 1033 s jeho grafickým výstupem. K získání experimentálních výsledků pro ověření funkční schopnosti nového navrženého odměřovacího mechanismu je používán číslicový paměťový osciloskop TEKTRONIX 2230 a grafický záznam průběhu je získán přepisem záznamu z paměti osciloskopu souřadnicovým zapisovačem BAK 5T . Výsledky měření jsou graficky zpracovány jako histogramy.

5. ŘEŠENÍ POHYBU ÚTKU PŘI VZDUCHOVÉM PROHOZU S MONOTRYSKOU A KONFUЗОREM

Cílem statě je sestavit co nejpřehlednější pohybovou rovnici útku zahrnující i vliv odprných sil. Na základě zkušenosti a zjištěných výzkumných výsledků dokaže autor nalézt přibližně matematický popis pohybu útku a z něhož by mohly plytnout různé parametry potřebné pro řízení celého procesu prohozu. Na konci je proveden příklad numerického výpočtu pro případ prohozu s ba-útkem hrubosti 28 tex.

5.1 Výtokové rychlost vzduchu z trysky

Zde při adiabatické expanzi je výtokové rychlost vzduchu z trysky funkcí přetlaku a podle [2] je dána vztahem :



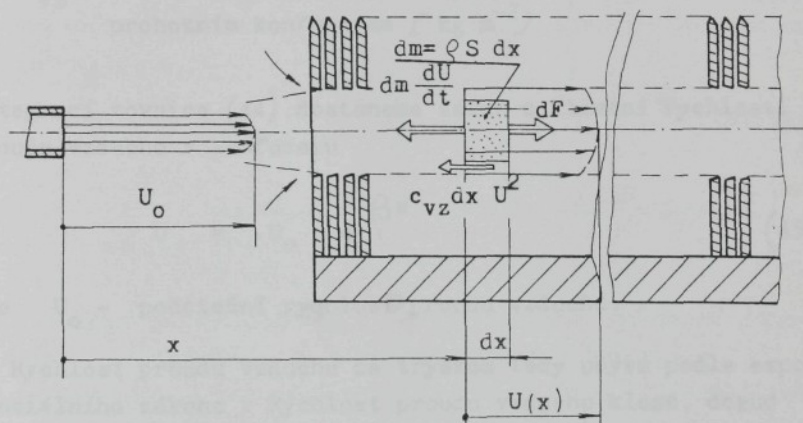
obr. 11 Termomechanická bilance vzduchu v trysce a těsně za tryskou .

$$U_0 \equiv U_2 = \varphi \sqrt{2 \frac{\kappa}{\kappa-1} r T_1} \sqrt{1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} \quad (42)$$

kde $\varphi = 0,7 \div 0,8$ - rychlostní součinitel u trysky
 $r = 287 \text{ J kg}^{-1} \text{ deg}^{-1}$ - stavová konstanta vzduchu
 $T_1 = 303 \text{ } ^\circ\text{K}$ - teplota vzduchu v trysce
 $\mathcal{H} = 1,402$ - Poissonova konstanta pro vzduch.

5.2 Matematické analýza průběhu rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru

Průběh rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru lze odhadnout experimentálním měřením různých autorů nebo využít pohybové rovnice pro částici vzduchu v konfuzoru .



obr. 12 Schematické znázornění sil působících na částici vzduchu v konfuzoru

Na částici vzduchu $dm = \rho S dx$ působí síly (viz obr. 12): setrvačná síla $dm \frac{dU}{dt}$, odporové síla způsobena prohozním kanálem $c_{vz} dx U^2$, tahové síla působící na útek dF (v tomto případě $dF = 0$). Pohybové rovnice částice vzduchu bude mít

tvar :

$$dF - c_{vz} dx U^2 - \beta S dx \frac{dU}{dt} = 0 \quad (43)$$

dostaneme po úpravě

$$\frac{d(U^2)}{dx} + 2\beta U^2 = 0 \quad (44)$$

kde $\beta = \frac{c_{vz}}{\rho S}$ - činitel poklesu rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru $[m^{-1}]$

S - zvolená příčná plocha elementu vzduchu $[m^2]$

c_{vz} - koeficient odporu proti pohybu vzduchu prohozním konfuzorem $[kg m^{-2}]$

Integrací rovnice (44) dostaneme zákon o klesání rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru

$$U = U_0 e^{-\beta x} \quad (45)$$

kde U_0 - počáteční rychlost proudu vzduchu.

Rychlost proudu vzduchu za tryskou tedy ubývá podle exponenciálního zákona. Rychlost proudu vzduchu klesá, dokud Re neklesne pod kritickou hodnotu (Re_{krit}) danou provedením konfuzoru, kdy dochází k rozpadu vzduchového proudu.

5.3 Sestavení pohybové rovnice útku v konfuzoru

Útek se v proudu vzduchu urychluje na svou prohozní rychlost podle zákona vyplývajícího např. z energetické analýzy jeho pohybu. K analýze lze použít Lagrangeovou rovnici II. druhu (viz vztah (40)).

V praxi lze proti ostatním silám zanedbat odpor odvíječe , který má být co nejmenší a setrvačný vliv hmoty kousku útku v trysce na začátku foukání . Je tedy

$$F_0 = 0 \quad , \quad m_0 = 0 \quad (46)$$

Kinetická energie útku v případě $m_0 = 0$ bude

$$E_k = \frac{1}{2} \mu x v^2 \quad (47)$$

kde μ - měrná délkové hmotnost útkové niti $[kg \cdot m^{-1}]$
 x - délka útku ve proudu vzduchu $[m]$
 v - rychlost čela útku $[m \cdot s^{-1}]$.

Odpor proti průletu útku prohozním médiiem v důsledku zachycování odstávajících vláken , turbulence vzduchu atd. je vyjádřen vztahem

$$F_k = c x v^2 \quad (48)$$

kde c - koeficient odporu proti průletu útku prohozním médiiem $[kg \cdot m^{-2}]$.

Tah vzduchu je dán součtem dílčích sil podél obtékané délky útku x , tj. podél délky útku, která zatím vstoupila do proudu vzduchu. Lze předpokladet, že nejenom při rozbíhání útku platí $U \gg v$ a vzhledem k vysoké rychlosti proudu vzduchu je možné aproximovat koeficient aerodynamického čelního odporu útku C_x konstantou . Tahové síla vyjádřena vztahem (38) je tedy

$$F = \frac{1}{2} \rho \pi d C_x \int_0^x [U(\xi) - v(\xi)]^2 d\xi$$

a vzhledem k předpokladu $U \gg v$ bude F má tvar

$$F = \alpha \int_0^x [u(\xi)]^2 d\xi \quad (49)$$

kde $\alpha = \frac{1}{2} \rho \Pi d C_x$ - činitel tahu proudícího vzduchu působící na útek $[kg \cdot m^{-2}]$

Použitím vztahu (45) ve vztahu (49) a integrováním dostaneme

$$F = \frac{\alpha}{2\beta} U_0^2 \left(1 - e^{-2\beta x} \right) \quad (50)$$

Použitím vztahu (46), (47), (48), (50) v rovnici (40) a po úpravě dostaneme diferenciální rovnici popisující pohyb útku v konfuzoru

$$\left(v^2 \right)' + \left(\frac{1}{x} + \frac{2c}{u} \right) v^2 = U_0^2 \frac{\alpha}{u\beta} \frac{1 - e^{-2\beta x}}{x} \quad (51)$$

Integrací rovnice (51) s počáteční podmínkou $x = 0$, $v = 0$ dostaneme konečnou závislost rychlosti útku na prohozní délce

$$v(x) = U_0 \sqrt{\frac{\alpha}{u\beta}} \sqrt{e^{-Bx} \left[\frac{1 - e^{(B - 2\beta)x}}{(B - 2\beta)x} - \frac{1 - e^{Bx}}{Bx} \right]} \quad (52)$$

$$\text{kde } B = \frac{2c}{u}$$

5.4 Příklad řešení pohybu útku v konfuzoru

5.4.1 Stanovení podmínek a vstupních údajů výpočtu

Jsou přijaty následující vlastnosti útkové nitě :

1. Materiál útku je bavlnářský o hrubosti 28 tex .
2. Měrná délková hmotnost útku je tedy $\mu = 28 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}$.
3. Aerodynamický průměr útku je dán podle MACKA [16]

$$d = \frac{1}{25,8 \sqrt{EcC}} \quad [\text{Palec}]$$

kde EcC je anglické číslo bavlnářské nitě (ba-niř hrubosti 28 tex je ekvivalentní s anglickým číslem 21,09). Aerodynamický průměr útku je tedy

$$d = \frac{25,4 \cdot 10^{-3}}{25,8 \cdot \sqrt{21,09}} = 0,2144 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

4. Koeficient čelního aerodynamického odporu útku je možné vzhledem k velké relativní rychlosti ($U - v$) aproximovat konstantou. Je aproximován v tomto případě $C_x = 0,02$.

Přijaty podmínky a parametry vzduchového proudu :

5. Měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,205 \text{ kg/m}^3$ (při teplotě 20°C a $p_a = 0,10133 \text{ MPa}$) .

6. Výpočetní výsledky výtokové rychlosti vzduchu v závislosti na hodnotě jeho přetlaku v trysce dané vztahem (42) s předpokladem, že tlak prostředí $p_2 = 0,1 \text{ MPa}$, rychlostní součinitel trysky $\varphi = 0,7$ jsou uvedeny v následující tab.1

Tab. 1

$p_2 = 0,1 \text{ MPa} , \quad \varphi = 0,7$				
$p_1 \text{ (MPa)}$	0,20	0,30	0,40	0,50
$U_o \text{ (m/s)}$	231,80	283,83	312,70	331,96

Dále jsou přijaty následující geometrické rozměry a aerodynamické vlastnosti prohozního ústrojí :

7. Konfuzor použit ze stroje PN , poloměr kružnice vepsané vnitřního otvoru $R = 10$ mm.

8. Kovová tryska délky 50 mm , poloměr jejího ústí $r = 3,5$ mm.

9. Největší prohozní délka $x = 2$ m.

10. Činitel poklesu rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru je zvolen $\beta = 0,5$.

11. Koeficient odporu proti průletu útku prohozním médiem je zvolen $c = 1,4 \cdot 10^{-4}$.

Nakonec přijaty pro výpočet další konstanty :

12. Činitel tahu proudícího vzduchu působícího na útek

$$\alpha = \frac{1}{2} \rho \pi d c_x = \frac{1}{2} \cdot 1,205 \cdot 3,14 \cdot 0,2144 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 =$$

$$\alpha = 8,1123 \cdot 10^{-6} \text{ .}$$

13. Konstanta

$$B = \frac{2 c}{\mu} \quad (\text{viz vztah (52)})$$

$$B = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4}}{28 \cdot 10^{-6}} = 10 \text{ .}$$

5.42 Výpočtené závislosti řešení pohybu útku v konfuzoru

Numerické výpočty jsou prováděny na počítači EC 1033 pro následující závislosti :

$$1. U(x) = U_0 e^{-\beta x} \quad (\text{viz vztah (45)}) \text{ ,}$$

$$2. F(x) = U_0^2 \left(1 - e^{-2\beta x} \right) \quad (\text{viz vztah (50)}) \text{ ,}$$

$$3. v(x) = U_0 \sqrt{\frac{\alpha}{\mu \beta}} \sqrt{e^{-Bx} \left[\frac{1 - e^{(B-2\beta)x}}{(B-2\beta)x} - \frac{1 - e^{Bx}}{Bx} \right]} \quad (\text{viz vztah (52)}) \text{ ,}$$

$$4. \quad F_K(x) = c \cdot x \cdot v^2(x) \quad (\text{viz vztah (48)}),$$

$$5. \quad t(x) = \int_0^x \frac{1}{v(\xi)} d\xi \quad - \text{závislost doby prohozu na prohozní délce.}$$

Hodnoty $x \in \langle 0 \div 2 \rangle$ metry, hodnoty počáteční rychlosti proudu vzduchu U_0 jsou z tabulky 1. Výsledky výpočtu jsou graficky zaznamenány na obr. 13, 14, 15, 16.

Na obr.13 jsou uvedeny výsledky řešení pohybu útku 28 tex při prohozním tlaku ve vzdušniku $p = 0,2$ MPa.

Na obr.14 jsou uvedeny výsledky řešení pohybu útku 28 tex při prohozním tlaku ve vzdušniku $p = 0,3$ MPa.

Na obr.15 jsou uvedeny výsledky řešení pohybu útku 28 tex při prohozním tlaku ve vzdušniku $p = 0,4$ MPa.

Na obr.16 jsou uvedeny výsledky řešení pohybu útku 28 tex při prohozním tlaku ve vzdušniku $p = 0,5$ MPa.

5.43 Dílčí závěry ke statí 5.

Účelem statě bylo odvodit matematické vztahy popisující pohyb útku při vzduchovém prohozu s konfuzorem. Při řešení byla přijata některá zjednodušení, jako jsou :

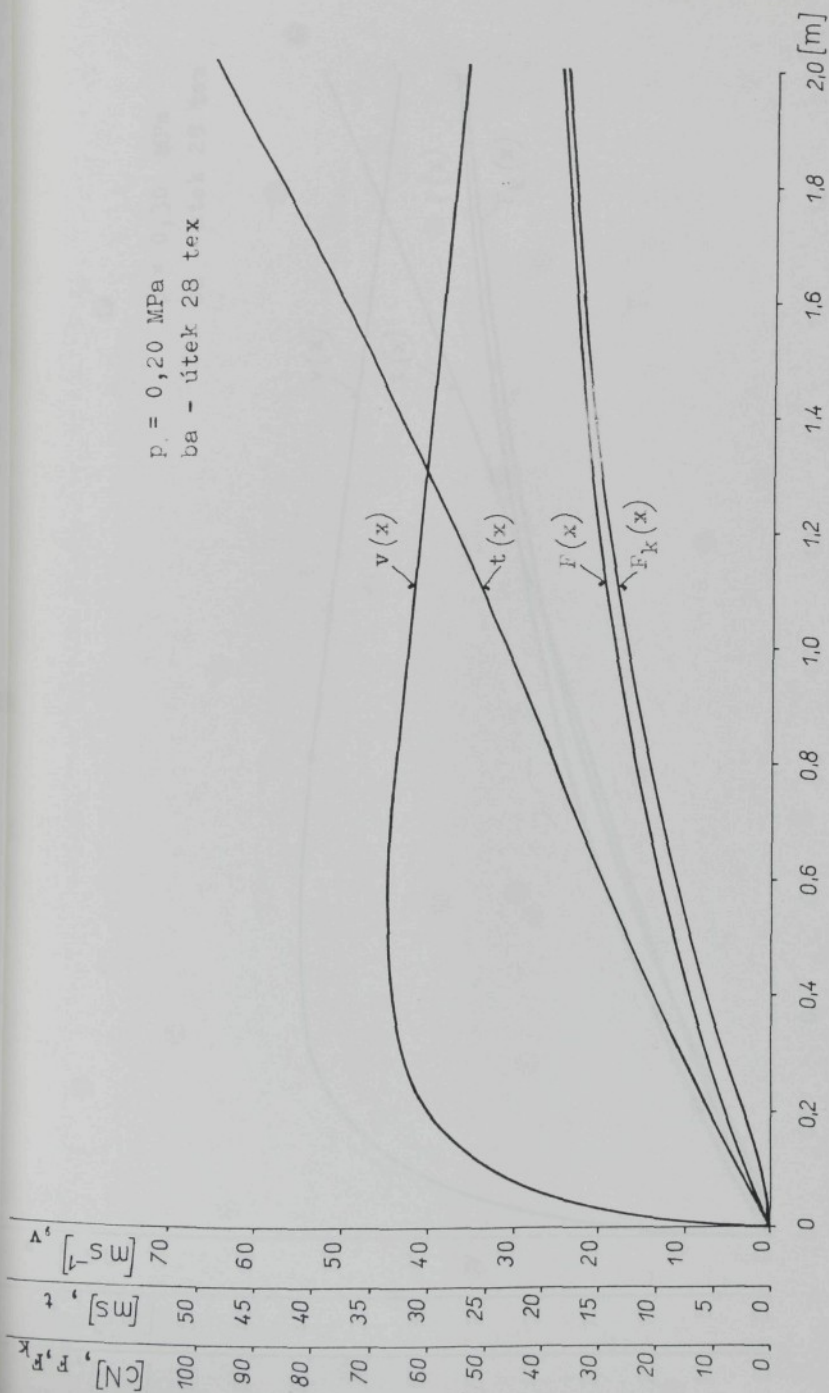
1. Zanedbání odporu odvíječe ($F_0 = 0$);
2. Zanedbání setrvačného vlivu hmoty kousku útku v trysce ($m_0 \ll (Ux)$);
3. Předpoklad, že rychlost proudu vzduchu je mnohem větší než rychlost útku ($U \gg v$);
4. Aproximace koeficientu aerodynamického čelního odporu útku konstantou ($C_x = 0,02$),

kteřé usnadnila odvození matematického modelu, ale na druhé straně ovlivnila přesnost. V některých případech mají zjednodušení menší vliv, v jiných větší. Při posuzování různých prohozních ústrojí je nutné brát zřetel na tuto okolnost.

Zahrnutí i vlivu odporné síly prohozního média je

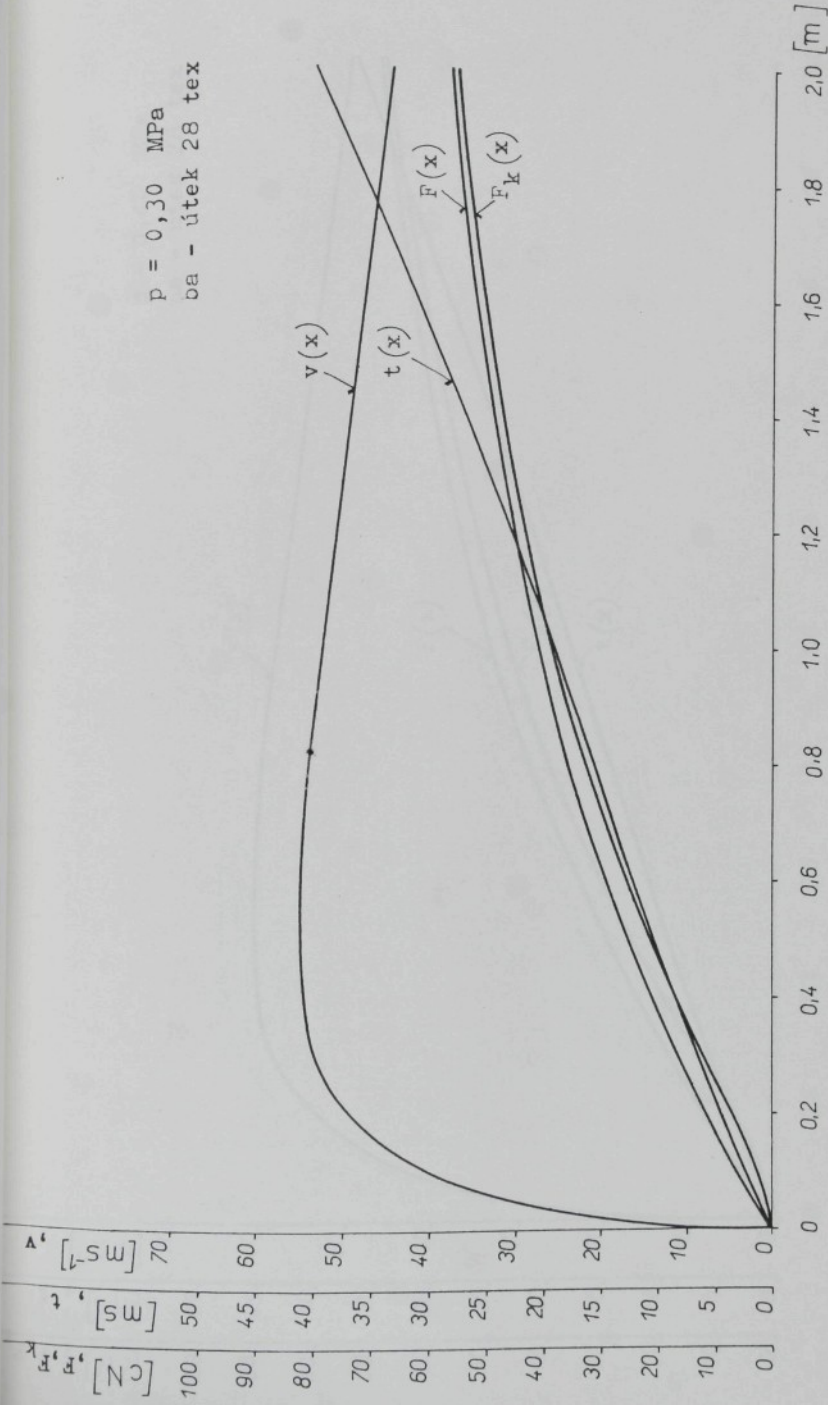
zřejmou předností výše odvozených vztahů před rovnicí (41) . Výsledný vztah (52) obsahuje pouze dvě konstanty, které jsou nutně experimentálně zjistit tj. β (činitel poklesu rychlosti proudu vzduchu v konfuzoru) a c (koeficient odporu proti průletu útku prohozním médiem) proto se dají aplikovat na konkrétní prohozní ústrojí .

Výsledky numerického výpočtu pro případ prohozu s ba-útkem o hrubosti 28 tex (viz obr. 13, 14, 15, 16) odpovídají naměřeným hodnotám jiných autorů např. VAŠÍČKA [34] , ŠKOPA [33] a hodnotám vlastního měření autora (viz stať 6.52 - část měření doby prohozu pro ba-útek 28 tex při prohozním tlaku ve vzdušníku $p = 0,2 \text{ MPa}$) .



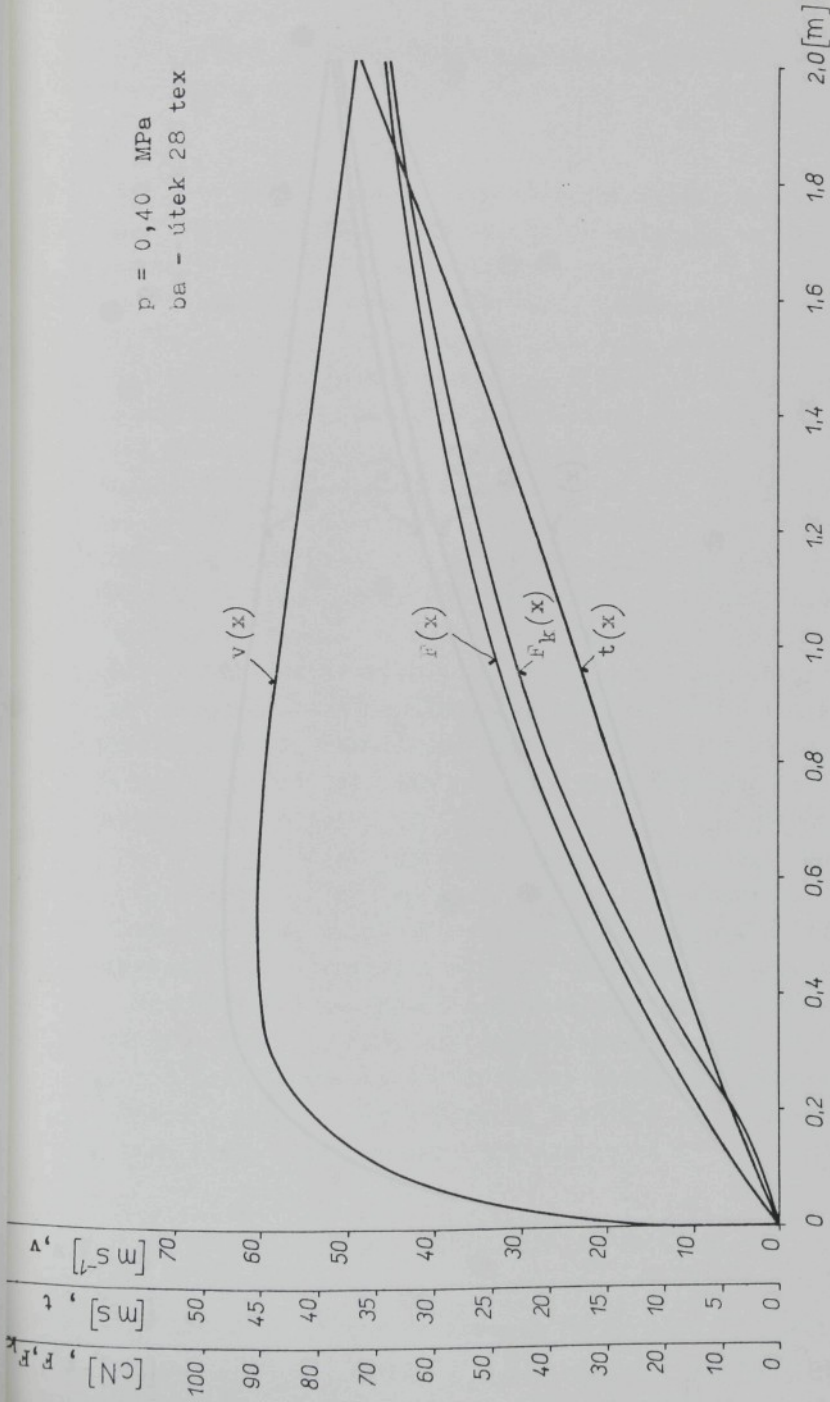
obr. 13 Rychlost čela útku, doba prohozu, tahová síla proudu vzduchu působící na útek, odporová síla proti pohybu útku v závislosti na prohozní délce.

$p = 0,30 \text{ MPa}$
 ba - útek 28 tex

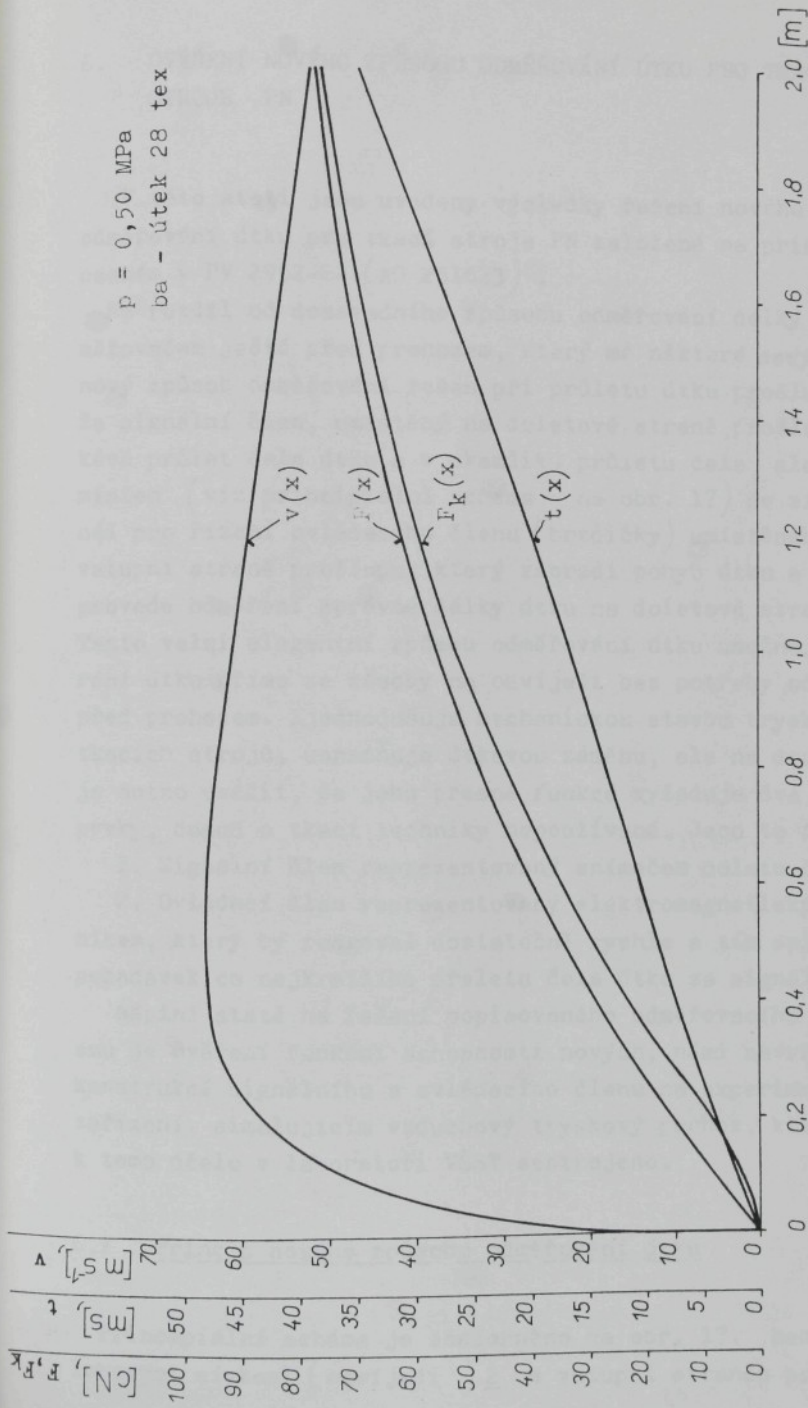


obr. 14 Rychlost čela útku, doba prohozu, tahová síla proudu vzduchu působící na útek, odporová síla proti pohybu útku v závislosti na prohozní délce.

$p = 0,40 \text{ MPa}$
ba - útek 28 tex



obr. 15 Rychlost čela útku, doba prohozu, tahová síla proudu vzduchu působící na útek, odporová síla proti pohybu útku v závislosti na průchozí délce.



obr. 16 Rychlost čela útku, doba prohozu, tahová síla proudu vzduchu působící na útek, odporová síla proti pohybu útku v závislosti na prohozní délce.

6. OVĚŘENÍ NOVÉHO ZPŮSOBU ODMĚŘOVÁNÍ ÚTKU PRO TKACÍ STROJE PN

V této stati jsou uvedeny výsledky řešení nového způsobu odměřování útku pro tkací stroje PN založené na principu popsaném v PV 2952-84 (AO 251623).

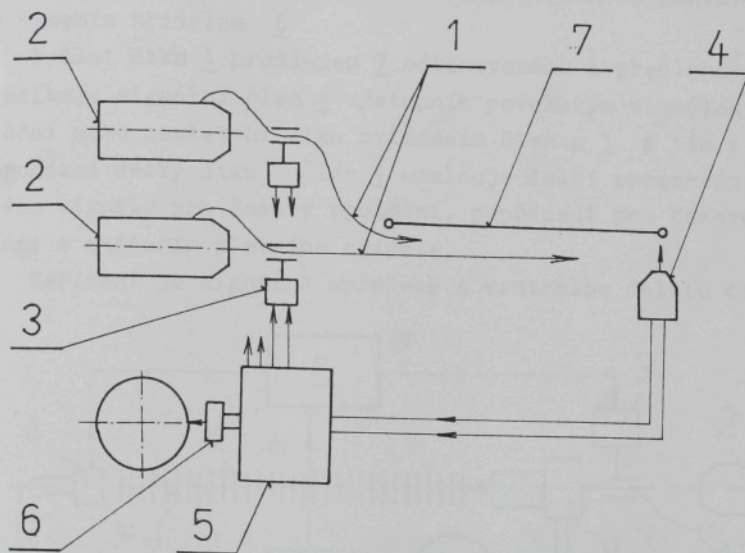
Na rozdíl od dosavadního způsobu odměřování délky útku odměřovačem ještě před prohozem, který má některé nevýhody, je nový způsob odměřování řešen při průletu útku prošlupem tak, že signální člen, umístěný na doletové straně prošlupu, očekává průlet čela útku a v okamžiku průletu čela sledovaným místem (viz principiální schéma na obr. 17) se získá signál pro řízení ovládacího členu (brzdičky) umístěného na vstupní straně prošlupu, který zabrzdí pohyb útku a tím se provede odměření správné délky útku na doletové straně osnovy. Tento velmi elegantní způsob odměřování útku umožňuje odebrání útku přímo ze zásoby na odvíječi bez potřeby odměřování před prohozem. Zjednodušuje mechanickou stavbu tryskových tkacích strojů, usnadňuje útkovou záměnu, ale na druhé straně je nutno uvěžit, že jeho přesná funkce vyžaduje dva nové prvky, dosud u tkací techniky nepoužívané. Jsou to :

1. Signální člen reprezentovaný snímačem doletu čela útku.
2. Ovládací člen reprezentovaný elektromagnetickým převodníkem, který by reagoval dostatečně rychle a tím splňoval požadavek co nejkratšího přeletu čela útku za signální člen.

Náplní statě na řešení popisovaného odměřovacího mechanismu je ověření funkční schopnosti nových, námi navržených konstrukcí signálního a ovládacího členu na experimentálním zařízení, simulujícím vzduchový tryskový prohoz, které je k tomu účelu v laboratoři VŠST sestrojeno.

6.1 Princip nového způsobu odměřování útku

Principiální schéma je znázorněno na obr. 17. Mezi předlohovými cívkami (odvíječi) 2 a vstupní stranou prošlupu 7



obr. 17 Principiální schéma nového způsobu odměřování útku během prohozu

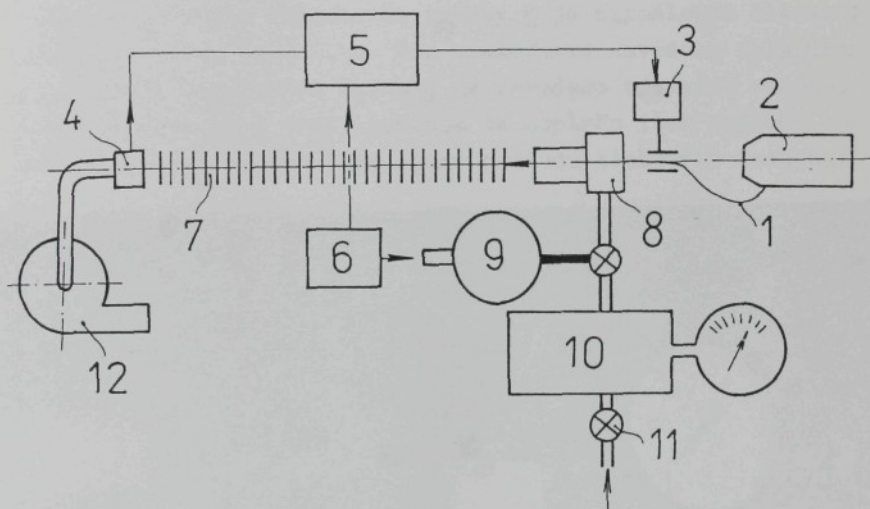
- 1 - útky
- 2 - zásoby útku odvíječe
- 3 - ovládací člen
- 4 - signální člen
- 5 - elektronika úpravy signálu
- 6 - snímač polohy hlavního hřídele tkacího stroje
- 7 - Prošlup

procházejí útky 1 ovládacími členy 3, např. elektromagnetickými brzdičkami. Na doletové straně prošlupu je umístěn signální člen 4, např. fotoelektrický senzor, jehož výstup je připojen na první vstup zpoždovacího členu 2, vytvořeného

např. elektronickými číslicovými obvody TTL nebo CMOS, přičemž výstup členu 2 je připojen na vstup ovládacího členu 3 a jeho druhý vstup je prostřednictvím alespoň jednoho senzoru ve styku s hlavním hřídelem 6.

Průlet útku 1 prošlupem 7 odtahovaného z předlohy cívkou 2 indikuje signální člen 4 výstupním povelovým signálem k zabrzdění nebo zastavení útku ovládacím členem 3 a tím k odměření prohozní délky útku. Člen 4 umožňuje další zpracování povelového signálu pro časové zpoždění, popřípadě pro fázové porovnání s otáčením hlavního hřídele.

Zařízení je signálně spřažené s kontrolou doletu útku a fun-



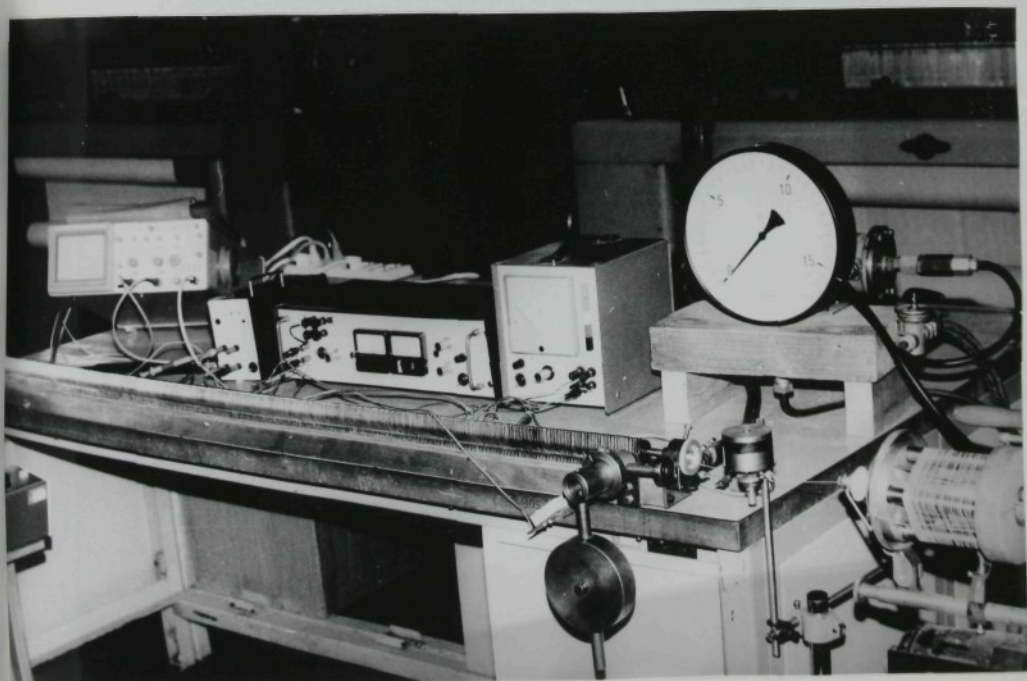
obr. 18 Experimentální zařízení k realizaci prohozu útku konfuzorem.

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 - útek | 8 - tryska |
| 2 - odvíječ | 9 - kyvadlový pohon dav- |
| 3 - ovládací člen | kovacího ventilu |
| 4 - signální člen | 10- vzdušník s manometrem |
| 5 - elektronická část | 11- ventil přívodu tlako- |
| 6 - snímač polohy kyvadla | vého vzduchu |
| 7 - konfuzor | 12- odsávání útku |

kčňě nezávislé na šířce osnovy a druhu útkového materiálu.

6.2 Popis experimentálního zařízení k realizaci prohozu útku konfuzorem

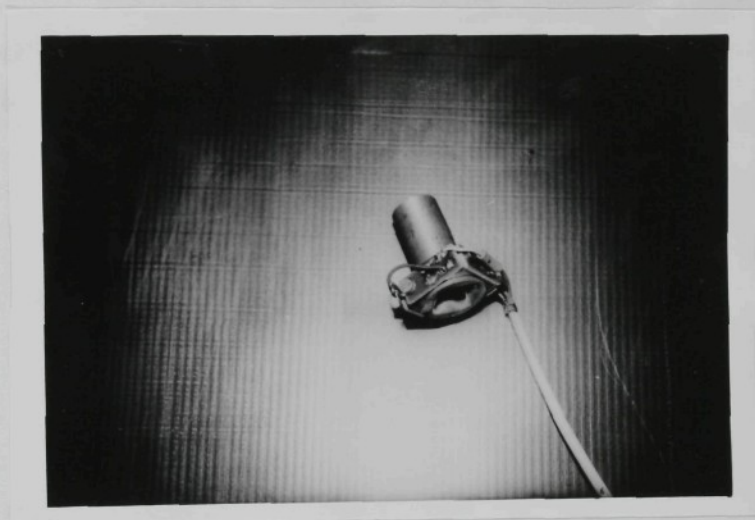
Uspořádání celého experimentálního zařízení je znázorněno na obr. 18 a detailní pohled je na obr. 19. Útek 1 odebíraný ze zásoby na odvíječi 2 prochází brzdící čelistí ovládacího členu 3 a tryskou 8. Vzduch je děvkován ze vzdušníku 10 šoupatkovým ventilem ovládaným kyvadlem 9. Poloha kyvadla je pro potřeby řízení snímána snímačem 6. Při prohozu útku konfuzorem 7 děvkou vzduchu do trysky 8 je signálovým členem 4 očekáván dolet čela útku. Pro spolehlivé navedení čela útku do snímače signálního členu 4 je zavedeno odsávání vzduchu ventilátorem 12. Před prohozem je doplněn tlak vzduchu ve vzdušníku ručním ventilem 11 na přívodu tlakového vzduchu.



obr. 19 Detailní pohled experimentálního zařízení k realizaci prohozu útku konfuzorem.

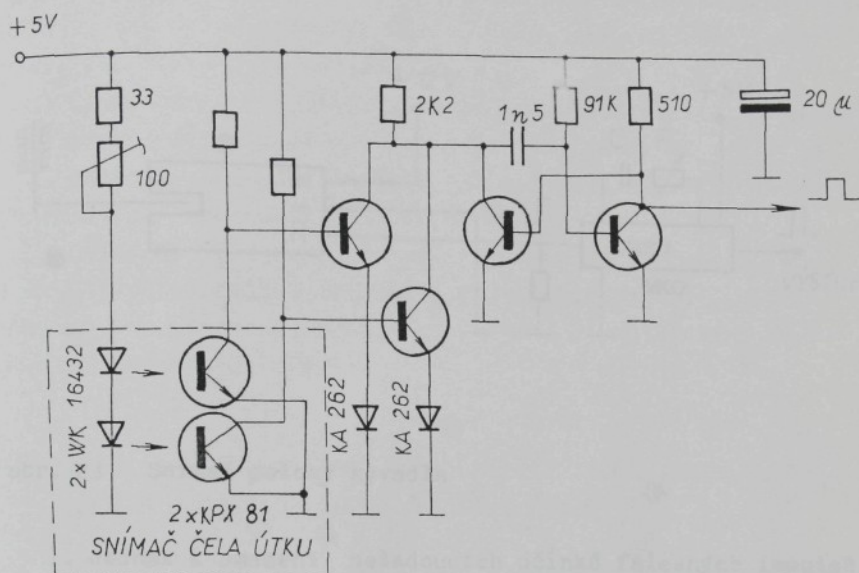
6.3 Konstrukce signálního členu včetně elektronických obvodů k úpravě signálu

Skládá se ze snímače čela útku na fotoelektrickém principu podle PV . Detailní výkresy tělesa snímače nesoucího dvě infračervené fotodiody WK 16432 a dva fototranzistory KPX 81 jsou v příloze č.1 a 2 a celkový pohled je na obr. 20 .

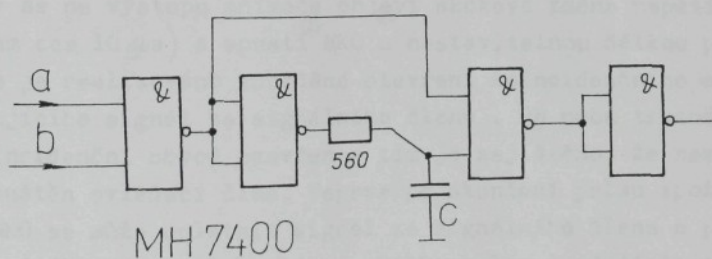


obr. 20 Pohled navrženého signálního členu

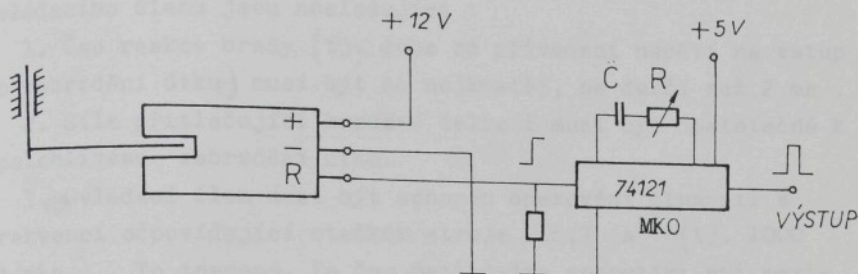
Obvody pro úpravu signálu snímače sestávají ze zesilovače signálu fototranzistoru KPX 81 , monostabilního klopného obvodu (dále MKO) s pravoúhlým výstupním impulsem délky 0,1 ms , který je přiveden na vstup a koincidentního obvodu s prvkem MH 7400. Tento krátký puls kladné polarity projde koincidentním obvodem pouze tehdy , je-li na vstupu b přítomen otevírací impuls, který je řízen snímačem polohy kyvadla 6 (viz obr. 18) a otevírá cestu signálu z doletového čidla pouze v době, kdy má čelo útku dosáhnout polohy snímače čela útku. Toto opatření slouží ke dvěma účelům , a to :



obr. 21 Snímač čela útku a monostabilní klopný obvod



obr. 22 Koincidenční obvod



obr. 23 Snímač polohy kyvadla

1. Jednak k omezení nežádoucích účinků falešných impulsů ze snímače, způsobených průletem čela tlakové vlny vzduchu, případně nečistot a úletů z materiálu útku.

2. Jednak jako útková zářezka indikující nedolet útku.

Pro snímání polohy kyvadla se využívá šterbinového snímače nasazeného na hliníkový kotouč spojený s pohybem kyvadla tak, že v okamžiku otevření ventilu přivádějícího vzduch do trysky se na výstupu snímače objeví skoková změna napětí (s náběhem cca $10 \mu s$) a spustí MKO s nastavitelnou délkou pulsu, kterým je realizováno zpožděné otevření koincidenčního obvodu hradlujícího signál ze signálního členu. Po dobu trvání pulsu je koincidenční obvod uzavřen a tím je zajištěno, že nemůže být spuštěn ovládací člen. Teprve po skončení pulsu zpoždovacího MKO se může uplatnit signál ze signálního členu a přes ovládací člen zastaví let útku. Délka pulsu se řídí časovou konstantou RC (viz obr. 23). Schémata zapojení obvodů jsou na obr. 21, 22 a na obr. 23 znázorňuje snímač polohy kyvadla 6 z obrázku 18.

6.4 Konstrukce ovládacího členu včetně elektronických obvodů

Ovládací člen je v podstatě čelistové brzda, které uvolňuje útek na dobu průletu prošlupem a potom stiskne útek mezi čelisti tak, aby byl jeho pohyb nulový. Požadavky na vlastnosti ovládacího členu jsou následující :

1. Čas reakce brzdy (tj. doba od přivedení napětí na vstup do zabrzdění útku) musí být co nejkratší, ne delší než 2 ms .

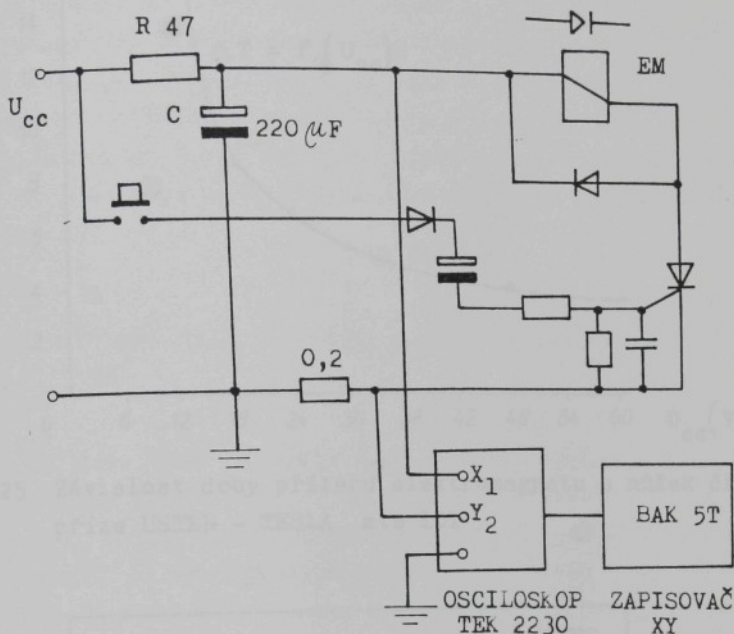
2. Síla přitlačující brzdové čelisti musí být dostatečná k spolehlivému zabrzdění útku.

3. Ovládací člen musí být schopen opakování činnosti s frekvencí odpovídající otáčkám stroje $16,7 \text{ s}^{-1}$ (tj. 1000 ot/min.) . To znamená, že čas mezi dvěma sepnutími při maximálních otáčkách je 60 ms .

6.41 Experimentální měření doby přitahu elektromagnetického pohonu u nůžek čističe USTER - TESLA

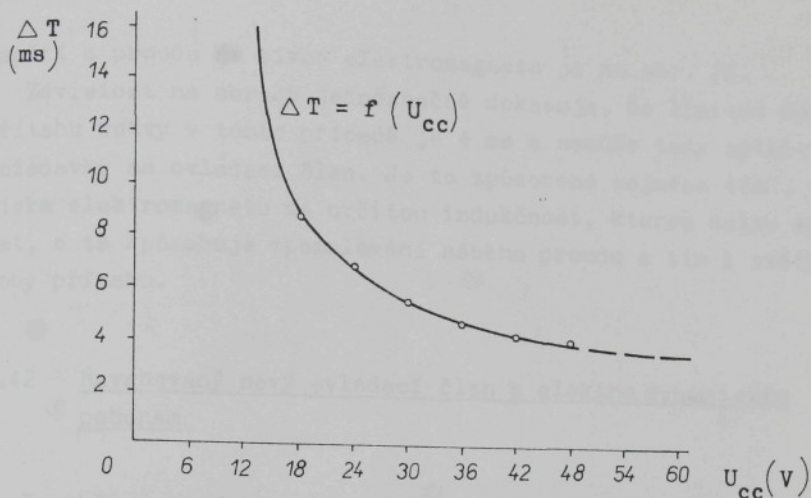
Při řešení uvedeného úkolu jsme vyšli ze zkušenosti s rychlostí funkce nůžek čističe přize . Pro experiment jímž jsme zjišťovali maximální rychlost přitahu elektromagnetického pohonu, který je u těchto nůžek používán jsme použili obvodu podle schématu na obr. 24 . Elektromagnet EM čističe přize USTER - TESLA (jeho pohled je ve příloze 3) je napájen ze zdroje stejnoměrného napětí U_{cc} přes tyristorový spínač. Pro urychlení přitahu kotvy bylo užito napětí vyššího, než odpovídá jmenovité hodnotě elektromagnetu, proto muselo být použito napájení z kondenzatoru C, který je při odpojeném elektromagnetu nabíjen přes odpor R na hodnotu napětí zdroje U_{cc} , avšak po sepnutí tyristoru se kondenzator C rychle vybije a odpor R omezí proud do cívky elektromagnetu na jmenovitou hodnotu. Tímto způsobem je možno urychlit přitah relé velice radikálně. Přesto však jsou i zde hranice možnosti, které není možno překročit (jak dokazují výsledky tohoto experimentu) .

Je známo, že síla elektromagnetu přitahující kotvu relé je úměrná čtverci indukce ve vzduchové mezeře mezi elektromagnetem a kotvou relé. Indukce je vyvolána proudem protékajícím cívkou (magnetomotorické napětí) a nepřímouměrná

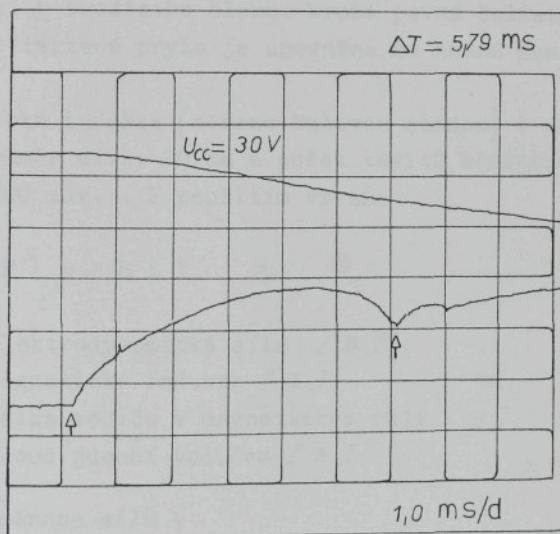


obr. 24 Schéma uspořádání experimentu pro zjišťování rychlosti činnosti elektromagnetických nůžek čističe příze USTER - TESLA

magnetickému odporu čili vzduchové mezeře. Uvážíme-li dále, že přechodový děj po připojení cívky elektromagnetu ke zdroji napětí je jednak elektrický (proud se zvyšuje vlivem indukčnosti cívky exponenciálně), jednak mechanický (vzduchová mezera se vlivem přitahu kotvy k jádru zmenšuje a tím se indukčnost obvodu zvětšuje) - bude výpočet pohybu kotvy velice složitý, ale při sledování závislosti proudu cívkou na době od připojení napětí bude na křivce proudu "zub", který můžeme využít k měření doby přitahu kotvy. To jsme také provedli a výsledky měření závislosti doby přitahu kotvy elektromagnetických nůžek čističe příze USTER - TESLA jsou na obr. 25. Ukázka oscilogramu získaného záznamem uvedených časových průběhu



obr. 25 Závislost doby přitahu elektromagnetu u nůžek čističe příze USTER - TESLA mts 101



obr. 26 Ukázka oscilogramů průběhu napětí a proudu cívky elektromagnetu při měření doby přitahu elektromagnetu. Měření bylo pořízeno digitálním paměťovým osciloskopem TEKTRONIX 2230 a souřadnicovým zapisovačem BAK 5T.

napětí a proudu na cívce elektromagnetu je na obr. 26.

Závislost na obr. 25 jednoznačně dokazuje, že limitní doba přitahu kotvy v tomto případě je 4 ms a nemůže tedy splnit naše požadavky na ovládací člen. Je to způsobeno zejména tím, že cívka elektromagnetu má určitou indukčnost, kterou nelze snižovat, a ta způsobuje zpomalování náběhu proudu a tím i zvětšení doby přitahu.

6.42 Navrhovaný nový ovládací člen s elektro dynamickým pohonem

Navrhli jsme nový ovládací člen s elektro dynamickým pohonem. Výkres sestavy je na obr. 27. Sestává z prstencového feritového magnetu 1, který napájí magnetický obvod s válcovou vzduchovou mezerou v níž je volně pohyblivě umístěna cívka 2 spojená s jednou čelistí 6 brzdícího členu. Druhá pevná čelist 7, které je vyrobena z tvrzené pryže je upevněna na nosné kostře ovládacího členu.

Magnetická indukce (měřeno Halovou sondou) v mezeře je 0,1 T. střední průměr cívky 20 mm a počet závitů měděného smaltovaného drátu je 700 záv. . S použitím vztahu

$$F = B L I \quad (53)$$

kde F - elektrodynamická síla [N]

B - magnetická indukce [T]

L - délka vodiče v magnetickém poli [m]

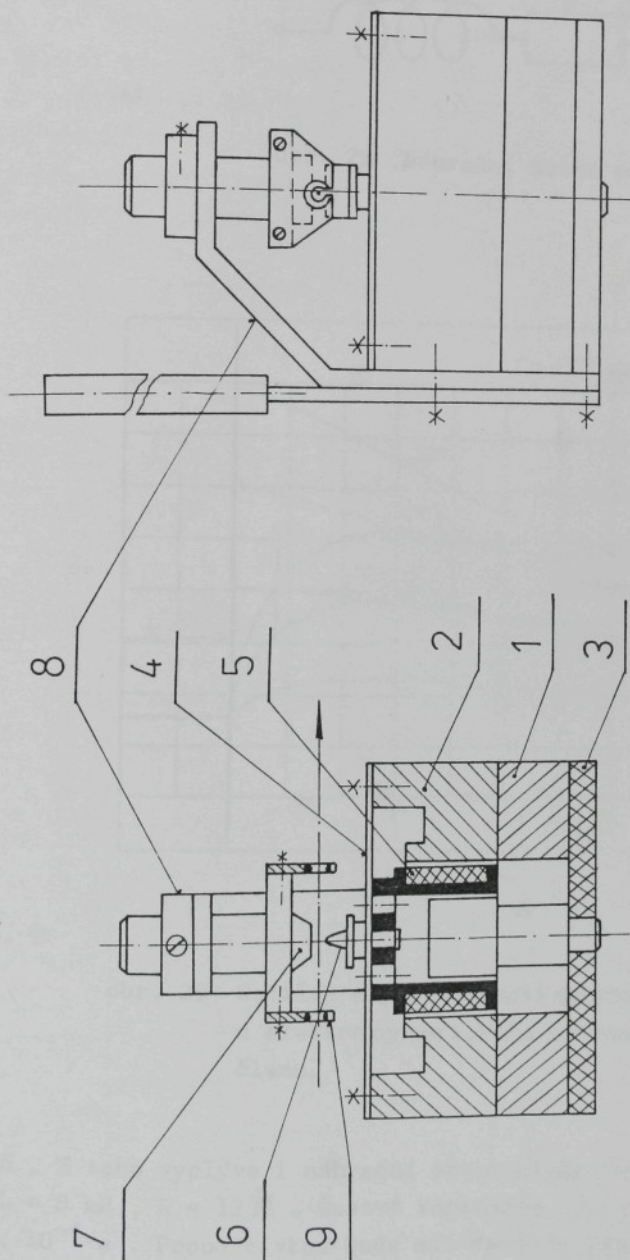
I - proud jdoucí vodičem [A]

dostáváme měrnou sílu :

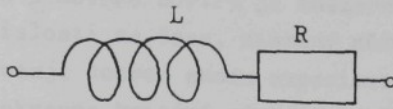
$$F / I = 0,1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 700 = 4,396 \text{ N A}^{-1}.$$

Stejněoměr^sný odpor cívky je ve vyhřátém stavu $R = 12 \Omega$.

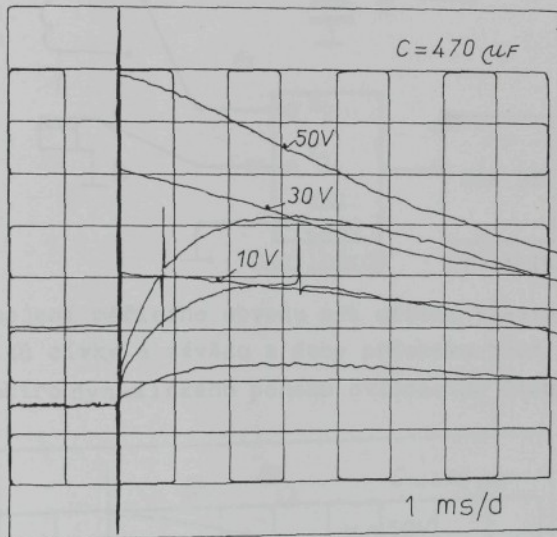
Indukčnost cívky měřením (válcové cívky $\phi 20 \times 20$) je přibližně



obr. 27 Výkres sestavy nového ovládacího členu



obr. 28 Náhradní obvod cívky



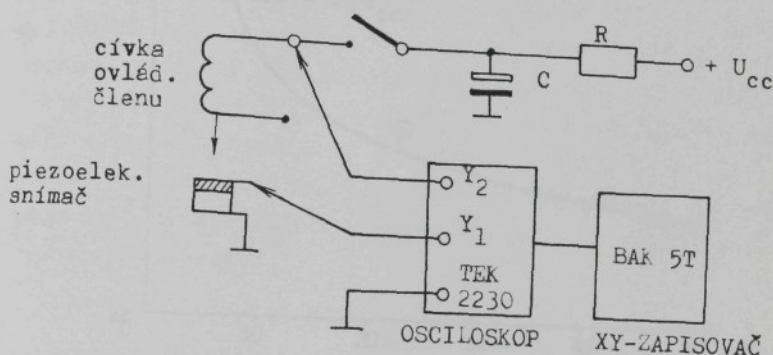
obr. 29 Oscilogramy závislosti proudu na čase u elektrodynamického pohonu ovládacího členu.

8 mH . Z toho vyplývá i náhradní obvod cívky (viz obr. 28), kde $L = 8 \text{ mH}$, $R = 12 \Omega$. Časová konstanta $\tau = L / R = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ s}$. Proud cívkou bude mít časovou závislost

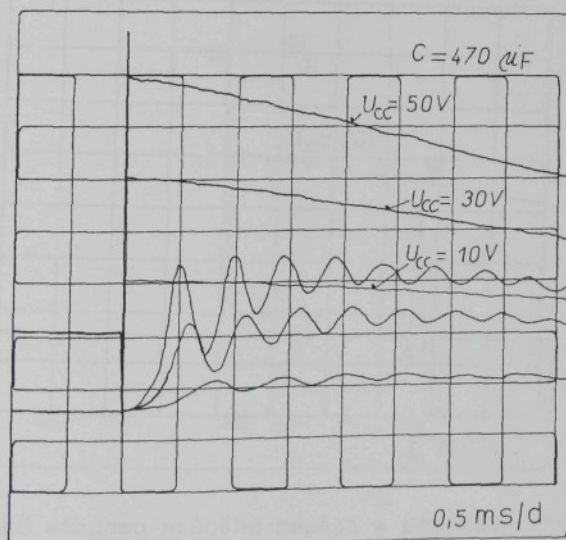
$$I = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-1,515 \cdot 10^3 \cdot t} \right) \quad (54)$$

Podle vztahu (54) dojde k ustálení proudu za dobu 5τ , tj. pro náš případ za cca 3 ms. Na obr.29 je znázorněn oscilogram průběhu proudu v závislosti na čase, získaný měřením podle obr. 24. Výsledky ukazují dobrou shodu experimentu s teorií.

Měření vlastní frekvence kmitání cívky a závěsu, jakož i doba přisku brzdících čelistí při vzdálenosti 2 mm byla měřena pomocí snímače síly vytvořeného destičkou z piezoelektrické keramiky opatřenou stříbrnými elektrodami. Měření bylo prováděno v zapojení podle obr. 30 .



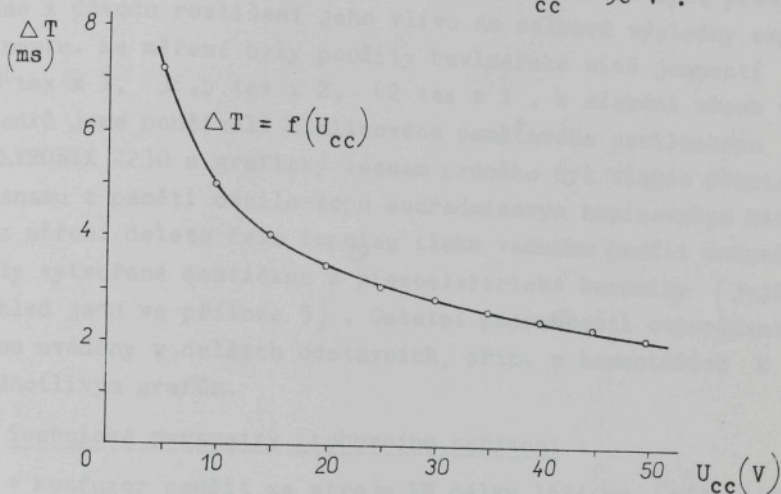
obr. 30 Zapojení měřicího obvodu při měření vlastní frekvence kmitů cívky a závěsu a doby přisku brzdících čelistí elektro dynamického pohonu ovládacího členu.



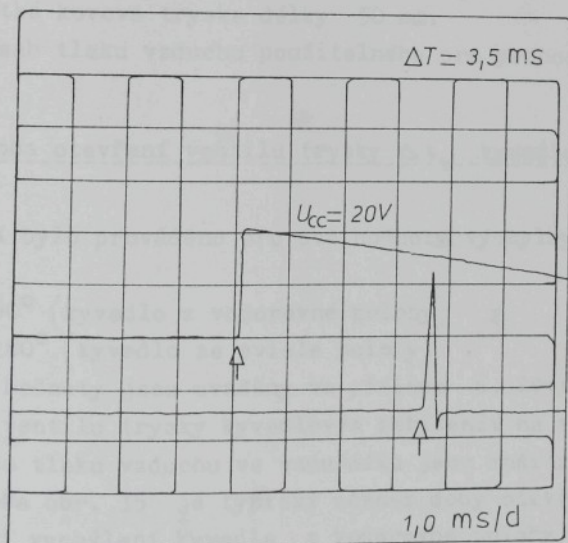
obr. 31 Oscilogramy k zjištění vlastní frekvence kmitání cívky a závěsu. Měřeno při nulovém zdvihu čelistí .

Vlastní frekvence, které je závislé na amplitudě síly je patrná na oscilogramech v obr. 31.

Doba přístoku brzdících čelistí v závislosti na napětí kondenzátoru C je na obr.32 a ukázka záznamu průběhu na obr. 33. Závislost na obr.32 ukazuje, že požadované doby přístoku 2 ms je dosaženo při napětí na kondenzátoru $U_{cc} = 50 \text{ V}$.



obr. 32 Doba přístoku brzdících čelistí v závislosti na napětí.



obr. 33 Ukázka záznamu průběhu napětí a přístoku cívky ovládacího členu.

6.5 Výsledky experimentu

6.51 Ověření funkce samotného prohozního zařízení

Ověření funkce samotného prohozního zařízení bylo prováděno z důvodu rozlišení jeho vlivu na celkové výsledky experimentu. Ke měření byly použity bavlnářské nitě jemností 28 tex x 1, 38,5 tex x 2, 82 tex x 1. K získání všech výsledků jsme používali číslicového paměťového osciloskopu TEKTRONIX 2230 a grafický záznam průběhu byl získán přepisem záznamu z paměti osciloskopu souřadnicovým zapisovačem BAK 5T. Pro měření doletu čela impulsu tlaku vzduchu použit snímače síly vytvořené destičkou z piezoelektrické keramiky (jejich pohled jsou ve příloze 5). Ostatní podrobnosti experimentů jsou uváděny v dalších odstavcích, příp. v komentářích k jednotlivým grafům.

Technické parametry prohozního zařízení :

- + Konfuzor použit ze stroje PN délky 1624 mm (měřeno od ústí trysky po umístění signálního členu) .
- + Krátká kovová tryska délky 50 mm.
- + Rozsah tlaku vzduchu použitelného pro prohoz $0,1 \div 0,5$ MPa .

6.511 Doba otevření ventilu trysky Δt_v kyvadlovým zařízením

Měření bylo prováděno pro dvě hodnoty výchylky kyvadla a to :

$$\alpha = 90^\circ \text{ (kyvadlo z vodorovné polohy) } a$$

$$\alpha = 180^\circ \text{ (kyvadlo ze svislé polohy) } .$$

Naměřené hodnoty jsou uváděny ve příloze 6. Závislost doby otevření ventilu trysky kyvadlovým zařízením na velikosti prohozního tlaku vzduchu ve vzdušníku jsou znázorněny na obr. 34. Na obr. 35 je typický záznam doby otevření ventilu trysky při vychýlení kyvadla z vodorovné polohy $\alpha = 90^\circ$, tlak vzduchu ve vzdušníku $p = 0,4$ MPa .

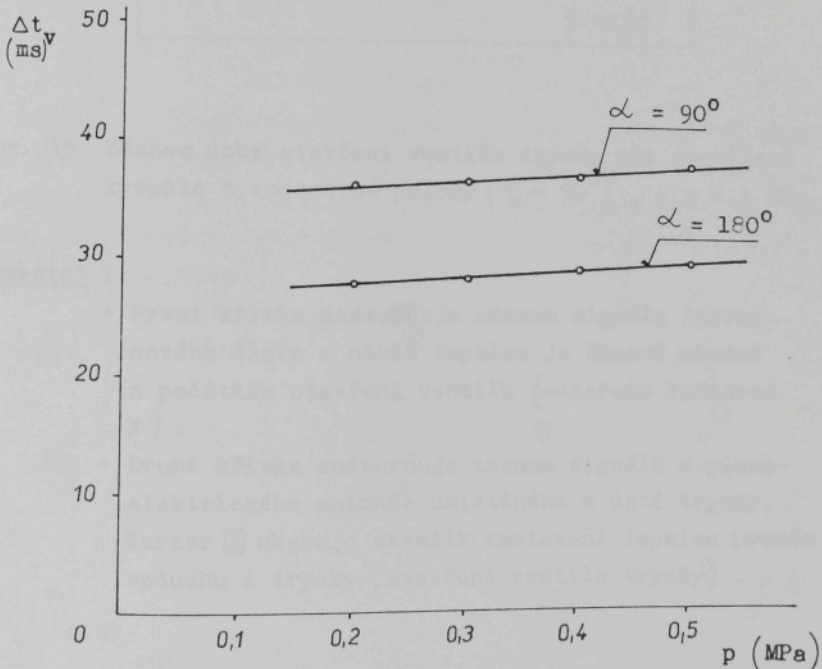
Zpracované výsledky měření jsou následující :

a) Kyvadlo z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$)

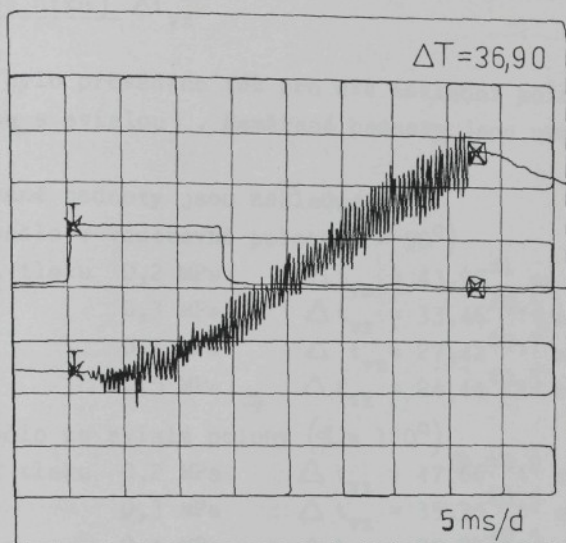
při tlaku	0,2 MPa	$\Delta t_v = 36,23^{\pm 0,6}$	ms
	0,3 MPa	$\Delta t_v = 36,65^{\pm 0,4}$	ms
	0,4 MPa	$\Delta t_v = 37,20^{\pm 0,5}$	ms
	0,5 MPa	$\Delta t_v = 38,28^{\pm 0,6}$	ms

b) Kyvadlo ze svislé polohy ($\alpha = 180^\circ$)

při tlaku	0,2 MPa	$\Delta t_v = 27,90^{\pm 0,4}$	ms
	0,3 MPa	$\Delta t_v = 28,23^{\pm 0,4}$	ms
	0,4 MPa	$\Delta t_v = 28,63^{\pm 0,2}$	ms
	0,5 MPa	$\Delta t_v = 29,49^{\pm 0,3}$	ms



obr. 34 Závislosti doby otevření ventilu trysky kyvadlovým zařízením na velikosti prohozního tlaku vzduchu ve vzdušníku.



obr. 35 Záznam doby otevření ventilu trysky při vychýlení kyvadla z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$), $p = 0,4 \text{ MPa}$.

Komentář :

- + První křivka znázorňuje záznam signálu šterbinového čidla a náběh impulsu je časově shodný s počátkem otevření ventilu (označeno kurzorem X).
- + Druhá křivka znázorňuje záznam signálu z piezoelektrického snímače umístěného u ústí trysky. Kurzor X ukazuje okamžik zastavení impulsu proudu vzduchu z trysky (uzavření ventilu trysky).

6.512 Doba průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem
(bez útku) Δt_{vz}

Měření bylo prováděno též pro dvě základní polohy kyvadla (vodorovnou a svislou). Naměřené hodnoty jsou uváděny v příloze 7.

Zpracované hodnoty jsou následující :

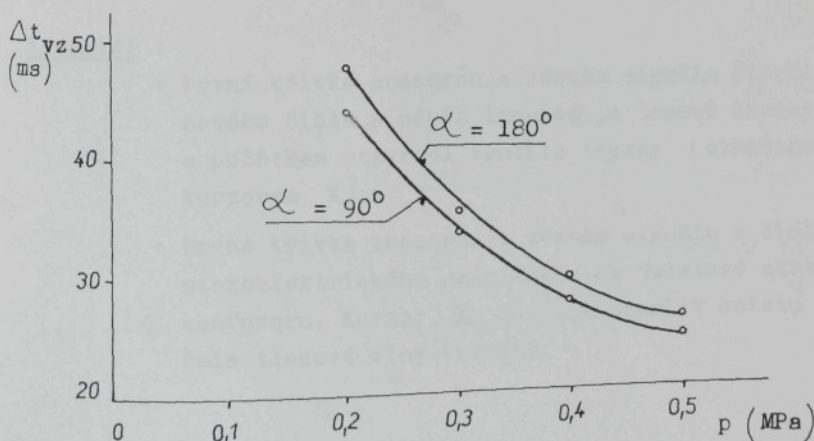
a) Kyvadlo z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$)

při tlaku	0,2 MPa	$\Delta t_{vz} = 43,97^{+1}_{-1}$ ms
	0,3 MPa	$\Delta t_{vz} = 33,46^{+0,5}_{-0,5}$ ms
	0,4 MPa	$\Delta t_{vz} = 27,42^{+0,7}_{-0,7}$ ms
	0,5 MPa	$\Delta t_{vz} = 24,44^{+0,3}_{-0,3}$ ms

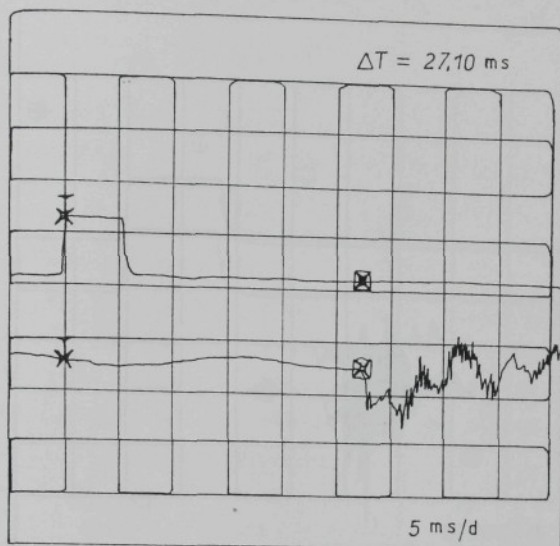
b) Kyvadlo ze svislé polohy ($\alpha = 180^\circ$)

při tlaku	0,2 MPa	$\Delta t_{vz} = 47,66^{+0,9}_{-0,9}$ ms
	0,3 MPa	$\Delta t_{vz} = 35,35^{+0,5}_{-0,5}$ ms
	0,4 MPa	$\Delta t_{vz} = 29,71^{+0,5}_{-0,5}$ ms
	0,5 MPa	$\Delta t_{vz} = 26,11^{+0,3}_{-0,3}$ ms

Závislost doby průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem Δt_{vz} na prohozním tlaku p je na obr. 36. Obr. 37 znázorňuje záznam signálu z piezoelektrického čidla způsobeného doletem čela tlakové vlny vzduchu. Obr. 38 ukazuje signál tlakové vlny bez útku a s útkem.



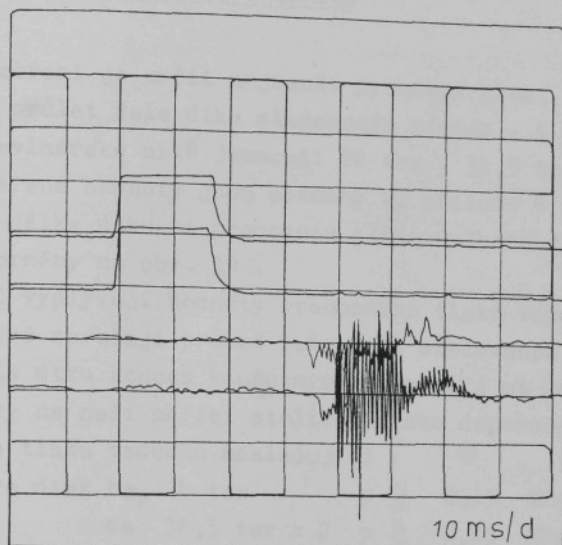
obr. 36 Závislost doby doletu tlakové vlny na doletovou stranu konfuzoru na tlaku vzduchu ve vzdušníku.



obr. 37 Záznam doletu čela tlakové vlny na doletovou stranu konfuzoru. $\alpha = 90^\circ$, $p = 0,40 \text{ MPa}$.

Komentář :

- + První křivka znázorňuje záznam signálu štěrbinového čidla a náběh impulsu je časově shodný s počátkem otevření ventilu trysky (označeno kurzorem X).
- + Druhá křivka znázorňuje záznam signálu z čidla piezoelektrického umístěného na doletové straně konfuzoru. Kurzor X ukazuje okamžik doletu čela tlakové vlny vzduchu.



obr. 38 Záznam doletu čela tlakové vlny vzduchu bez útku
a s útkem.

Komentář :

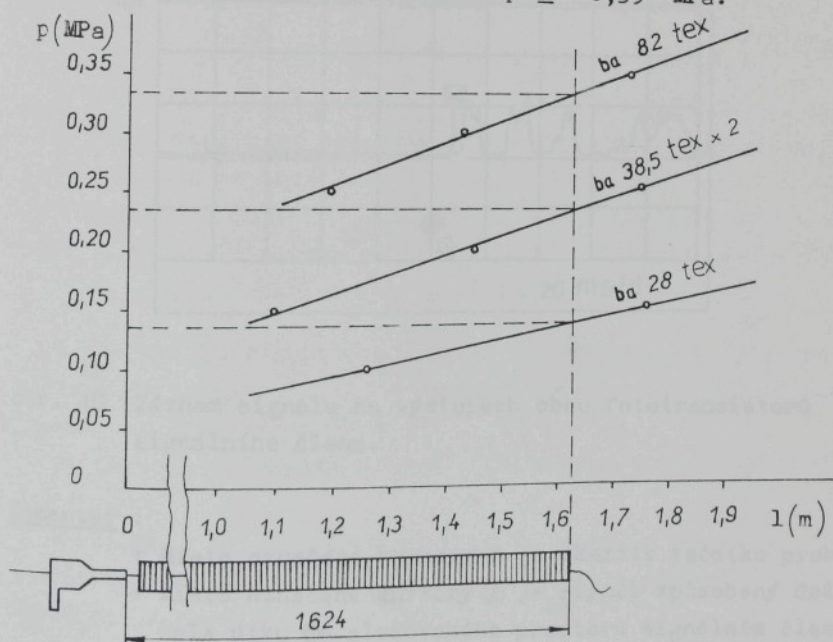
- + První a třetí křivka jsou záznamy prohozu bez útku (Jako v obr. 37)
- + Druhá a čtvrtá křivka jsou záznamy prohozu s útkem.
- + Čtvrtá křivka má zřetelný nárůst signálu od okamžiku doletu čela útku. Dolet útku je za čelem tlakové vlny zpožděn.

6.513 Prohozená délka útku v závislosti na prohozním tlaku vzduchu ve vzdušníku

Cílem měření je určit nejmenší prohozní tlak, který ještě umožňuje průlet čela útku sledovaným místem. K měření byly použity bavlnářské nitě jemností 28 tex, 38,5 tex x 2, 82 tex. Naměřené hodnoty jsou uváděny ve příloze 8. Závislosti prohozené délky útku na prohozním tlaku vzduchu ve vzdušníku jsou znázorněny na obr. 39.

Z grafů vyplývají hodnoty prohozního tlaku vzduchu ve vzdušníku, které zaručují průlet čela útku sledovaným místem. Pro průlet čela útku koncem konfuzoru délky 1624 mm (měřeno od ústí trysky na naší měřicí stolici) jsou doporučované hodnoty prohozního tlaku vzduchu následující :

pro útek ba 28 tex	$p \geq 0,15$ MPa
ba 38,5 tex x 2	$p \geq 0,25$ MPa
ba 82 tex	$p \geq 0,35$ MPa.

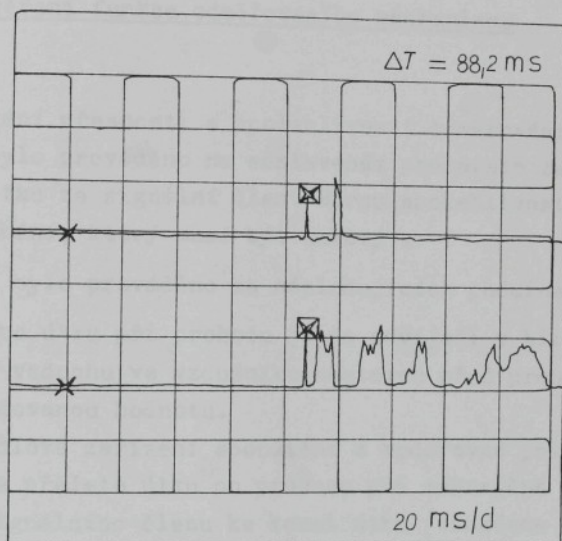


obr. 39 Prohozní délka útku v závislosti na prohozním tlaku vzduchu ve vzdušníku.

6.514 Výstupní signál signálního členu

Obr. 40 ukazuje záznam typického průběhu signálu z výstupu signálního čidla, které je tvořeno dvěma diodami WK16432 sloužícími jako zdroj IČ záření, který prosvětluje prostor doletu útku a dvěma fototranzistory KPX 81, které hlídají světelné poměry v tomto prostoru. Na obrázku je sledován signál z každého z obou tranzistorů samostatně, ale při stejné časové ose.

Spolehlivost záchytu průchodu čela útku doletovým prostorem



obr. 40 Záznam signálu na výstupech obou fototranzistorů signálního členu.

Komentář :

- + Místo označené kurzory X je okamžik začátku prohozu.
- + Místo označené kurzory $\boxtimes$ je signál způsobený doletem čela útku do sledovaného prostoru signálním členem. Další průběh signálu je způsoben vlněním útku při průletu signálním členem.

byla hodnocena při 100 x opakovaném prohozu, sledováním signálu z fototranzistorů, přičemž byla zjištěna 100 % spolehlivost zaznamenání průchodu čela útku signálním (doletovým) prostorem. Nebyl zaznamenáván žádný falešný impuls pocházející od jiných příčin než je dolet útku. Při nedoletu útku (ve 2 případech ze 100) nebyl zaznamenán žádný signál, příčinou nedoletů bylo v obou případech zadrhnutí útku na vstupu do trysky, způsobené kličkou na niti.

6.52 Ověření funkce odměřovacího mechanismu

Ověřování přesnosti a spolehlivosti odměřování útku při prohozu bylo prováděno na sestaveném prohozním zařízení měřením přeletu útku za signální člen. Mírou spolehlivosti přitom je počet selhání, který musí být nulový .

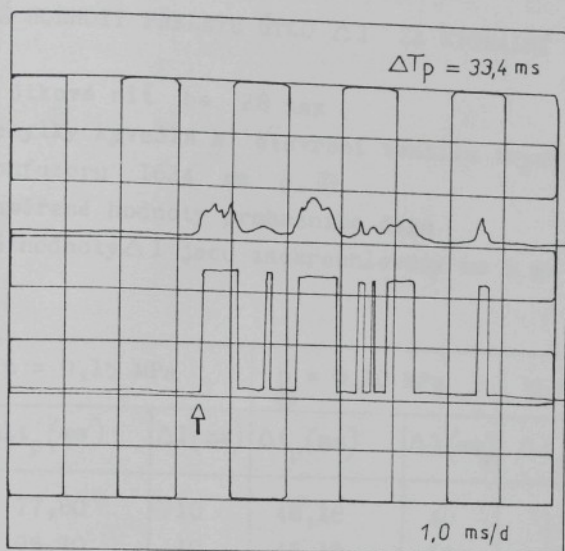
Měření bylo prováděno za následujících podmínek :

- + Zásoba útku při prohozu je na odvíječi v klidu.
- + Tlak vzduchu ve vzdušníku nastaven před prohozem na požadovanou hodnotu.
- + Kyvadlové zařízení spouštěno z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$).
- + Délka přeletu útku po prohozu při zabrzděné niti měřena od signálního členu ke konci útku (označena Δl) .

Výsledky zkoušek nového způsobu odměřování útku jsou sestaveny do tabulek 2, 3, 4 a graficky zpracovány jako histogramey na obr. 42 ÷ 50 .

Na obr. 41 je ukázka záznamu funkčního signálu odměřovacího mechanismu.

Současně s měřením přeletu útku za signální člen bylo prováděno také měření doby průletu čela útku signálním členem (prohozního času) Δt_p (viz tab. 2, 3, 4) .



obr. 41 Záznam funkčního signálu odměřovacího mechanismu .

Komentář :

- + První křivka znázorňuje záznam signálu z signálního členu.
- + Druhá křivka znázorňuje záznam zpracovaného signálu, kterým je realizováno přes ovládací člen zastavení letu útku.
- + Místo označené šipkovým kurzorem je okamžik zastavení letu útku.

Tab. 2

NAMĚŘENÉ HODNOTY PŘELETU ÚTKU Δl ZA SIGNÁLNÍ ČLEN

Použitá útková niť ba 28 tex

úhel výchylky kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

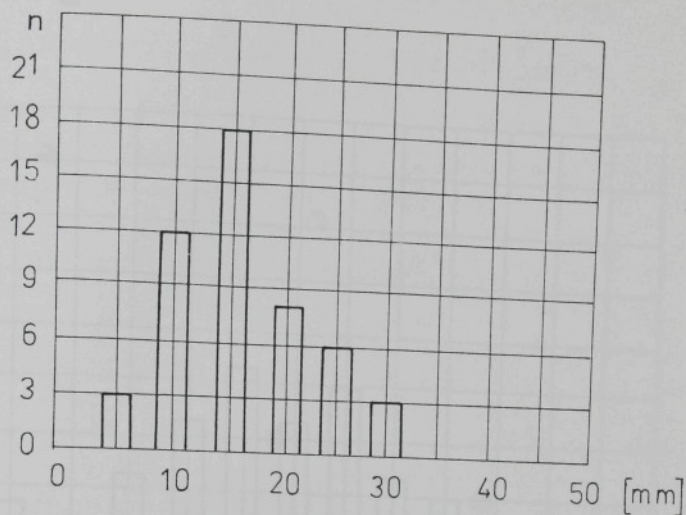
Délka konfuzoru 1624 mm

Δt_p - Naměřené hodnoty prohozního času

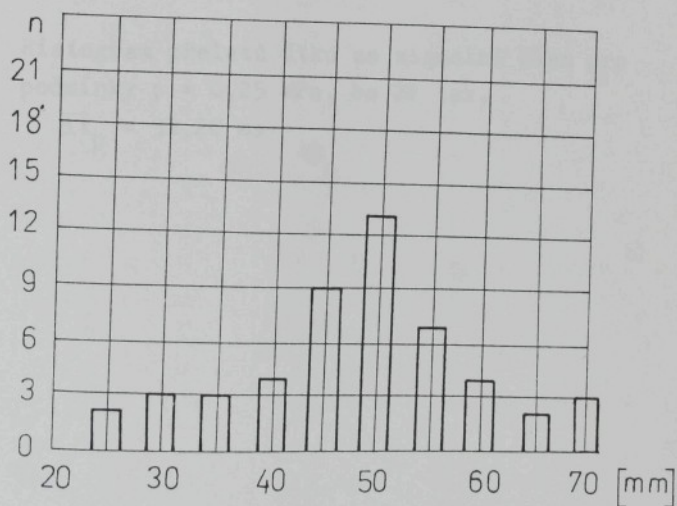
Naměřené hodnoty Δl jsou zaokrouhlovány na 5 mm

n	p = 0,15 MPa		p = 0,20 MPa		p = 0,25 MPa	
	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)
1	77,80	10	48,18	40	33,40	85
2	95,30	10	45,10	60	33,00	80
3	104,20	5	45,10	65	32,76	85
4	86,30	10	48,16	40	33,20	100
5	72,25	15	43,66	50	30,90	80
6	93,80	10	45,76	35	31,30	90
7	78,75	30	45,44	45	32,70	80
8	85,30	10	44,00	50	33,44	70
9	102,20	5	43,92	50	32,69	100
10	69,40	15	45,58	25	30,57	90
11	68,85	15	43,89	50	31,51	80
12	75,90	10	44,60	50	30,49	95
13	80,75	15	42,86	55	34,11	70
14	66,55	15	48,90	45	31,23	95
15	64,15	30	50,14	25	30,03	100
16	75,70	10	43,84	55	31,02	100
17	64,50	15	44,38	45	31,21	95
18	67,75	10	48,64	30	30,46	95
19	65,90	15	46,40	40	31,41	90
20	64,50	15	42,92	50	31,36	90
21	66,55	15	44,26	45	32,60	90
22	70,55	20	40,54	55	29,80	115

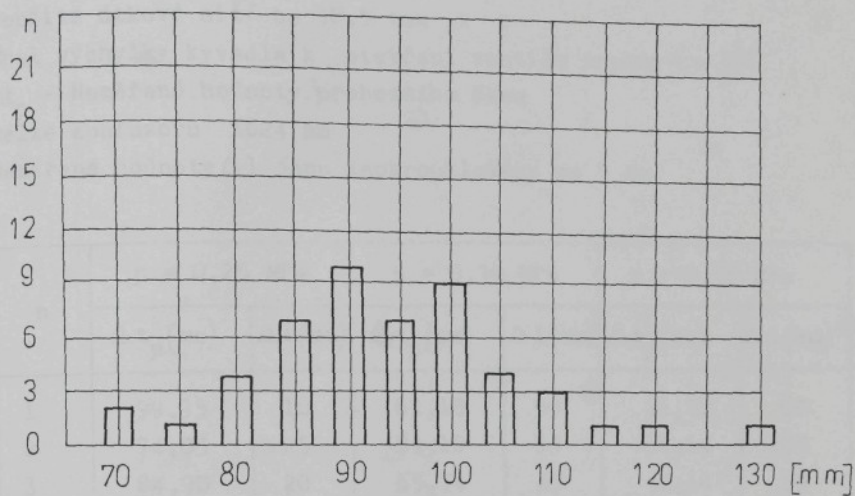
n	p = 0,15 MPa		p = 0,20 MPa		p = 0,25 MPa	
	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$
23	68,88	20	41,60	60	30,40	85
24	83,90	10	39,62	45	30,92	85
25	84,90	10	42,52	55	29,76	110
26	88,60	20	42,70	55	30,55	85
27	85,83	20	45,30	30	29,49	105
28	105,20	5	45,28	50	33,32	90
29	98,65	10	45,26	50	31,34	120
30	65,45	30	42,44	55	30,70	105
31	78,35	10	39,58	55	31,68	100
32	86,20	15	44,48	35	30,77	90
33	79,00	15	38,36	70	35,92	90
34	74,20	25	40,76	50	32,91	110
35	76,75	15	46,32	30	30,53	105
36	86,75	15	43,64	50	30,11	85
37	77,05	15	46,20	45	29,63	110
38	64,87	25	43,96	50	29,81	100
39	76,50	15	41,06	60	33,39	90
40	78,20	15	40,32	60	30,13	100
41	63,15	25	43,40	45	29,72	100
42	64,50	25	42,56	45	30,29	85
43	75,60	20	39,08	65	29,89	95
44	74,20	20	38,44	70	30,75	90
45	79,00	15	39,54	70	30,65	100
46	62,59	25	43,20	45	30,00	75
47	73,29	20	43,82	40	30,72	95
48	82,00	15	40,56	50	30,28	105
49	63,50	25	39,22	35	30,98	130
50	76,50	20	37,48	50	30,30	95



obr. 42 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky
 $P = 0,15 \text{ MPa}$, ba 28 tex . $\bar{\Delta t}_p = 77,41 \text{ ms}$



obr. 43 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky
 $p = 0,20 \text{ MPa}$, ba 28 tex . $\bar{\Delta t}_p = 43,46 \text{ ms}$



obr. 44 Histogram přeletů útku ze signální člen pro podmínky $p = 0,25$ MPa, ba 28 tex.

$$\overline{\Delta t}_p = 31,28 \text{ ms}$$

Tab. 3

NAMĚŘENÉ HODNOTY PŘELETU ÚTKU Δl ZA SIGNÁLNÍ ČLEN

Použité útkové niť ba 38,5 tex x 2

Úhel výchylky kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

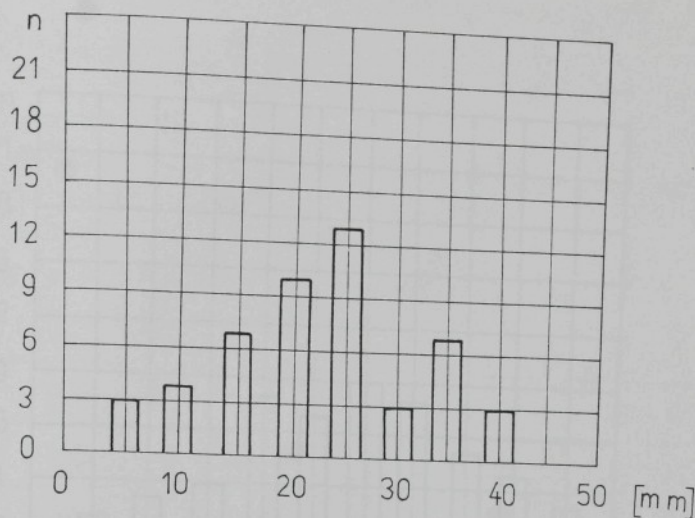
Δt_p - Naměřené hodnoty prohozního času

Délka konfuzoru 1624 mm

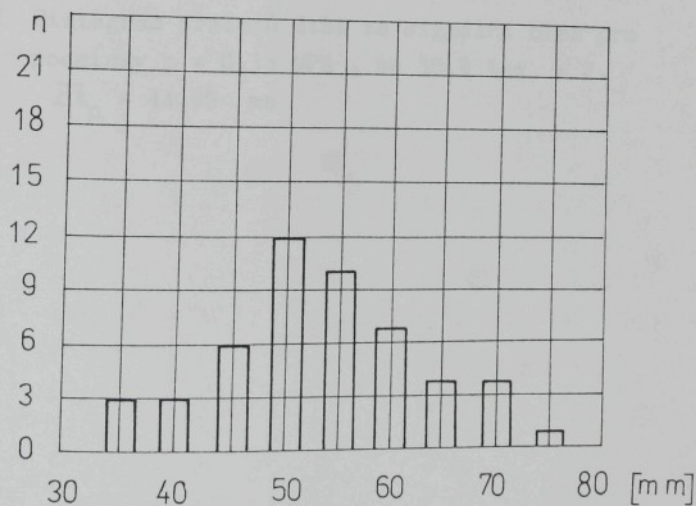
Naměřené hodnoty Δl jsou zaokrouhlovány na 5 mm

n	p = 0,25 MPa		p = 0,30 MPa		p = 0,35 MPa	
	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)
1	99,35	10	61,18	50	38,70	80
2	74,05	25	54,18	55	38,64	105
3	84,90	20	65,74	45	42,14	95
4	85,00	20	55,30	50	44,30	90
5	99,25	15	61,38	50	51,76	65
6	73,65	25	50,25	45	41,94	110
7	105,90	5	56,70	50	39,58	85
8	80,55	35	59,80	75	46,88	75
9	73,35	25	63,76	50	40,84	105
10	65,05	20	61,82	50	43,00	95
11	72,00	20	62,96	55	44,08	90
12	84,90	15	50,12	70	49,62	85
13	86,85	25	65,86	60	45,98	110
14	78,90	25	66,18	35	46,18	90
15	89,75	40	65,12	50	53,84	100
16	92,30	35	64,40	60	53,14	90
17	68,25	35	65,30	40	50,10	100
18	60,60	25	59,76	55	36,68	100
19	78,40	20	57,44	70	39,28	115
20	72,80	35	48,28	70	47,94	80
21	85,30	35	58,80	45	47,72	85
22	100,70	15	62,30	40	41,24	95

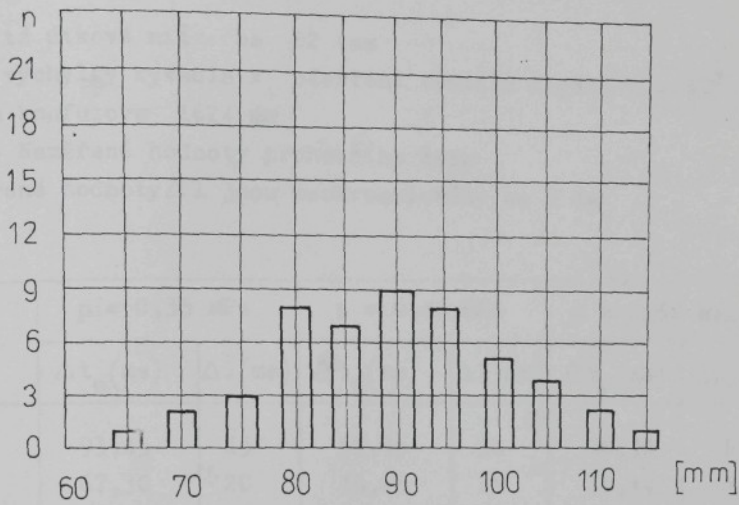
n	p = 0,25 MPa		p = 0,30 MPa		p = 0,35 MPa	
	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$
23	69,75	35	66,36	55	44,18	105
24	88,75	30	63,96	60	41,62	85
25	113,95	5	57,14	35	40,38	80
26	100,80	10	67,04	65	48,04	75
27	65,55	30	58,18	50	43,80	90
28	82,05	30	69,80	60	46,88	105
29	105,35	15	64,92	45	47,76	95
30	118,00	5	67,94	55	47,68	95
31	84,10	15	46,54	65	47,54	80
32	94,15	10	62,00	60	44,92	90
33	89,50	35	60,80	45	44,68	95
34	114,20	10	66,22	60	50,06	90
35	90,30	40	65,10	55	38,74	100
36	72,90	25	48,88	70	37,80	100
37	73,45	25	60,90	55	41,16	80
38	87,45	15	55,98	50	41,50	70
39	77,15	40	65,36	55	42,04	85
40	100,10	20	67,46	35	43,72	95
41	80,80	25	44,58	65	49,54	90
42	90,80	15	54,50	45	47,22	85
43	65,95	25	64,12	50	44,38	80
44	71,90	20	68,39	40	42,46	80
45	65,05	25	61,08	55	46,46	95
46	78,90	20	56,14	60	46,22	80
47	80,10	20	70,32	65	45,92	90
48	71,90	25	66,88	55	55,06	70
49	88,70	20	55,70	50	46,66	85
50	76,50	25	70,86	50	49,26	75



obr. 45 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky $p = 0,25 \text{ MPa}$, $ba \ 38,5 \text{ tex} \times 2$.
 $\overline{\Delta t}_p = 84,20 \text{ ms}$



obr. 46 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky $p = 0,30 \text{ MPa}$, $ba \ 38,5 \text{ tex} \times 2$.
 $\overline{\Delta t}_p = 60,88 \text{ ms}$



obr. 47 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky $p = 0,35 \text{ MPa}$, ba 38,5 tex x 2.

$$\overline{\Delta t_p} = 44,99 \text{ ms}$$

Tab. 4

NAMĚŘENÉ HODNOTY PŘELETU ÚTKU Δl ZA SIGNÁLNÍ ČLEN

Použitá útková niť ba 82 tex

Úhel výchylky kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

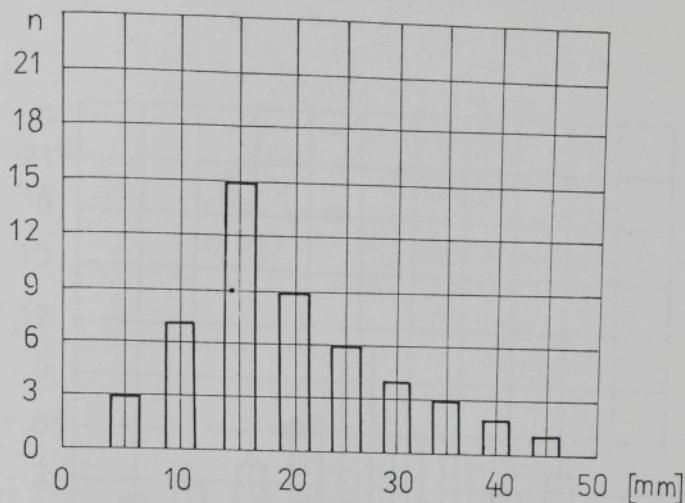
Délka konfuzoru 1624 mm

Δt_p - Naměřené hodnoty prohozního času

Naměřené hodnoty Δl jsou zaokrouhlovány na 5 mm

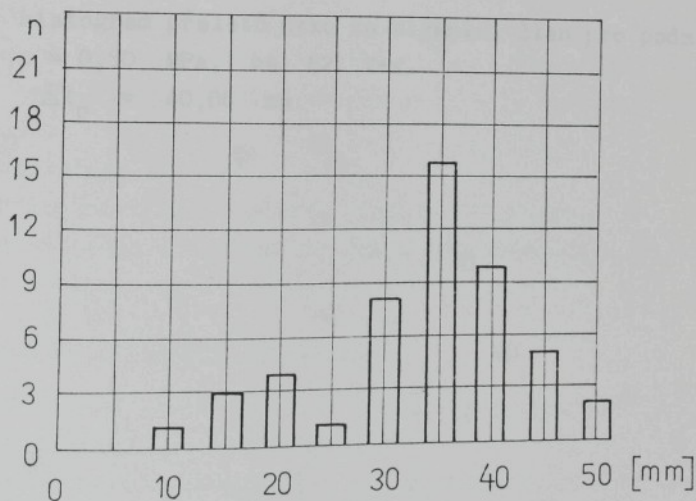
n	p = 0,35 MPa		p = 0,40 MPa		p = 0,50 MPa	
	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)	Δt_p (ms)	Δl (mm)
1	93,45	15	57,95	30	36,36	65
2	67,30	20	45,65	35	38,44	45
3	74,50	30	63,50	35	46,70	55
4	96,90	15	64,20	45	33,46	70
5	102,00	30	65,35	25	38,14	45
6	117,70	15	57,85	35	42,24	45
7	71,90	20	57,75	45	40,14	55
8	88,50	15	75,70	40	45,10	35
9	83,60	15	63,05	20	47,28	55
10	91,70	10	61,75	35	37,26	70
11	81,40	25	71,70	35	42,70	60
12	78,55	15	46,20	40	36,18	65
13	104,60	15	50,30	20	35,32	80
14	106,90	10	65,30	35	43,48	40
15	76,85	20	61,45	35	40,72	45
16	87,45	10	66,40	45	49,14	50
17	73,40	35	68,70	35	36,64	40
18	65,30	20	59,10	40	38,60	80
19	106,80	10	52,90	40	47,04	55
20	62,90	5	49,90	15	36,84	80

n	p = 0,35 MPa		p = 0,40 MPa		p = 0,50 MPa	
	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$	$\Delta t_p(\text{ms})$	$\Delta l(\text{mm})$
21	93,85	15	56,50	35	41,40	60
22	110,0	5	80,00	30	47,90	55
23	92,20	35	47,05	40	43,30	55
24	66,60	25	62,85	35	44,14	55
25	60,40	25	53,00	20	34,02	85
26	87,45	10	57,40	40	41,48	50
27	90,50	20	65,90	15	40,52	55
28	75,35	15	57,15	40	38,00	65
29	84,80	15	74,90	35	37,98	85
30	77,95	30	82,35	15	35,68	60
31	65,55	35	60,20	40	40,78	75
32	115,75	15	50,10	40	41,70	60
33	68,70	5	63,20	35	39,94	50
34	101,90	20	63,45	30	44,54	60
35	89,25	15	60,10	30	36,48	50
36	74,75	25	52,60	20	36,52	75
37	78,25	10	67,30	40	38,10	65
38	79,90	40	58,55	35	40,92	40
39	73,60	20	48,30	30	45,10	35
40	79,10	20	52,05	45	45,10	55
41	64,40	30	55,85	30	41,22	50
42	69,55	25	59,05	35	38,36	75
43	81,35	40	47,00	45	46,04	55
44	88,90	10	47,70	30	36,94	50
45	104,70	15	64,85	35	41,52	60
46	103,10	15	78,20	10	46,76	50
47	70,35	20	75,30	50	36,02	75
48	95,05	15	79,70	50	38,48	70
49	101,75	45	54,10	35	39,40	65
50	80,35	25	79,25	30	40,02	55



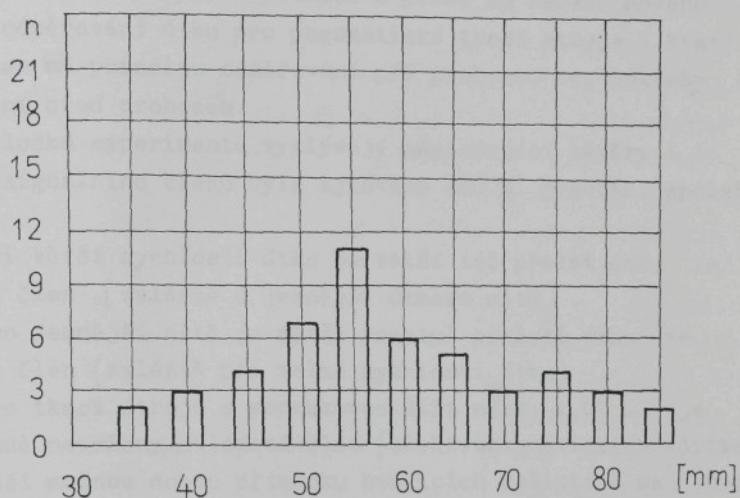
obr. 48 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky $p = 0,35 \text{ MPa}$, ba 82 tex .

$$\overline{\Delta t_p} = 85,08 \text{ ms}$$



obr. 49 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky $p = 0,40 \text{ MPa}$, ba 82 tex .

$$\overline{\Delta t_p} = 61,17 \text{ ms}$$



obr. 50 Histogram přeletů útku za signální člen pro podmínky
 $p = 0,50 \text{ MPa}$, ba 82 tex.

$$\overline{\Delta t}_p = 40,06 \text{ ms}$$

6.6 Analýza získaných poznatků a konkrétní závěr pro realizaci

V této stati byl podán přehled o práci na řešení nového způsobu odměřování útku pro pneumatické tkací stroje, který je založen na principu odměřování při prohozu, bez potřeby odměřování před prohozem.

Z výsledků experimentu vyplývají následující závěry :

1. U signálního členu byla zjištěna 100 % pracovní spolehlivost.
2. Při větší rychlosti útku je větší též přelet útku za signální člen (zvláště u jemnější útkové nitě).
3. Pro jemnější nitě je větší rozptyl přeletů útku za signální člen (zvláště při velké rychlosti útku).
4. Pro tkací stroje s paprskovou šíří např. 1,65 m je prozatím navržený ovládací člen (elektromagnetické brzdička s nejmenší možnou dobou přístoku brzdících čelistí 2 ms) vhodný pro pracovní rychlost do 600 ot/min.

K sledování vlastností zařízení k realizaci toho způsobu odměřování, bylo třeba připravit zkušební "lavici", prověřit její vlastnosti a potom ji využít k vlastnímu měření.

Pro realizaci samotného zařízení, které je převážně elektrického nebo elektronického charakteru, byly vyvinuty a odzkoušeny :

- elektronické obvody
- signální člen pro sledování doletu čela útku
- ovládací člen s rychlou reakcí k zabrzdění útku na vstupní straně prošlupu.

6.7 Návrh na další postup vývoje

Stručně je zde nastíněn další postup vývoje, který je vzhledem k získaným poznatkům reálný :

1. Zdokonalovat ovládací člen pro rychlost menší než 2 ms.
2. Optimalizovat elektronické obvody pro rychlosti do 1000 ot/min.
3. Vyvinout doletový snímač pro bezkonfuzorový prohoz.
4. Postavit zkušební lavici bez konfuzoru s profilovým paprskem a přifukovacími tryskami.

7. SHRNUÍ NOVÝCH POZNATKŮ

Disertační práce byla členěna do dvou hlavních částí. První část byla zaměřena na řešení pohybu útku při prohozu na vzduchových konfuzorových tkacích strojích. Zavedení zjednodušujících matematických modelů aproximujících proces prohozu útku bylo provedeno po prostudování teoretických a experimentálních prací různých autorů, po analýze různých charakteristik jednotlivých prvků prohozního ústrojí, rovněž jejich rozhodujících technologických vazeb.

Uvedené matematické modely umožňuje vyhodnotit mj. dva důležité faktory jak z hlediska technologického tak konstrukčního, tj. číselní pokles rychlosti proudu vzduchu ve vzduchovém kanálu (konfuzoru) a koeficient odporu proti pohybu útku prohozním médiem.

Výsledky teoretické analýzy získané při řešení případu prohozu s ba-útkem 28 tex dávají dobré informace o charakteristikách prohozního ústrojí a pro dané předpoklady jsou srovnatelné s experimentálními zjištěnými hodnotami.

Výsledky lze využít jako jedny z výchozích poznatků při řešení vědeckovýzkumných úkolů např. v oblasti automatického řízení prohozního procesu, zvyšování produkce a produktivity práce.

Druhá část práce byla zaměřena na návrh modelového zařízení pro ověřování nového způsobu odměřování útku na pneumatických tkacích strojích.

Návrh na nové prvky nového odměřovacího mechanismu vycházel z principu, popsaném v patentové přihlášce. Jsou vlastně tři nejdůležitější prvky : signální člen, ovládací člen a elektronický obvod ke zpracování signálů ze snímačů.

Signální člen je v podstatě doletový snímač pracující na základě fotoelektrického principu. Spolehlivost zachytů doletu čela útku byla zjištěna dostatečná při použití dvou světelných zdrojů.

Ovládací člen je v podstatě čelistové brzda s elektrodynamickým pohonem. Návrh na ovládací člen vycházel ze zkušenosti z rychlostní funkce nůžek čističe příze USTER-TESLA. Nejdůležitější požadavek na vlastnosti ovládacího členu je, aby čas reakce

brzdy byl co nejkratší, ne delší než 2 ms. U nového navrženého ovládacího členu je již tento požadavek splněn.

Elektronické obvody ke zpracování signálů byly sestaveny z zesilovačů signálu, monostabilních obvodů a koincidentního obvodu.

Navržené prvky byly experimentálně ověřeny na experimentálním zařízení simulujícím vzduchový konfuzorový prohoz.

Nejprve byly sledovány vlastnosti samotného prohozního zařízení. Byly na experimentálním zařízení sledovány závislosti :

- + Závislost doby otevřené ventilu trysky na prohozním tlaku při dvou základních polohách kyvadla (z vodorovné a svislé polohy)

- + Závislost doby průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem na prohozním tlaku při též dvou základních polohách kyvadla.

- + Závislost prohozených délek útku na prohozním tlaku při vychylení kyvadla z vodorovné polohy.

Na experimentálním zařízení byla sledována též spolehlivost zachytů doletu čela útku signálním členem.

Vlastní ověřování přesnosti a spolehlivosti odměřování útku při prohozu bylo prováděno na sestaveném experimentálním zařízení měřením přeletů útku ze signální člen.

Experimenty byly prováděny pro bavlněné nitě 28 tex, 38,5 tex x 2, 82 tex. Při každém prohozu byl sledován vliv tlaku ve vzdušniku na přelet útku za signální člen, dále vliv rychlosti útku, byla sledována současně spolehlivost zachytů čela útku signálním členem stejně jako spolehlivost zabrzdění pohybu útku ovládacím členem.

Získané poznatky při ověřování nového odměřovacího mechanismu budou použity při dalším zdokonalování funkčního modelu popř. při realizaci na tkacím stroji.

8. ZÁVĚR

Hlavní náplní předložené práce je problém ověření nového způsobu odměřování útku během jeho průletu prošlupem na pneumatickém tkacím stroji. Přínosem práce k řešení problematiky je nakonec realizováno modelové zařízení pro ověřování funkční schopnosti tohoto nového způsobu odměřování útku a jeho funkce vyzkoušena. Výsledky (viz obr. 42 ÷ 50) ukazují, že tato cesta je schůdná a bude možno pokračovat ve zdokonalování funkčního modelu s eventuální realizací na tkacím stroji.

Řešení v rámci disertační práce bylo prováděno na experimentálním zařízení simulujícím vzduchový konfuzorový prohoz. Úpravou signálního členu by bylo možné realizovat i pro bezkonfuzorový prohoz např. pro prohoz s profilovým paprskem a přifukovacími tryskami.

Analytické řešení pohybu útku v konfuzoru je jako dalším příspěvkem práce. Lze říci, že tento problém není ještě zcela vyřešený. V předložené disertaci je odvozen jeden z možných přibližných vyjádření zahrnujících i vliv odporových sil, které umožňuje poměrně jednoduchou aproximaci pohybu útku, z něhož vyplývají různé parametry potřebné pro posouzení konkrétního prohozního ústrojí.

Získané výsledky by mohly být využity při řešení problematiky optimalizace stroje PN za účelem zvýšení jeho otáček a výkonu.

POUŽITÁ LITERATURA

1. ABRAMOVICH, H. N. : Teoriya turbulentnykh struj . Moskva 1960
2. ANTAL, Š., HORÁK, M. : Termomechanika, zbierka príkladov. ALFA Bratislava 1982
3. ANDERSON, S. L., STUBBLE, R.: Journal of the textile institute 49,T.53 /1958/
4. BROUČEK, V., PRÁŠIL, V., SVATÝ, V.: Odměřovač ZN JUTA
5. DUXBURY, V., LORD, P. R., VASWANI, T. B.: A study of some factors involved in pneumatic weft propulsion. Journal of the textile institute, proceedings N 10, 1959, str.558-573.
6. EGRT, F.: Fotoelektrické měření rychlosti pohybu útku v konfuzoru pneumatického tkacího stroje. Sborník prací VŠST v Liberci 1979
7. FENIK, M.: Špičkové textilní stroje, ITMA 1983, str.121-126
8. HRUŠ, M.: Metoda pro vyhodnocování konfuzoru, ELITEX, KVÚ Liberec - podnik. tém. úkol č. 11/17 - 83
9. CHIEN, L. H.: Odměřování a míchání útku na pneumatických tkacích strojích. Písemná práce k odborné zkoušce, VŠST v Liberci 1986
10. ITMA 1987 : Špičkové textilní stroje. ČSVTS ELITEX Liberec
11. JANSÁ, M.: Teoretické úvahy o prohozu tryskových stavů. Sborník přednášek ČSVTS Liberec 1967, str. 8-15
12. KLOČKOVA, G. M.: O pnevmatičeskoj prokladke utočnoj niti na tkackom stanke. IVUZ No 6 / 73 /. Technologija tekstilnoj promyšlennosti 1969, str. 98 - 102
13. KOLOC, Z.: Řešení pneumatického prohozu útku dodávaného odvíječem. Výzkumné zpráva SVÚT Liberec 1983
14. KRAUSE, H. W.: Přítomnost a budoucnost pneumatických tkacích strojů. Informativní přehled VÚB č.3 1981
15. LJUBOVICKIJ, V. P., AKAJEV, A. A.: Dinamika niti konečnych razmerov v gazovom potoke pnevmatičeskogo tkackogo stanke P - 105. Technologija tekstilnoj promyslennosti, No 5 , 1970, str. 50 - 56
16. MACK, C., SMART, J. L.: Journal of the textile institute 45, T.349 / 1954 /

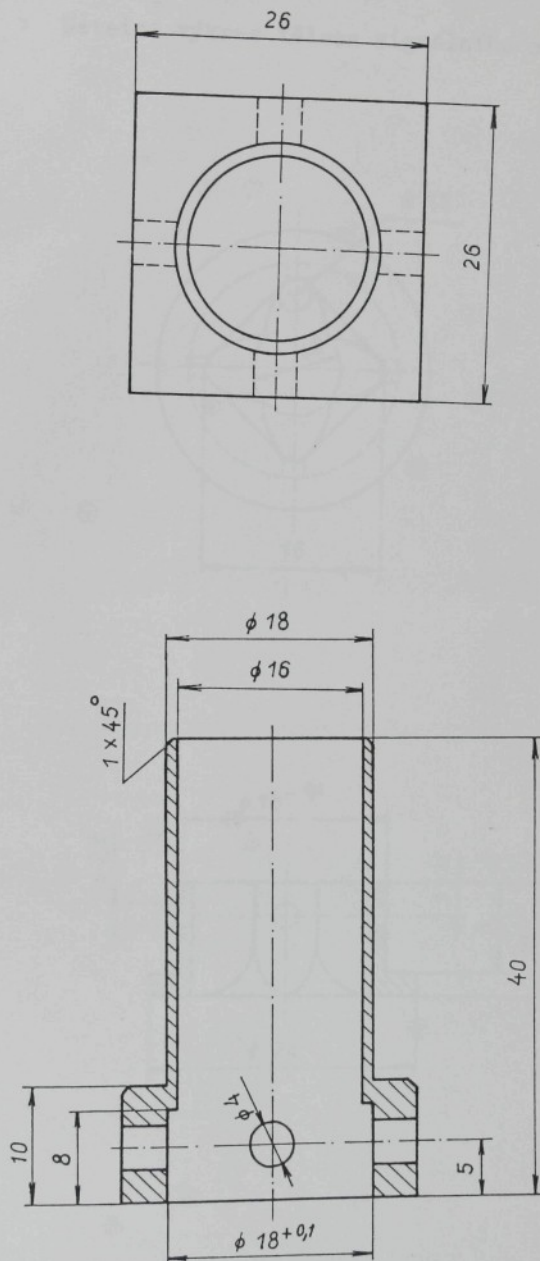
17. MINORY UNO : A study of air-jet looms . Journal of the textile machinery society of Japan No 2, 1972
18. NAM, T. M.: Studie procesu prohozu útku na pneumatickém tkacím stroji metodou simulatoru prohozu. Kandidátská disertační práce , VŠST v Liberci, 1984
19. NOSEK, S.: Tryskové prohozy . 14. mezinárodní tkáčská konference 2.-4. Juna 1982 , ČSVTS
20. NOSEK, S.: Fyzikální zákonitosti energetické náročnosti tkací techniky . Textil č.10, 1984
21. PILIPENKO, V. A.: Pnevmatičeskije mechanizmy prokladyvanija niti. Legkaja industrije, 1977
22. PILIPENKO, V. A.: K issledovaniju skorosti dviženija utočnoj niti na pnevmatičeskom tkackom stanke. IVUZ 1/38/, Technologija tekstilnoj promyslennosti 1964, str.121-126
23. PILIPENKO, V. A.: Issledovanije vozdušnogo potoka v kanale pnevmatičeskogo tkackogo stanke. Technologija tekstilnoj promyslennosti No 2 /45/, 1965, str. 138 - 142
24. PILISI, J.: L Industrie textile 1984 únor č. 1141, str. 129 - 138
25. POPOV, S.G.: O prodolnoj tijage niti vozdušnoj strujej. Tekstilnaja promyslennost No 5, 1961, str. 57 - 59
26. POPOV, S. G., BALČENKO, V. I., NIKITINA, H. V.: O prodolnoj tijage niti vozdušnoj strujej. Tekstilnaja promyslennost No 10, 1961, str. 47 - 49
27. POPOV, S. G., JAKOLEV, L. S.: O prodolnoj tijage niti vozdušnoj strujej. Tekstilnaja promyslennost No 9, 1963, str. 82 - 87
28. POPOV, S. G., JAKOLEV, L. S.: Někotoryje slučaje dviženija niti vdol osy v podolnom potoke. Tekstilnaja promyslennost No 6, 1966
29. PRÁŠIL, V.: Rozbor a optimalizace procesu odvíjení útkové nitě na tkacích strojích. Doktorská disertační práce, VŠST v Liberci 1982
30. PRÁŠIL, V., MRÁZEK, J., VITAMVÁS, Z., HRUŠ, M.: Výzkumná zpráva VHČ č. 68008/390. Řešení tuhosti rámu a nového způsobu odměřování a zanášení útku na stroji PN. Liberec 11/ 1988

31. SELWOOD : Journal of the textile institute 53, T. 576 / 1962/
32. SCHLICHTER, S., WAHHOUD, A.: Stav a směry technického rozvoje u tkacích strojů. Informativní přehled VÚB č.6, 1986, str. 22 - 36
33. ŠKOP, P.: Kontrolní, informační a řídicí systémy prohozních ústrojí vzduchových tryskových tkacích strojů. Kandidátská disertační práce, VŠST v Liberci, 1985
34. VAŠÍČEK, V.: Československé vzduchové tkací stroje a jejich perspektiva . Textil 38 / 1983 /, č.4, str. 128-132 a výzkumné zprávy VVÚ ZVS Brno.
35. VITAMVÁS, Z., SVATÝ, V., PRÁŠIL, V.: AO 251623. Textil 43 / 1988 /, č.12, str. 469
36. WAHHOUD, A.: Vzduchové tryskové tkací stroje - zpětný pohled, současný stav rozvoje a budoucí vyhlídky. Informativní přehled VÚB .č.2, 1982

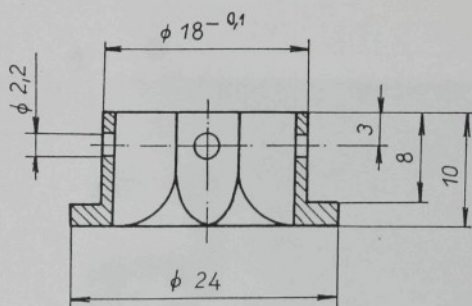
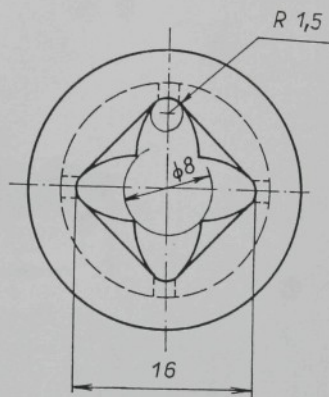
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 : Detailní výkres tělesa signálního snímače.
- Příloha 2 : Detailní výkres tělesa signálního snímače.
- Příloha 3 : Pohled čističe příze USTER - TESLA
- Příloha 4 : Pohled navrženého ovládacího členu.
- Příloha 5 : Pohled piezoelektrických snímačů.
- Příloha 6 : Naměřené hodnoty doby otevření ventilu trysky kyvadlovým zařízením.
- Příloha 7 : Naměřené hodnoty doby průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem / bez útku /.
- Příloha 8 : Naměřené hodnoty prohozených délek útku v závislosti na prohozním tlaku vzduchu ve vzdušníku.
- Příloha 9 : Úkazky záznamů signálu z piezoelektrického a šterbinového snímače z paměti osciloskopu TEKTRONIX 2230.

Příloha 1 : Detailní výkres tělesa signálního snímače



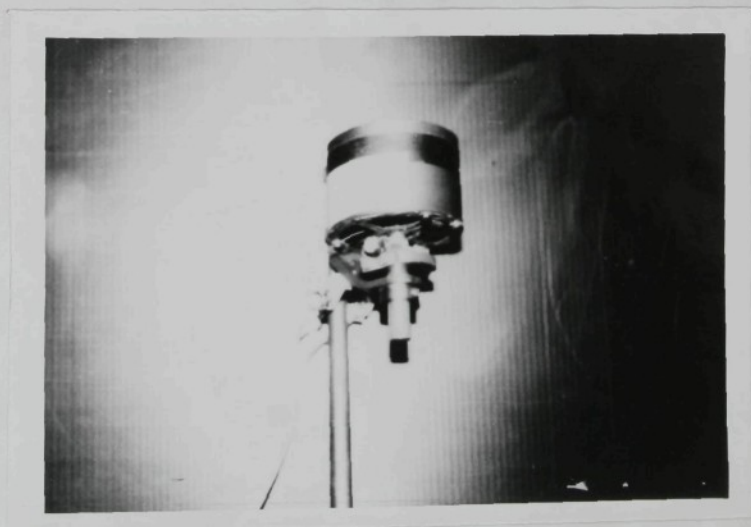
Příloha 2 : Detailní výkres tělesa signálního snímače



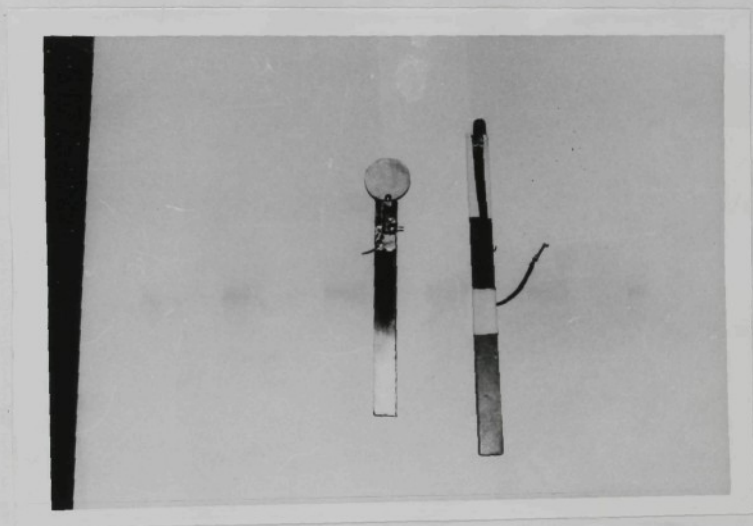
Příloha 3 : Pohled čističe příze USTER - TESLA



Příloha 4 : Pohled navrženého ovládacího členu



Příloha 5 : Pohled piezoelektrických snímačů



Příloha 6 :

NAMĚŘENÉ HODNOTY DOBY OTEVŘENÍ VENTILU TRYSKY
KYVADLOVÝM ZAŘÍZENÍ (Δt_v (ms))

1. Kyvadlo z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$)

$p = 0,5 \text{ MPa}$	38,65 38,50 38,35 38,55 38,40 37,70 38,20 38,30 38,15 38,39 38,55 38,35 38,30 38,30 38,45 37,82 37,92 38,35 38,33 38,31 37,95 38,25 38,15 38,37 38,31	$\bar{x} = 38,28$ $s = 0,2228$
$p = 0,4 \text{ MPa}$	37,19 37,25 37,65 37,20 37,23 37,20 36,90 37,18 37,20 36,80 37,70 37,22 37,22 37,25 36,92 36,70 37,25 37,50 37,22 37,25 37,19 36,85 37,15 37,60 37,27	$\bar{x} = 37,20$ $s = 0,2386$
$p = 0,3 \text{ MPa}$	37,00 36,99 36,50 36,55 36,70 36,40 36,55 36,80 36,60 36,69 36,95 36,60 36,58 36,62 36,72 36,65 36,58 36,68 36,66 36,54 36,50 36,45 36,65 36,56 36,62	$\bar{x} = 36,65$ $s = 0,1502$
$p = 0,2 \text{ MPa}$	36,80 36,28 36,20 36,25 36,25 35,95 36,27 36,17 36,50 36,28 36,35 36,27 36,30 35,95 36,28 36,25 36,10 35,97 36,18 36,15 36,35 36,19 36,00 36,22 36,20	$\bar{x} = 36,23$ $s = 0,1736$

Příloha 6 / pokračování /

2. Kyvadlo z svislé polohy ($\alpha = 180^\circ$)

p = 0,5 MPa	29,30 29,67 29,60 29,46 29,48 29,80 29,55 29,56 29,71 29,45 29,25 29,45 29,70 29,35 29,27 29,40 29,47 29,41 29,52 29,47 29,40 29,57 29,55 29,49 29,40	$\bar{x} = 29,49$ $s = 0,1341$
p = 0,4 MPa	28,70 28,65 28,65 28,62 28,65 28,80 28,57 28,68 28,60 28,65 28,55 28,53 28,59 28,59 28,71 28,58 28,61 28,85 28,57 28,58 28,60 28,60 28,57 28,68 28,58	$\bar{x} = 28,63$ $s = 0,0738$
p = 0,3 MPa	28,40 28,45 28,20 28,27 28,95 28,50 28,30 28,18 28,30 28,10 27,85 28,35 28,22 28,31 28,18 27,97 28,40 28,25 28,27 28,28 28,00 28,15 28,31 28,29 28,17	$\bar{x} = 28,23$ $s = 0,1551$
p = 0,2 MPa	28,25 27,89 27,95 27,85 27,85 27,65 27,79 27,89 27,88 27,69 27,75 27,87 27,91 27,91 27,90 27,90 27,73 28,12 27,95 27,93 27,95 27,92 28,15 27,88 27,97	$\bar{x} = 27,90$ $s = 0,1303$

Příloha 7 :

NAMĚŘENÉ HODNOTY DOBY PRŮLETU ČELA TLAKOVÉ VLNY
VZDUCHU KONFUZOREM / BEZ ÚTKU / Δt_{vz} (ms)

1. Kyvadlo z vodorovné polohy ($\alpha = 90^\circ$)

p = 0,5 MPa	24,70	24,62	24,35	24,47	24,50	$\bar{x} = 24,44$ $s = 0,1115$
	24,65	24,65	24,37	24,40	24,35	
	24,30	24,31	24,60	24,40	24,40	
	24,45	24,40	24,40	24,35	24,42	
	24,35	24,42	24,45	24,37	24,37	
p = 0,4 MPa	26,70	27,20	27,25	27,45	27,58	$\bar{x} = 27,42$ $s = 0,2314$
	27,95	27,57	27,20	27,47	27,60	
	27,55	27,60	27,38	27,30	27,45	
	27,57	27,57	27,35	27,35	27,46	
	27,00	27,45	27,50	27,45	27,57	
p = 0,3 MPa	33,55	33,58	33,45	33,47	33,55	$\bar{x} = 33,46$ $s = 0,2150$
	33,10	33,55	33,45	33,55	33,46	
	33,90	33,10	33,50	33,60	33,45	
	33,15	33,00	33,47	33,80	33,70	
	33,20	33,25	33,44	33,66	33,50	
p = 0,2 MPa	44,95	44,25	43,96	44,25	43,80	$\bar{x} = 43,97$ $s = 0,3861$
	43,90	43,97	43,89	44,30	43,90	
	43,25	43,80	43,85	43,89	43,50	
	43,35	44,00	43,90	43,86	43,55	
	44,20	44,50	43,88	43,85	43,70	

Příloha 7 / pokračování /

2. Kyvadlo ze svislé polohy ($\alpha = 180^\circ$)

p = 0,5 MPa	25,90	26,10	26,25	26,22	26,15	$\bar{x} = 26,11$ $s = 0,1374$
	26,35	26,15	26,15	26,30	26,25	
	25,95	25,98	26,17	26,35	26,17	
	25,97	25,97	26,30	26,15	25,99	
	25,99	25,95	25,97	25,97	26,11	
p = 0,4 MPa	29,35	29,77	29,69	29,77	29,60	$\bar{x} = 29,71$ $s = 0,1379$
	29,65	29,67	29,71	29,74	29,70	
	30,15	29,70	29,78	29,40	29,73	
	29,70	29,79	29,80	29,73	29,75	
	29,75	29,65	29,75	29,75	29,70	
p = 0,3 MPa	35,65	35,00	35,35	35,33	35,25	$\bar{x} = 35,35$ $s = 0,1574$
	35,60	35,40	35,37	35,38	35,32	
	34,90	35,42	35,50	35,37	35,45	
	35,30	35,37	35,55	35,15	35,31	
	35,35	35,30	35,38	35,38	35,37	
p = 0,2 MPa	47,00	47,75	47,65	47,67	48,00	$\bar{x} = 47,66$ $s = 0,3511$
	47,15	47,80	47,55	47,78	47,90	
	48,60	47,65	46,90	47,65	47,69	
	47,80	47,70	47,58	47,72	47,76	
	48,10	47,77	47,58	47,00	47,75	

Příloha 8

NAMĚŘENÉ HODNOTY PROHOZENÝCH DÉLEK ÚTKU V ZÁVISLOSTI NA
PROHOZNÍM TLAKU VE VZDUŠNÍKU l (mm)

1. Útkový materiál : ba 28 tex

Výchylka kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

$p = 0,10 \text{ MPa}$	1380	1270	1255	1240	1170	$\bar{x} = 1260,0$ $s = 46,54$
	1280	1280	1255	1260	1240	
	1280	1320	1255	1220	1255	
	1335	1310	1240	1180	1210	
	1245	1290	1210	1220	1300	
$p = 0,15 \text{ MPa}$	1630	1700	1720	1780	1730	$\bar{x} = 1757,60$ $s = 57,43$
	1800	1740	1750	1790	1880	
	1850	1660	1800	1840	1750	
	1730	1810	1780	1720	1700	
	1820	1760	1710	1750	1740	

Příloha 8
/ pokračování /

2. Útkový materiál : ba 38,5 tex x 2.

Výchylka kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

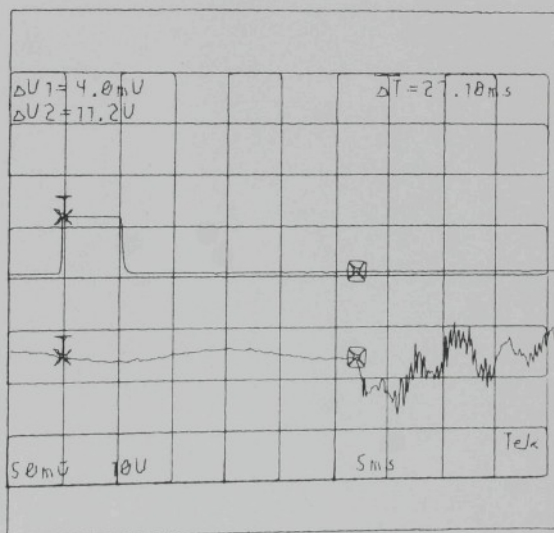
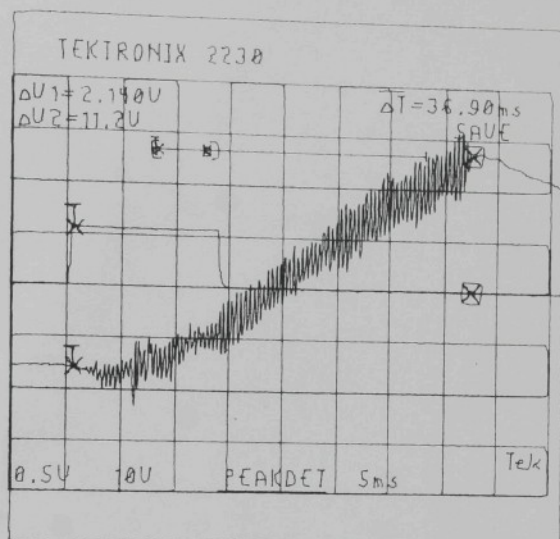
p = 0,15 MPa	1060	1090	1090	1030	1110	$\bar{x} = 1115,20$ $s = 54,06$
	1190	1100	1130	1220	1090	
	1130	1140	1155	1080	1120	
	1120	1120	990	1150	1165	
	1070	1200	1180	1030	1120	
p = 0,20 MPa	1520	1470	1470	1350	1440	$\bar{x} = 1441,0$ $s = 56,04$
	1480	1450	1390	1390	1430	
	1560	1440	1330	1430	1530	
	1510	1455	1430	1360	1370	
	1460	1455	1440	1480	1395	
p = 0,25 MPa	1740	1700	1710	1720	1750	$\bar{x} = 1756,40$ $s = 58,85$
	1760	1770	1700	1800	1800	
	1820	1740	1640	1850	1870	
	1680	1740	1800	1700	1750	
	1780	1750	1670	1810	1860	

Příloha 8
/ pokračování /

3. Útkový materiál : ba 82 tex

Výchylka kyvadla k otevření ventilu trysky $\alpha = 90^\circ$

p = 0,25 MPa	1160	1250	1230	1210	1210	$\bar{x} = 1194,8$ s = 53,30
	1220	1100	1280	1200	1200	
	1150	1170	1170	1280	1290	
	1080	1140	1190	1150	1120	
	1250	1180	1200	1230	1210	
p = 0,30 MPa	1490	1400	1420	1420	1430	$\bar{x} = 1433,6$ s = 52,68
	1500	1410	1470	1370	1520	
	1440	1430	1530	1400	1310	
	1450	1450	1460	1350	1370	
	1470	1430	1510	1400	1410	
p = 0,35 MPa	1770	1760	1780	1740	1635	$\bar{x} = 1733,0$ s = 59,04
	1860	1690	1740	1740	1720	
	1800	1680	1760	1710	1745	
	1740	1750	1660	1690	1610	
	1740	1650	1710	1830	1815	



Ukázky záznamů signálu z piezoelektrického a šterbinového snímače z paměti osciloskopu TEKTRONIX 2230.

- + První je záznam signálů k měření doby otevření ventilu trysky pro podmínky $p = 0,40 \text{ MPa}$, $\alpha = 90^\circ$.
- + Druhý je záznam signálů k měření doby průletu čela tlakové vlny vzduchu konfuzorem pro podmínky $p = 0,40 \text{ MPa}$, $\alpha = 90^\circ$.