

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta textilní

Katedra tkalcovství a pletářství

Ing. Renata Š t o r o v á

SLEDOVÁNÍ A OVLIVŇOVÁNÍ TAHOVÝCH SIL V NITI

NA OKROUHLÝCH PLETACÍCH STROJÍCH

2,3 - technické vědy a nauky (obor 39-13-9)

Kandidátská disertační práce

Školitel: Prof. Ing. Vladimír Prášil, CSc.

Liberec 1982

Titulní list	1
Seznam použitých symbolů a zkratek	4
Obsah	2
1. <u>ÚVOD</u>	6
2. <u>PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY</u>	9
2.1 <u>TAHOVÉ SÍLY V NITI PŘI PLETENÍ NA OKROUHLÍCH PLETACÍCH STROJÍCH</u>	9
2.11 <u>Změny tahových sil v niti při odvinu s cívky</u>	10
2.111 <u>Zhodnocení problematiky statí 2.11</u>	14
2.12 <u>Vliv některých technických a technologických parametrů na tahové síly v niti v průběhu vedení a zkracování nitě včetně podávání nitě</u>	15
2.121 <u>Zhodnocení problematiky statí 2.12</u>	16
2.2 <u>PODÁVÁNÍ NITÍ NA VELKOPRŮMĚROVÝCH PLETACÍCH STROJÍCH</u>	27
2.21 <u>Přehled nejběžnějších typů podavačů používaných v současnosti</u>	28
2.211 <u>Páskový podavač</u>	29
2.212 <u>Zásobníkové podavače</u>	30
2.213 <u>Ostatní typy podavačů</u>	35
2.22 <u>Vliv podavačů na strukturu pleteniny; účinnost jednotlivých typů podavačů</u>	36
2.23 <u>Zhodnocení problematiky statí 2.2</u>	39
2.3 <u>HODNOCENÍ STRUKTURY PLETENIN</u>	40
3. <u>CÍL DISERTACE</u>	41
4. <u>ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ</u>	42
5. <u>VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE</u>	47
5.1 <u>ODVIN NITĚ S PŘEDLOHOVÉHO TĚLESA A VEDENÍ NITĚ VPS BEZ POUŽITÍ PODAVAČE</u>	49
5.11 <u>Vliv zpracovávaného materiálu na průběh tahových sil v niti</u>	53
5.12 <u>Vliv průměru křížové cívky na tahové síly v niti</u>	55
5.13 <u>Tahové síly v niti za vodicími a dalšími elementy pletacího stroje</u>	58

5.2	ODVIN NITĚ S PŘEDLOHOVÉHO TĚLESA A VEDENÍ NITĚ VPS PŘI POUŽITÍ PODAVAČE	68
5.3	PODAVAČE NITÍ NA VELKOPRŮMĚROVÝCH PLETACÍCH STROJÍCH	70
5.31	<u>Podavač VŠST-A (s válečky se šroubovou drážkou malého průměru)</u>	72
5.32	<u>Podavač VŠST-B (s válečky se šroubovou drážkou velkého průměru)</u>	74
5.33	<u>Podavač VŠST-C (s ozubeným podáváním)</u>	76
5.34	<u>Podavač VŠST-D (s hladkými válečky)</u>	77
5.4	ZKOUŠKY PODAVAČŮ NITÍ A JEJICH VYHODNOCENÍ	82
5.41	<u>Měření tahových sil v niti za jednotlivými typy podavačů</u>	83
5.42	<u>Měření tahových sil v niti za podavačem P5 (VŠST-D2) v závislosti na změně rychlosti podávání nitě</u>	85
5.5	ŘEŠENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI	93
5.51	<u>Teoretický výpočet průběhu tahových sil v niti v oblasti tvorby oka</u>	94
5.52	<u>Teoretické stanovení relativních rychlostí nitě v oblasti tvorby oka</u>	102
5.6	PRAKTICKÁ MĚŘENÍ TAHOVÝCH SIL V OBLASTI TVORBY OKA	113
5.61	<u>Popis a funkce simulátoru měření tahových sil</u>	113
5.62	<u>Vlastní měření na simulátoru</u>	117
6.	<u>KONKRÉTNÍ ZÁVĚRY PRO REALIZACI VE SPOLEČENSKÉ PRAKTICE A PRO DALŠÍ ROZVOJ VĚDY</u>	125
	Seznam literatury	130

Seznam použitých symbolů a zkratek

1. Symboly

F	- tahová síla v nití [N]
F_0	- počáteční tahová síla v nití [N]
F_{od}	- tahová síla od odtahu [N]
d_c	- průměr křížové cívky [mm]
μ	- koeficient tření [1]
α	- úhel opásání [rad]
n	- index vyjadřující vztah nit-nit
k	- index vyjadřující vztah nit-kov
od	- index vyjadřující vztah pletenina-kov
α_1	- úhel zatahování [°]
α_2	- úhel odlehčování [°]
v_p	- rychlost podávání nitě [m.s ⁻¹]
v_0	- obvodová rychlost stroje [m.s ⁻¹]
v_j	- relativní rychlost jehly [m.s ⁻¹]
T	- jemnost nitě [10 ⁶ kg.m ⁻¹]
v	- relativní rychlost nitě [m.s ⁻¹]
n	- počet oček na obvodu lůžka [1]
n	- otáčky mechanismu [s ⁻¹] (viz stať 5.52)
t	- čas [s]
h	- rozteč jehel [m]
L_1	- pásmo zatahování [m]
L_2	- pásmo odlehčování [m]
x, y	- osové souřadnice
c	- vzdálenost mezi osou průřezu starého oka a osou žebra lůžka [m]
l	- délka nitě v očku, popř. délka zaplétané nitě [m]
$A, B, C, \dots$	- body (viz kap. 5.0)
$n_{\uparrow}$	- počet jehel při odlehčení [1]
$n_{\downarrow}$	- počet jehel zatahujících [1]
S	- vertikální vzdálenost nejhrouběji zatažené jehly od hrany lůžka [m]
S_1	- vertikální vzdálenost 1. zatažené jehly od hrany lůžka [m]
$P1 - P5$	- orientační značení sledovaných podavačů

Poznámka: Některé symboly, které se vyskytují ojediněle, zejména v kapitole 2.0, jsou vysvětleny přímo v textu.

2. Zkratky

VŠST - Vysoká škola strojní a textilní
KTP - Katedra tkalcovství a pletářství
VPS - velkop průměrový pletací stroj
OPS - okrouhlý pletací stroj
ba - bavlna
PESs - polyesterová stráž (v textu dále jen PES)
Grisuten - polyesterové vlákno (výrobce NDR)
Tesil - polyesterové vlákno (výrobce ČSSR), v kapitole 2.0 je tato zkratka použita pro modifikované polyesterové vlákno Tesil 12

Poznámka: Při experimentech bylo použito následující materiálové složení: 50 PESs/50 Tesil 12, 55 Grisuten/45 Tesil 12.

1. ÚVOD

Politicko-ekonomické cíle, které si vytýčila naše socialistická společnost, směřují k uspokojování rostoucích potřeb člověka a zvyšování jeho životní úrovně. K zabezpečení tohoto cíle přispívá významnou měrou i textilní průmysl.

Velká obliba pletených výrobků, která byla vyvolána užitnými vlastnostmi pletenin, možnostmi zpracovávat širokou škálu materiálů, rozsahem druhů výrobků a v neposlední řadě i ekonomickými ukazateli, měla za následek rychlejší rozvoj pletařského průmyslu než ostatních textilních technologií.

Rozvoj surovinové základny, strojního zařízení a uplatňování pletenin v širokém sortimentu výrobků, vedly ke značné složitosti výrobní problematiky. V této souvislosti zdůraznil XVI. sjezd KSČ závislost zvyšování efektivnosti práce a kvality výrobků na uplatňování vědy a technického rozvoje.

Složitě otázky komplexního rozvoje pletařského průmyslu byly podnětem k zintenzivnění výzkumu procesu pletení. Cílem je tedy v první řadě vyrábět co nejkvalitněji. Proto současné výzkumy zahrnují řešení základních problémů, jako např. spolehlivost, rychlost a plynulost procesu pletení, zpracovatelské možnosti pletařských strojů, zpracovatelské vlastnosti nití a v neposlední řadě pak stejnoměrnost a kvalitu vyráběných pletenin. Protože největší produkci pletenin zajišťují velkop průměrové pletací stroje (cca 65 - 70 %), je výzkum zaměřen v mnoha případech do této oblasti.

Řešení problematiky stejnoměrnosti a kvality pletenin (ať už z hlediska estetického nebo ekonomického), nalezení vztahů a souvislostí s jednotlivými technologickými parametry, podmínkami procesu pletení a pod., může podstatně přispět k dalšímu rozvoji ekonomiky nejen procesu pletení, ale i celé pletařské výroby.

Praxe ukazuje, že podstatným činitelem, který způsobuje nerovnoměrnost pletení, je tahová síla v niti. Proto obsahem výzkumů je sledování podmínek vzniku tahových sil, jejich průběhu a změn během procesu pletení, souvislost s technickými a technologickými parametry a v neposlední řadě pak celkový vliv na strukturu pleteniny, u které dochází vlivem změn tahových sil v niti ke zhoršení stejnoměrnosti a celkové kvality.

Hlavním technologickým požadavkem při výrobě pletenin je dodržení stanoveného základního parametru. V tomto případě je určujícím faktorem pro hodnocení pleteniny spotřeba nitě na očko, a to nejen z hlediska kvality pleteniny, ale i z hlediska úspory textilního materiálu. Ze současných poznatků vyplývá, že délka nitě v očku vlivem tahových sil v niti kolísá.

Vedle kvality pleteniny a úspory materiálu sleduje řešení problematiky tahových sil v niti ještě další důležitý ekonomický faktor, a sice snižování respektivě odstranění přetrhů nitě během procesu pletení. Tyto přetrhy jsou do značné míry zapříčiněny extrémním vzrůstem tahových sil k hranici pevnosti nitě.

Současné výzkumy ukazují některé cesty ke zdokonalení průběhu procesu pletení. Například použitím podavače na pletacím stroji lze do určité míry eliminovat účinek narůstajících tahových sil v niti vlivem jejího vedení na pletacím stroji.

Problematika tahových sil v procesu pletení je značně rozsáhlá a není v současnosti komplexně řešena, i když z dílčích výsledků je zřejmé, že tahové síly jsou významným faktorem ovlivňujícím průběh procesu pletení a jeho efekt ve výsledných vlastnostech hotového výrobku a tím ekonomiku celé výroby pletenin.

V úvodu bych chtěla rovněž poděkovat spolupracovníkům katedry tkalcovství a pletářství na VŠST, kteří mi vytvořili dobré podmínky pro realizaci této práce, zejména pak pracovníkům laboratoří katedry, s. Ing. Z. Vitamvásovi, CSc., s. J. Jandovi a s. H. Pavlovičové. Dále bych pak chtěla poděkovat svému školiteli s. Prof. Ing. V. Prášilovi, CSc. za cenné rady při vedení této disertační práce.

2. PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY

Současné výzkumy dokazují, že vnitřní struktura textilních útvarů, t.j. uspořádání jednotlivých strukturálních elementů, má rozhodující význam pro jejich vlastnosti. Porovnáme-li zákonité vztahy této struktury, můžeme podle nich odvodit vlastnosti daného textilního útvaru.

Jedním ze zásadních faktorů, ovlivňujících strukturu pleteniny, je existence tahových sil v zaplétané niti, zejména pak jejich průběh v závislosti na některých technologických a technických parametrech.

V souladu s tematickým zaměřením disertační práce tato kapitola sleduje tři více méně samostatné oblasti, které na sebe ve skutečnosti logicky navazují. Jedná se o tyto oblasti:

- 2.1 Tahové síly v niti při pletení na okrouhlých pletecích strojích. (Vznik, průběh a mechanismus ovlivňování tahových sil, měření tahových sil a podobně)
- 2.2 Podávání nití na velkop průměrových pletacích strojích.
- 2.3 Metody vyhodnocování struktury pletenin.

2.1 TAHOVÉ SÍLY V NITI PŘI PLETENÍ NA OKROUHLÝCH PLETACÍCH STROJÍCH

Během procesu pletení dochází k odchylkám tahové síly v niti od tahové síly, která je pro příslušný proces optimální. Tyto změny tahové síly mají různé příčiny.

V zahraničí (např. SSSR, NSR, Velká Británie) i u nás se výzkumem procesu pletení soustavně zabývá řada institucí. O problematice tahových sil a jejich souvislosti jak s procesem pletení, tak i s výslednou strukturou pleteniny existuje řada publikací, představujících rozsáhlý studijní materiál a podklady pro další výzkum.

Oblast tahových sil nelze chápat jen úzce ohraničeně, jako sledování a měření tahových sil například mezi cívkovým tělesem a mechanismy pletacího stroje. Výzkum v této oblasti by měl naopak zahrnovat i řešení problémů, které nesouvisí přímo s procesem pletení, jako např. příprava materiálu apod. Řada výzkumů se zabývá například vlivem tvaru a velikosti návinnu na změny tahových sil, vlivem úkosu použité dutinky, povrchovou úpravou nitě a pod.

Další výzkumné práce sledují vliv některých technických a technologických parametrů na průběh tahových sil v niti. Tyto výzkumy jsou zaměřeny na vlivy uložení a umístění vodičích prvků, vlivy různých způsobů odvíjení, vedení a podávání nitě a s tím související řadou dalších problémů.

Bylo tedy třeba se při rozboru uveřejněné odborné literatury zaměřit zejména na tyto oblasti:

2.11 Změny tahových sil v niti při odvinu s cívky

2.12 Vliv některých technických a technologických parametrů na tahové síly v niti v průběhu vedení a zpracování nitě včetně vlivu podávání nitě

2.11 Změny tahových sil v niti při odvinu s cívky

Operace soukání má velký význam pro všechny textilní technologické procesy. Zejména pak v pletařském průmyslu jsou kladeny na kvalitu nití a návinnů velké nároky, protože zde dochází ke zpracování nití přímo z cívek, které přicházejí z přípravy. Odvíjení nitě s cívkového tělesa (křížové cívky) je při technologickém zpracování ovlivňováno různými technickými a technologickými faktory. Jsou to zejména faktory cívkového tělesa, tedy geometrické rozměry, způsob vinutí, vlastní způsoby odvíjení nitě s tohoto tělesa a fyzikálně-mechanické vlastnosti nitě. Ve svém důsledku na odvíjenou nit působí různé síly, vytvářející potom v niti

tahové síly obvykle proměnných hodnot. Tahové síly v niti jsou ovlivňovány přilnavostí nitě k cívkovému tělesu, vlastním třením nitě o niťové těleso, balonováním nitě, odporem vzduchu a dalšími.

Bohatá literatura popisující problematiku odvíjení nitě z niťových těles komentuje obvykle výsledné tahové síly v niti za niťovým očkem.

Tak např. autor KORJAGIN /1/ zkoumal podrobnější podmínky zatížení nitě v bodě odvínu. Na základě aplikace teorie šikmého rázu mezi ohebnou nití a hmotným bodem odvodil vztah

$$F = T \cdot v^2 + \frac{F_p}{2 \sin \frac{\varphi_0}{2}} \quad (1)$$

kde F - tahová síla v niti [N]
 T - jemnost nitě [tex]
 v - rychlost nitě [m.s⁻¹]
 φ_0 - úhel odvínu [°]
 F_p - síla přilnavosti nitě k povrchu cívky [N]

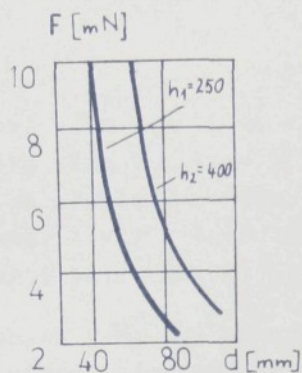
Autor MILČENKO /2/ pro výpočet nárustu tahové síly u nestejnoměrné nitě uvádí vztah

$$F = F_0 + F_1 \cdot \sin \alpha_1 \quad (2)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]
 F_0 - vstupní tahová síla v niti [N]
 F_1 - síla reakce prvku v bodě dotyku [N]
 α_1 - úhel tření [°]

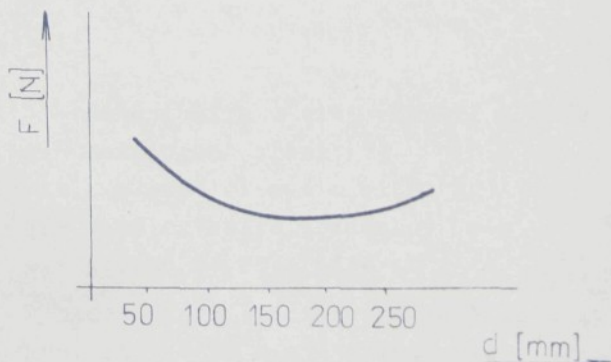
Autorka GUSEVA /3/ zabývající se touto problematikou zkoumá vliv výšky balonu na tahovou sílu v niti. Výsledky ukázaly, že s odvínem cívky se tahová síla od balonu zvětšuje. Tato tahová síla vzrůstá také s rostoucí výškou ba-

lonu. Obr. 1 znázorňuje výsledky výzkumu dle autorky /3/ vlivu průměru cívký d [mm] a výšky balonu h [mm] na tahovou sílu v nití P [mN].



Obr. 1

Průběhy tahových sil dle výše uvedeného literárního odkazu však neodpovídají výsledkům dle řady dalších autorů, viz například obr. 2 dle /4/, který uvádí průběh tahových sil v závislosti na průměru cívký při malých odvíjecích rychlostech.



Obr. 2

Autor ISAKOV /5/ sleduje síly v nití vzniklé při rotaci balonu vyvolané vzdušným prostředím a uvádí vztah pro tahovou sílu v nití ve vrcholu balonu

$$F = F_p + \frac{T\omega^2}{2} \cdot R_c^2 \quad (3)$$

kde F - tahová síla v nití ve vrcholu balonu [N]
 F_p - tahová síla v nití v bodě odvinu [N]
 ω - úhlová rychlost odvinu [s^{-1}]
 R_c - poloměr cívky v bodě odvinu [m]
 T - jemnost nitě [tex]

Z dosažených výsledků autor vyvozuje, že odpor vzdušného prostředí nemá podstatný vliv na tahovou sílu v nití při jejím odvinu.

Dále ISAKOV /5/ teoreticky zkoumá vliv odporu vzduchu na hodnotu tahové síly v nití při jejím odvíjení. Při podélném pohybu nitě působí vzdušné prostředí na nit silami tření.

Síly vzniklé v nití od tohoto tření vyjádřil podle vztahu

$$F = \mu \cdot m \cdot q \cdot v^2 \quad (4)$$

kde F - tahová síla v nití vzniklá třením v prostředí [N]
 μ - koeficient tření [1]
 m - hmotnost elementu nitě [kg]
 v - rychlost nitě (vzduchu) [$m \cdot s^{-1}$]
 q - plocha povrchu nitě [m^2]

Výpočet provedl autor pro bavlněnou přízi 50tex pro rychlost $v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficient tření nit-vzduch $\mu = 0,0002$. Vypočetl tak $F = 0,00127 \text{ mN}$.

Tento vzorec však rozměrově nevyhovuje a výsledky nejsou v souladu s výsledky dalších vztahů, které autor uvádí /5/.

Řada autorů jako např. BYKADOROV, PLUŽNIK, IVANOV /6/ uplatňují při výzkumu tahových sil v niti při odvinu metodu matematického plánování experimentu. Zkoumali vliv rychlosti odvinu, průměru cívky, tloušťky příze, vzdálenosti vodícího oka od cívky, specifické hmotnosti návinu, úhlu křížení ovinů a směru odvíjení ovinů s cívkou.

Dospěli k závěru, že největší vliv na hodnotu tahových sil v niti při odvinu ve vrcholu balonu mají rychlost odvinu, tloušťka příze, vzdálenost vodícího oka a průměr cívky.

2.111 Zhodnocení problematiky statí 2.11

Literární odkazy k této problematice tvoří rozsáhlý materiál, sledující objasnění průběhu tahových sil v niti při jejím odvinu, příčin vzniku kolísání těchto tahových sil a vlivu geometrických a strukturálních parametrů návinu a podmínek při odvíjení.

Velký význam pro další studium i výzkumy by mělo sjednocení symbolů a označení základních veličin, se kterými se v této problematice pracuje.

V podstatě literatura uvádí zákonitosti tahových sil v niti na různých faktorech působících při jejím odvíjení. Řada autorů serazuje tyto uvedené faktory dle důležitosti a tím určuje význam jejich ovlivňování a zhodnocování v praxi.

2.12 Vliv některých technických a technologických parametrů na tahové síly v nití v průběhu vedení a zpracování nitě včetně vlivu podávání nitě

Nit prochází na pletacím stroji od cívky k očkotvorným mechanismům soustavou vodičích, hlídacích, napínacích a podávacích prvků. Na této dráze dochází ke zvýšení tahové síly v nití na hodnotu řádově desítek mN. K maximálnímu zvýšení této síly dochází pak v oblasti očkotvorných mechanismů, kde může v některých případech dosáhnout hodnot přes 1000 mN a přiblížit se, nebo překročit pevnost nitě.

Růst tahových sil v nití v oblasti vedení a zaplétání nitě je vyvolán zejména třením nitě o pletací elementy, třením nitě o nit a v malé míře také odporem nitě vůči ohybu.

Pro přibližný výpočet tahové síly v nití v určitém místě při jejím ohybu přes třecí element lze použít Eulerova vztahu

$$F = F_0 \cdot e^{\alpha \mu} \quad (5)$$

kde F - výsledná tahová síla v nití za třecím elementem [N]

F_0 - vstupní tahová síla v nití [N]

α - úhel opásání [rad]

μ - koeficient tření [1]

nebo vztahu pro vedení nitě talířovou brzdíčkou

$$F = F_0 + 2 N \mu \quad (6)$$

kde F - výsledná tahová síla v nití za talířovou brzdíčkou [N]

- F_0 - vstupní tahová síla v niti [N]
 N - přitlačná síla mezi talířky [N]
 μ - koeficient tření [1]

Celou problematiku tahových sil však nelze vystihnout těmito jednoduchými vztahy. Na změny tahových sil v niti působí během procesu pletení celá řada faktorů, které jsou příčinou jednak stálého růstu hodnoty tahových sil a jednak pravidelných nebo nepravidelných výkyvů tahové síly.

Autoři zabývající se touto oblastí se zaměřují na řešení dvou základních problémů:

- průběh tahových sil v niti během procesu pletení v závislosti na proměnných faktorech jako např. vstupní tahové síly, hloubky zatahování, síly odtahu, rychlosti stroje, rozměrů jehel a pod.
- způsoby a metody zjišťování (resp. měření) tahových sil v niti v určitých místech na stroji.

Řada autorů se pokusila upřesnit a doplnit základní Eulerův vztah o další ovlivňující veličiny.

ISAKOV /5/ navrhl úpravu Eulerovy rovnice pro výpočet tahových sil v niti. Jeho vztah zahrnuje vliv rychlosti pohybu nitě

$$F = F_0 \cdot e^{\alpha \omega} + T \cdot v^2 (e^{\alpha \omega} - 1) \quad (7)$$

- kde
- F - výsledná tahová síla v niti [N]
 - F_0 - vstupní tahová síla v niti [N]
 - T - jemnost nitě [tex]
 - v - rychlost nitě [m.s⁻¹]
 - ω - koeficient tření [1]
 - α - úhel opásání [rad]

GARBARUK /7/ zkoumá vliv rychlosti klouzání nitě

po vodičím prvku na tahové síly v niti. Analyzou dochází k názoru, že při pohybu ohnuté nitě přes vodič působí na tuto také odstředivá síla, která působí v opačném směru než síla přitlačná. Pro výpočet tahové síly odvodil rovnici

$$F = F_0 \cdot e^{\alpha \mu} - \frac{v^2}{N \cdot g} \cdot (e^{\alpha \mu} - 1) \quad (3)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]

F_0 - vstupní tahová síla v niti [N]

v - rychlost nitě [m.s⁻¹]

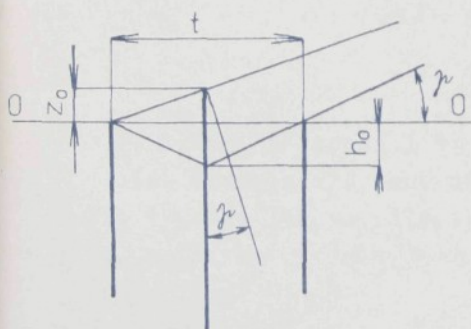
g - tíhové zrychlení [m.s⁻²]

N - číslo metrické [10³.m.kg⁻¹]

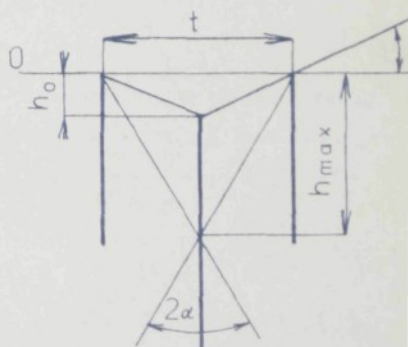
μ - koeficient tření [1]

α - úhel opásání [rad]

Tentýž autor /8/ sleduje tahové síly, vznikající v niti při jejím podélném pohybu, v závislosti na hloubce zatahování jehly. Při svých výpočtech vychází z grafického znázornění procesu zatahování, rozděleného na dvě etapy (obr. 3 a, b) a grafického znázornění přírůstku délky nitě v očku při zatahování (obr. 4).



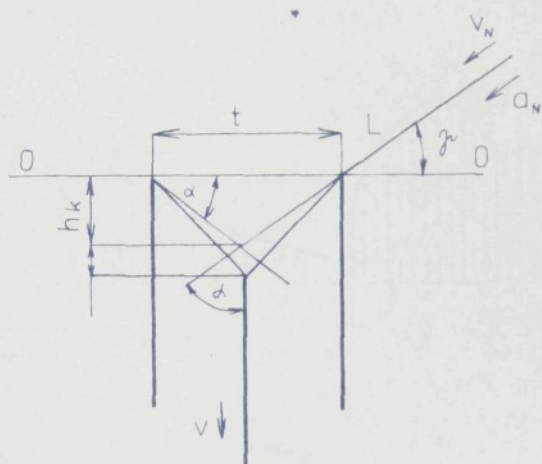
Obr. 3a



Obr. 3b

kde v_n - rychlost nitě [m.s^{-1}]
 t - rozteč jehel [m]
 L - délka elementu nitě [m]
 v - rychlost jehly [m.s^{-1}]
 z_0 - vysunutí jehly při kladění [m]
 $h_{0,k}$ - hloubka zatahování [m]
 α - úhel opásání háčku jehly nití [$^\circ$]
 μ - úhel kladení [$^\circ$]
 a_n - zrychlení nitě [m.s^{-2}]

platí pro obrázky 3a, b a obr. 4.



Obr. 4

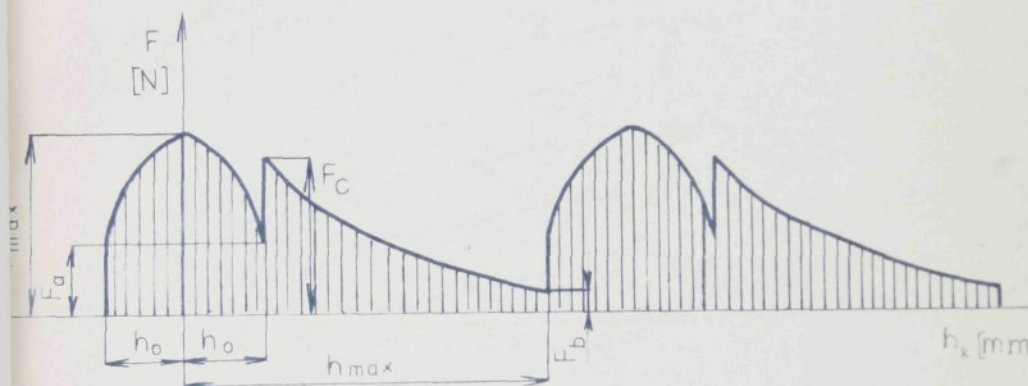
Autor /8/ vychází z případu, kdy zatahuje pouze jedna jehla. Sleduje vzájemné působení klesající jehly a nitě. Pro výpočet tahové síly v niti navrhuje následující vztah pro podmínku $-z_0 \leq h_k \leq h_0$

$$F = \frac{2 \cdot L \cdot T \cdot v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{t} \quad (9)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]

T - jemnost nitě [tex]
 l - délka elementu nitě [m]
 v - rychlost jehly [m.s⁻¹]
 t - rozteč jehel [m]

Z grafu na obr. 5 je patrné, které případy mohou nastat. Pro případ F_a bude platit $\alpha = \frac{1}{2}$, pro F_b platí $\alpha = \alpha_{\max}$ ($h = h_{\max}$). Pro F_c pak platí $F_c = 2 F_a$



Obr. 5

Z grafu je zřejmé, že v průběhu jednoho cyklu tvorby oka dosahuje tato tahová síla v niti maximální hodnotu ve dvou případech.

KORLIŠKI /9/ sleduje vliv počáteční tahové síly v niti na délku nitě v oku. Konstatuje ve své práci, že se vzrůstající vstupní tahovou silou v niti F_i roste relativní přírůstek délky nitě v oku w , daný vztahem

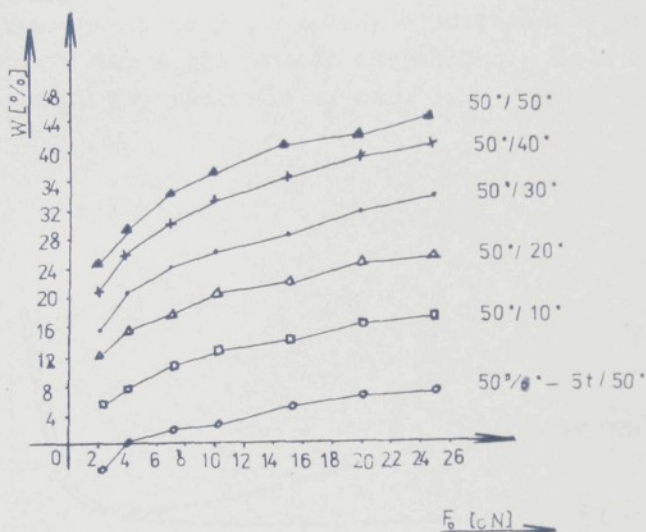
$$w = \frac{l_t - l_i}{l_t} \cdot 100 \quad (10)$$

kde w - relativní přírůstek délky nitě v oku [%]

l_1 - teoretická délka nitě v očku [mm]

l_2 - skutečná délka nitě v očku [mm]

Na obr. 6 je uveden graf těchto závislostí pro různé hodnoty úhlů zatahování β a úhlů dodatečného zatahování β_1 . Autor konstatuje, že s rostoucí tahovou silou a úhlem zatahování se délka nitě v očku zmenšuje.



Obr. 6

RAGOZA, ŠERMAN /10/ experimentálně ověřovali vhodnost vztahu pro výpočet tahové síly v niti při jejím průchodu přes pletací jehlu. Navrhli upřesněný vztah

$$F = F_0 \cdot e^{\alpha u} + T_1 (e^{\alpha u} - m) + T_2 \quad (11)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]

F_0 - počáteční tahová síla v niti [N]

T_1 - tahová síla v niti vznikající při ohybu [N]

T_2 - tahová síla v niti vznikající při narovnání nitě [N]

μ - koeficient tření [1]

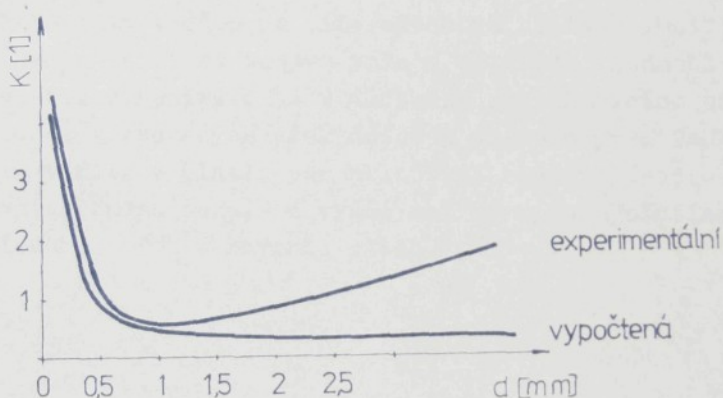
α - úhel opásání [rad]

m - pružná složka síly při ohybu, $0 < m < 1$ [1]

Dále zkoumali vliv průměru jehly na hodnotu poměru

$$K = \frac{F}{F_0}$$

Experimenty byly provedeny u polyamidové příze jemnosti 29 tex a při průměrech jehly $d = 0,18 - 3$ mm. Průběh grafů je znázorněn na obr. 7.



Obr. 7

GARBARUK, BACHMATOV /11/ zkoumali vliv síly odtahu na tahovou sílu v niti při zatahování. Z rozboru problému odvodili vztah pro výpočet tahové síly, která je vyvolána pohybem zatahovaného úseku nitě přes odhozené očko a dodatkové tahové síly, která je vyvolána působením síly odtahu. Vztah je odvozen pro jednu stěnu zatahované kličky

$$F = F_0 \cdot e^{\alpha \mu} + \frac{F_1}{4\alpha} (\varepsilon^{\alpha \mu} + 1) \quad (12)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]
 F_0 - počáteční tahová síla v niti [N]
 F_1 - síla odtahu na jedno očko [N]
 μ - koeficient tření [1]
 α - úhel opásání stěny kličky o očko [rad]

Pro dodatkovou sílu byl navržen vztah

$$F_{\text{dod}} = F - F_0 \quad (13)$$

CITOVÍČ, BOLŠAKOVA, STROGANOV /2/ zkoumali závislost tahové síly v očku na síle odtahu a hladkosti nitě. Vyšli z předpokladu, že tahová síla v niti mezi jednotlivými očky řádku není stejná v důsledku probíhajícího přesunu příze z vytvořených oček do oček vytvářených. Tahová síla v niti v platinovém obloučku, nacházejícím se blíže k vytvářenému očku, je vyšší než ve druhém platinovém obloučku $F_1 > F_2$. Navrhli vztah

$$F_1 = \frac{e^{(\frac{3}{2}\pi - \alpha)\mu}}{\cos \alpha (1 - e^{\pi\mu})} \cdot F_2 \quad (14)$$

kde F_1 - tahová síla v platinovém obloučku [N]
 F_2 - síla odtahu na jedno očko [N]
 μ - koeficient tření [1]
 α - úhel sklonu oka [rad]

Pro výpočet úhlu jako funkce koeficientu tření byla odvozena rovnice

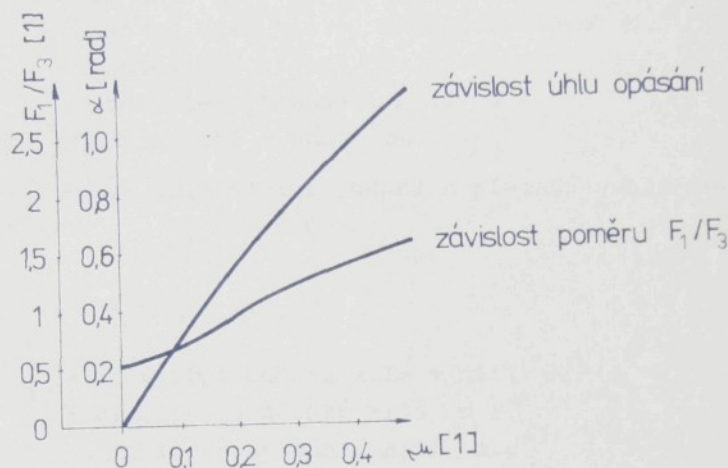
$$\alpha = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4\mu f(\mu)}}{2\mu} \quad (15)$$

kde za $f(\mu)$ je dosazen vztah

$$f(u) = \frac{e^{\frac{2\pi\alpha}{u}} - 1}{(e^{\frac{\pi}{u}} + 1) \cdot e^{\frac{\pi}{2}u}}$$

(16)

Výsledky jsou znázorněny v grafu na obr. 8.



Obr. 8

KNAPTON /12/, /13/ sledoval tahové síly v niti během procesu zatahování při změnách některých fyzikálních parametrů (jako jsou např. zákruty, pevnost, chemická modifikace povrchu vláken apod.). Dále sledoval vliv koeficientu tření na změny těchto tahových sil.

Na základě experimentálních výsledků konstatoval, že pokud je koeficient tření nízký ($\mu < 0,2$), nevznikají potíže při pletení.

Autor provedl také matematickou analýzu tahových sil v niti během procesu zatahování /12/.

CITOVÍČ /14/ sledoval zvláštnosti seřízení pletacích strojů, vybavených podávacím zařízením. Na základě experimentu stanovil vztah mezi rychlostí podávání nitě, rych-

lostí stroje a délkou nitě v očku ve tvaru

$$v_p = \frac{l}{t} (1 - \beta F_0) v_s \quad (17)$$

kde v_p - rychlost podávání nitě [m.s^{-1}]
 v_s - rychlost stroje [m.s^{-1}]
 F_0 - tahová síla v niti před podavačem [N]
 t - rozteč jehel [mm]
 β - koeficient tažnosti nitě [N^{-1}]
 l - délka nitě v očku [mm]

Tahovou sílu v niti podané k pletací jehle definoval vztahem

$$F = f(F_0, v_p, v_n) \quad (18)$$

kde F_0 - počáteční tahová síla v niti [N]
 v_p - rychlost podávané nitě [m.s^{-1}]
 v_n - rychlost zaplétané nitě [m.s^{-1}]

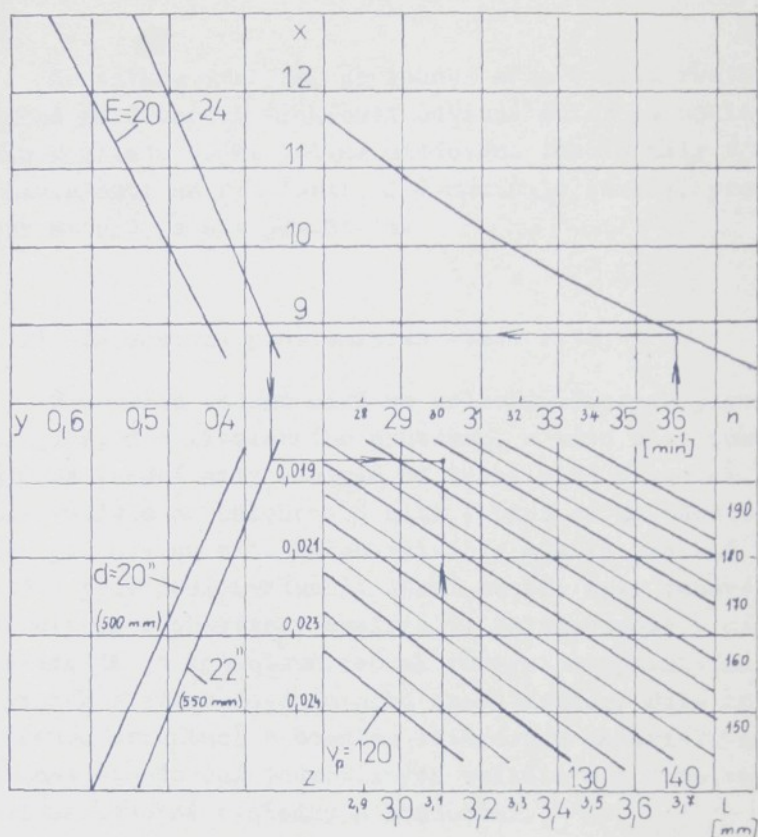
Při použití Eulerova vztahu (4) pak navrhl tentýž autor vztah

$$F = \frac{v_n}{v_p} e^{\alpha \mu} \cdot F_0 + \frac{1}{\beta \cdot e^{\alpha \mu}} \left(\frac{v_n}{v_p} - 1 \right) \quad (19)$$

Na základě řešení předcházejících vztahů stanovil nomogram (obr. 9) závislosti rychlostí podávání nitě na délce nitě v očku pro velkopřůměrový pletací stroj,

kde n - počet otáček stroje [min^{-1}]
 d - průměr jehelního lůžka [mm]
 ε - jemnost stroje [$(25,4 \text{ mm})^{-1}$]
 l - délka nitě v očku [mm]

Poznámka: nomogram je uváděn podle literárního zdroje v původním tvaru, tedy s jednotkami, které neodpovídají soustavě SI.



Obr. 9

Na obr. 9 je uvedeno řešení pro hodnoty $n = 36 \text{ ot.min}^{-1}$, $d = 550 \text{ mm}$, $E = 24$ jehel na $25,4 \text{ mm}$, $l = 3,1 \text{ mm}$. Výsledná rychlost podávání $v_p = 168 \text{ m.min}^{-1}$.

LATZKE /15/ uvádí souvislosti tahových sil v niti s rychlostí odvinu nitě s cívkového tělesa. Z těchto výzkumů vyvodil, že existuje následující proporcionalita

$$F \sim T \cdot v^2 \quad (20)$$

kde F - tahová síla v niti při odvinu nitě [N]

T - jemnost nitě [tex]

v - rychlost odvinu nitě [m.s^{-1}]

Ze vztahu vyplývá, že tahová síla v niti roste přibližně se čtvercem rychlosti odvinu. Autor na základě toho konstatuje, že jedině sledování tahové síly v niti v závislosti na rychlosti nitě umožňuje závěry, pro které typy strojů je nit použitelná.

2.121 Zhodnocení problematiky statí 2.12

V průběhu vedení nitě na velkopřůměrových pletacích strojích, dle literárního průzkumu, v této niti působí zejména tahové síly vzniklé od tření nitě o vodící element, síly vzniklé od balonování nitě (pokud se na těchto strojích při odvinu nitě balon vytváří) a síly vzniklé třením nitě v prostředí (vzduch). Různí autoři tyto tahové síly teoreticky i prakticky analyzují. Nejednotnost v získaných výsledcích je způsobena jednak různými vstupními faktory a jejich zjednodušováním nebo zanedbáváním. Dále způsobuje ztíženou orientaci v bohatém literárním materiálu nejednotnost označování jednotlivých veličin a z toho vyplývající nejednotné výsledky a hodnocení.

V průběhu zpracování nitě, čímž je v podstatě myšleno její zaplétání a vlivy při tomto procesu na velkopřůměrových pletacích strojích, působí zejména na tahové síly v niti síly, vznikající od pohybu jehel, síly od odtahu pleteniny a síly vznikající třením nitě o nit a o další elementy stroje.

I zde se v širokém rozsahu literární materiály touto problematikou zabývají a závěry z předešlého odstavce jsou platné i pro tento úsek.

Oblast podávání nitě, zejména pokud se týká podávacích rychlostí a jejich vlivu na tahové síly v niti eventuelně v pletenině, je jedna z nejdůležitějších oblastí, ovlivňujících zásadně tvorbu pleteniny. Následující stať 2.2 tuto problematiku bude rozebírat podrobněji.

2.2 PODÁVÁNÍ NITÍ NA VELKOPRŮMĚROVÝCH PLETACÍCH STROJÍCH

Velkop průměrové pletací stroje patří mezi nejproduktivnější pletářské stroje. Stále se zvyšující rychlosti těchto strojů mají zásadní vliv na kvalitu hotového úpletu. Celý pletářský proces proto kladě nároky na zdokonalování činnosti jednotlivých pracovních ústrojí pletářského stroje.

Podstatný vliv na bezchybné a plynulé zpracovávání nití má její podávání, hlídání a regulace nitě při odvíjení s cívky a při jejím přivádění k očkotvorným orgánům.

Význam použití podavačů nití na okrouhlých pletacích strojích spočívá v tom, že jsou schopny do určité míry řídit průběh tahových sil v podávané niti nebo protažení nitě v procesu pletení. Z analýzy hlavní funkce podavačů nitě vyplývají jejich následující dílčí funkce:

- odvíjení nitě s předkládané křížové cívky a její dodávka pletacím mechanismům
- eliminace výkyvů tahových sil v niti včetně rázů, vznikajících v oblasti odvinu s cívky a vedení nitě
- vytváření určité vhodné hodnoty tahové síly nebo protažení nitě před jejím vstupem do pletacích mechanismů
- vyloučení volného odběru nitě pletacími mechanismy
- eliminace výkyvů tahových sil v niti, vyplývajících z nerovnoměrné rychlosti spotřeby.

Z uvedeného vyplývá, že funkce podávacího zařízení mají zásadní vliv nejen na stejnoměrnost pleteniny (a tedy i kvalitu), ale i na plynulost celého procesu, neboť některé negativní jevy vyvolané změnou tahových sil v niti způsobují zastavení stroje, přetrhy a pod.

Z přehledu současných vyráběných velkop průměrových pletacích strojů u nás i v zahraničí vyplývá, že přibližně 20 - 30 % těchto strojů nemá podavače. V praxi je však tento podíl daleko vyšší.

Obecný rozbor podavačů např. dle /16/ uvádí toto:

Podavače jsou aktivně pracující mechanismy, které podávají nit buď pozitivním způsobem, nebo negativně, tedy s ohledem na tahovou sílu v zaplétané niti.

a) Pozitivní podavače podávají konstantní délku nitě, vztaženo na pracovní pohyb pletářského stroje, t.j. na jeho otáčky a pod. U zátažných strojů tedy teoreticky každé zatahované očko dostává konstantní délku nitě pro svou tvorbu, i když tato skutečnost může být ovlivněna pružností nitě v úseku mezi podavačem a místem zatahování oček.

b) Negativní podavače podávají v ideálním případě nit pod konstantní tahovou silou, a to bez ohledu na odebírané množství respektive délku nitě, která může kolísat od nuly do maximální hodnoty.

Velký podíl podavačů ovšem nepracuje ani ideálně negativním ani pozitivním způsobem.

Odborná literatura, zabývající se problematikou podávání a podavačů, uvádí buď přehledy existujících typů podávacích zařízení, popřípadě zjednodušené popisy jejich konstrukce a funkce. Některé literární zdroje uvádí také výsledky měření tahových sil, na jejichž základě provádí srovnání jednotlivých typů podavačů.

Tato stať je dále členěna na dvě části:

2.21 Přehled nejběžnějších typů podavačů používaných v současnosti

2.22 Vliv podavačů na strukturu pletaniny; účinnost jednotlivých typů podavačů.

2.21 Přehled nejběžnějších typů podavačů používaných v současnosti

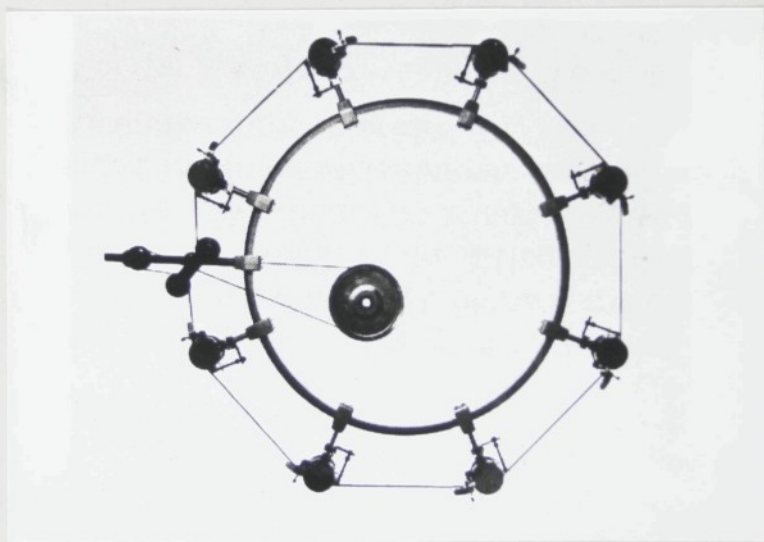
Na velkop průměrových pletacích strojích v současné době pracují nejčastěji pozitivní páskové podavače, nebo

celá řada typů zásobníkových podavačů s negativní funkcí.

2.211 Páskový podavač

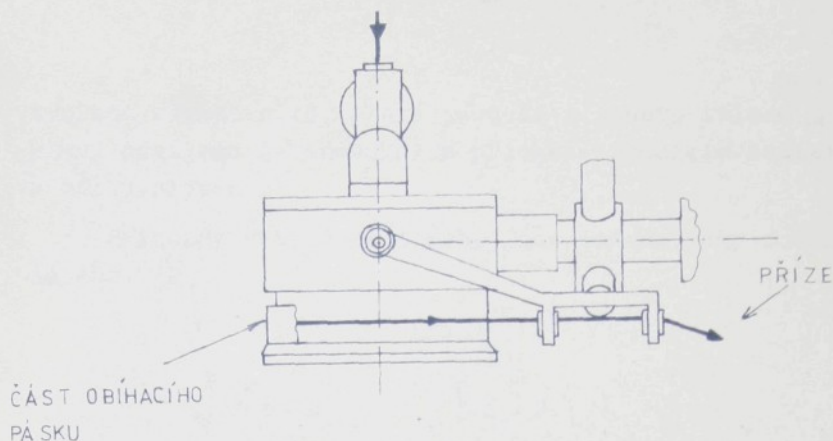
Jak uvádí autor /17/ je páskový podavač nejběžnější pozitivní podavač pro velkopřůměrový pletací stroj. Tento podavač dodává vzhledem k otáčkám stroje neměnnou délku nitě. Nelze jej tedy použít u žakárově vzorovaných pletenin, při jejichž pletení velikost odběru nitě kolísá.

Na obr. 10 je celkový pohled na páskový podavač švédské firmy IRO pro osmisystémový pletací stroj.



Obr. 10

Před každým pletacím systémem probíhá nit mezi kladkou a páskem, který je centrálně poháněn. Množství dodávané nitě lze regulovat. Na obr. 11 je schematicky znázorněn průběh nitě mezi kladkou a hnacím páskem.



Obr. 11

2.212 Zásobníkové podavače

Zásobníkové podavače jsou zařízení s převážně negativní funkcí, to znamená, že dodávají nit^s přibližně konstantní tahovou silou s možností změny podávaného množství nitě. Tyto podavače jsou umístěny těsně před pletacími orgány. Rozdíly v tahových silách v niti, které vznikají při odvinu nitě, jsou vyrovnávány v navíjecí části zásobníkového podavače. Tím se dosáhne zlepšení vzhledu pleteniny a zároveň se sníží možnost vzniku chyb při pletení.

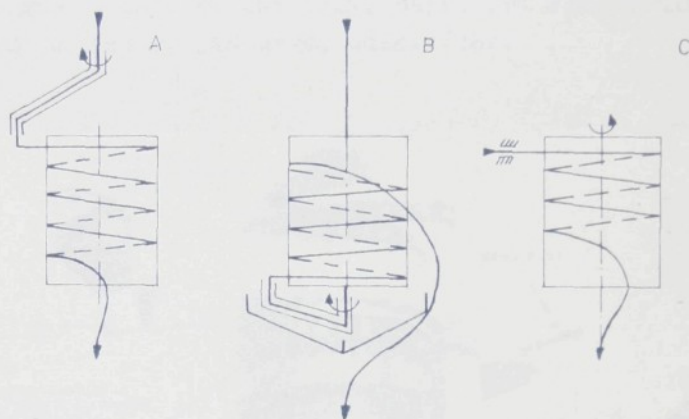
Zásobníkové podavače vyrábí celá řada firem (Švédsko - IRO; NSR - Memminger, Frei; Velká Británie - Lawson atd.) ve velkém počtu typových obměn. V podstatě se tyto zásobníkové podavače liší v následujícím:

- způsobem vytváření zásoby nitě
- způsobem posuvu zásoby nitě, která je z jedné strany odebírána a z druhé doplňována
- pohonem
- řešením problému navádění nitě do podavače.

Zásobníkové podavače pracují na následujícím principu: Určité množství nitě je odvinuto s cívky a navinuto na obvykle válcové (popř. kuželové) navíjecí těleso. Tím je vy-

tvořena zásoba nitě, která je dále s tohoto tělesa přes hlavu odvíjena (stahována) a přichází brzdícím zařízením k místu pletení.

Principy vytváření zásoby jsou schematicky znázorněny na obr. 12.



Obr. 12

- A - nit je navíjena pomocí otočného ramene, oviny nitě se posouvají odshora dolů a jsou odtahovány dolů přes hlavu (Lawson)
- B - nit je vedena dutým hřídelem zásobníkového podavače a navíjena pomocí otáčecího se ramene. Jednotlivé oviny nitě jsou speciálním zařízením posouvány nahoru, vrchní oviny jsou odtahovány přes hlavu směrem dolů (Frei, Memminger ...)
- C - nit nabíhá tangenciálně na navíjecí těleso, je vedena směrem dolů a přes hlavu odvíjena k místu pletení (IRO).

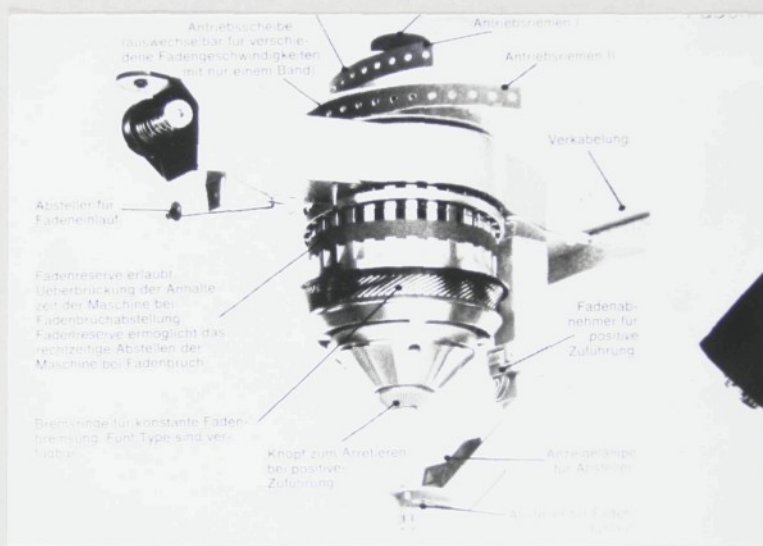
Poslední průzkumy ukazují, že v současné době pracují nejspolehlivěji zásobníkové podavače švédské firmy IRO a západoněmecké firmy Memminger v různých provedeních.

Nejspolehlivěji pracují pravděpodobně tyto podavače:

- firma IRO - typ SFC, typ IPE
- firma Memminger - typ SPF - JAC, typ MPF

Podavače IRO - typ SFC

Tento typ podavače, obr. 13, lze použít jako pozitivní nebo negativní zařízení, např. při záměně hladkého pletení na žakár, jak uvádí odkaz /18/.



Obr. 13

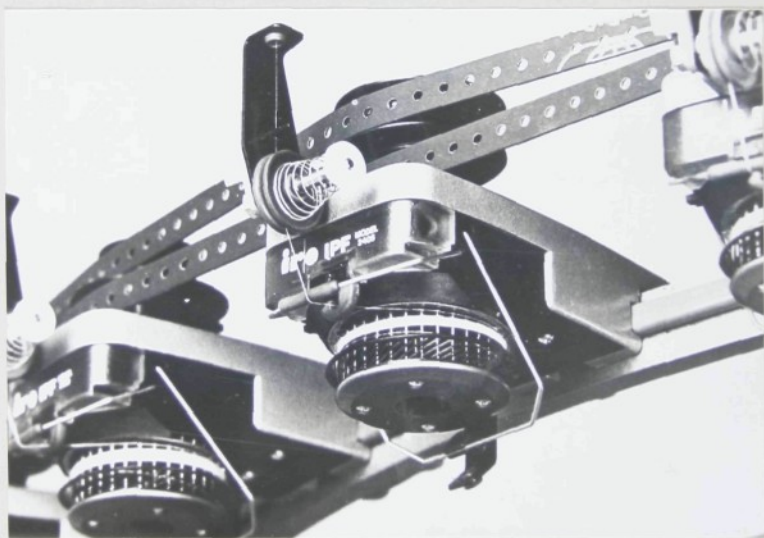
Rychlost nití při tvoření zásoby je asi $3,9 \text{ m.s}^{-1}$. Navíjení nitě je kontrolováno výkyvným kotoučem. Velikost zásoby navinuté nitě závisí na tlaku pružiny, která na výkyvný kotouč působí.

Podavač SFC se dodává ve dvou modelech 1506 a 1606. Oba jsou vybaveny zádržkou reagující na rázy v tahové síle v nití a přetrhovou zádržkou nebo zádržkou stroje při dojití nitě.

Podavač SFC je poháněn řemenicí se stavitelným průměrem. Je dále opatřen spojkou, která umožňuje přímý náhon od hnací řemenice k bubnu podavače. Zásobní nit je navíjena na podávací buben. Po vyklopení výkyvného kotoučku směrem nahoru dojde k vypnutí pohonu. Podávací buben se přestane otáčet a tento stav trvá, dokud se nespotřebuje nastavená zásoba nitě.

Podavač IRO - typ IPF

U typu IPF na obr. 14 jsou použity stejné mechanismy jako u předcházejícího typu. Zásobníkovým podavačem je nit dodávána konstantní rychlostí.



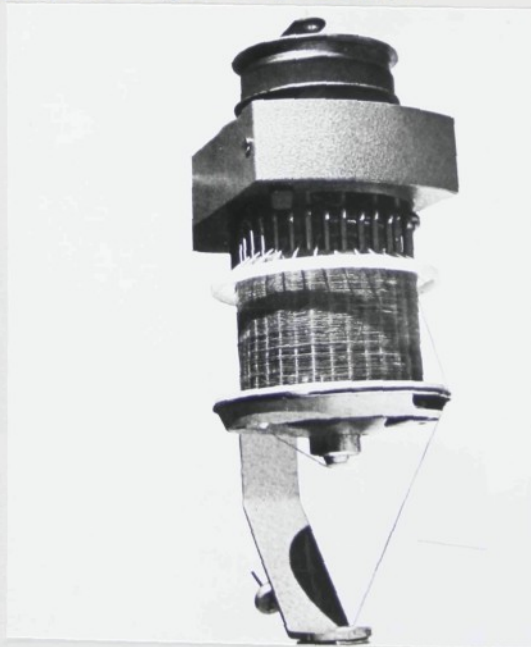
Obr. 14

Nit je k podavači přiváděna přes pružné napínací zařízení a vstupní snímač a je ukládána prostřednictvím podávacího očka. Odcházející nit je vedena snímacím očkem a dochází přes spodní zarážku k vodiči.

Jak uvádí odkaz /19/, firma IRO v r. 1976 oznámila, že všechny další dodávky modelu IPF budou ve zdokonalené verzi s tangenciálním odvinem místo axiálního, aby se snížilo tření, a s výstupní zarážkou, která umožňuje snížení tahových sil až na 1,5 cN a méně pro velmi jemné nitě na strojích velmi jemného dělení. Na obr. 14 je ukázka typu IPF model 2405.

Podavač firmy Memminger - typ SPF

Jak uvádí /17/, zásobníkové podavače SPF jsou poháněny centrálním pásovým náhonem nebo mechanicky od pletacího stroje. Typ SPE - JAC (obr. 15) je použitelný pro všechny druhy přízí mimo elastické materiály. Pro tyto příze se používá typ SPF - ELAST, který je totožný s typem SPF-JAC, doplněným pouze o přídatný kroužek.

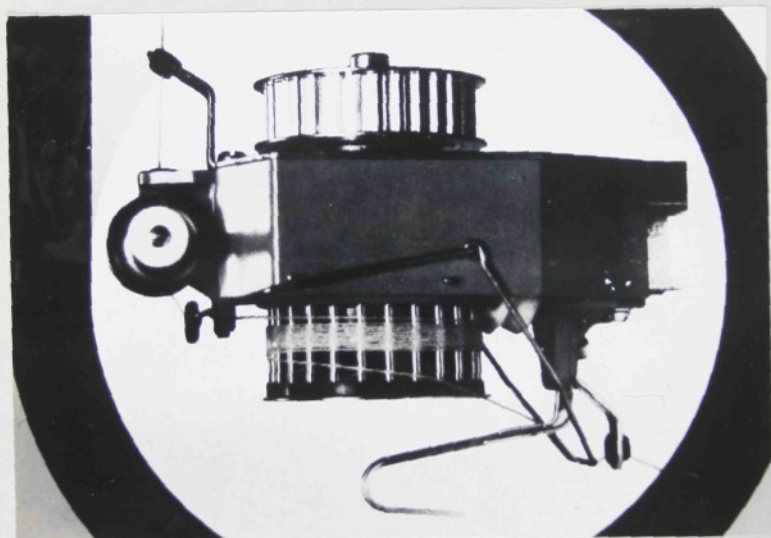


Obr. 15

Nit je do přístroje přiváděna shora a spodem je axiálně navíjena na stojící navíjecí těleso. Podle tvaru a pohybu drátů, které tvoří navíjecí těleso, jsou jednotlivé

vrstvy nití posunovány směrem nahoru. Horní vrstva nití, která je kontrolována kroužkem, je prakticky bez tahové síly odtažována. Tahové síly v nití potřebné pro pletení se získají prostřednictvím seřizovatelných niťových brzdiček. Po spotřebování minimální zásoby nitě na navíjecím tělese, obnoví se automatické navíjení. Je-li spotřebován návin cívky, zásobníkový podavač odstaví pletací stroj, přičemž v každém případě zůstává na navíjecím tělese dostatečná zásoba nití.

Firma Memminger dodává také další typ podavače Memminger MPF uvedeny na obr. 16.



Obr. 16

2.213 Ostatní typy podavačů

Podavače s měnitelnou rychlostí pro okrouhlé pletací stroje

Tento podavač vyvinula firma Morris Philip, USA. Zařízení pracuje na odlišném principu než páskový nebo zásobníkový podavač, jak uvádí /20/.

Každý podavač má kladičku, která je naháněna páskem. Pod touto kladičkou jsou 2 - 3 soustavy podávacích kotoučů, u kterých lze pomocí matice regulovat vzdálenost mezi kotouči a tím i množství podávané nitě.

Při změně vazby je nastavení podavačů poměrně jednoduché, stačí změnit rozsah podávání dle stupnice uvedené na matici.

Tento typ podavače má některé výhody proti dosavadním způsobům, jako např.:

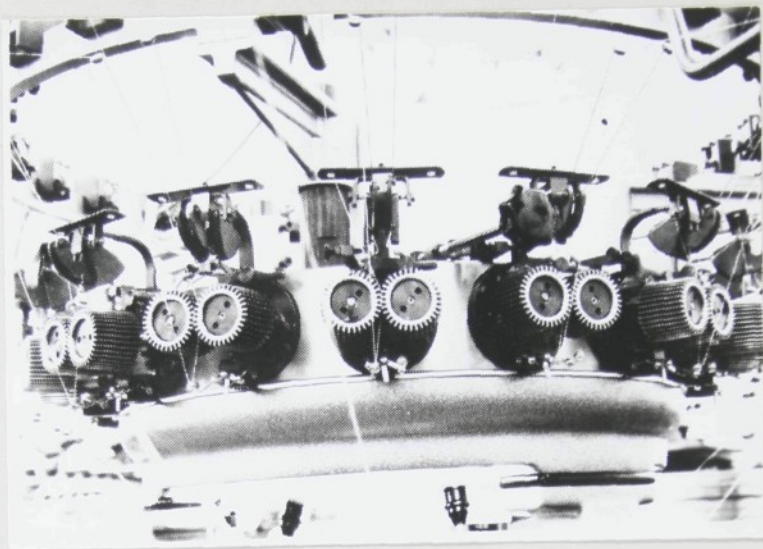
- každý podavač je úplně nezávislý a není spojen s ostatními na stroji. Takže poškození jednoho podavače je omezeno jen na něj a neovlivní další
- číslovaná stupnice pod každou soustavou kotoučů může změnit množství podávané nitě až $2 \frac{1}{2}$ x od nejnižšího k nejvyššímu číslu
- jedinou funkcí kladičky u podavače je řídit rychlost zařízení.

Krátký přehled podavačů, uvedený v předcházející stati, není samozřejmě vyčerpávající. Jsou uvedeny nejnovější typy podavačů, dnes běžně používané nejen v zahraničí, ale i u nás (IRO, Memminger ...). Na doplnění je nutno uvést ještě například podávací zařízení s ozubenými kuželíky, které se v současnosti na VPS velmi často používá (obr. 17).

2.22 Vliv podavačů na strukturu pleteniny; účinnost jednotlivých typů podavačů

Výzkum problematiky podávání nití směřuje zejména do konstrukční oblasti. Přestože řada podavačů pracuje v určitých podmínkách spolehlivě, hledají se stále nové konstrukční varianty, které by zabezpečily optimální podávání nití.

Řada autorů se také zabývá sledováním vlivu těchto podavačů na zpracování nití a měřením tahových sil v souvislosti s porovnáváním účinnosti jednotlivých typů podavačů.



Obr. 17

GARBANUK, OKS /21/ sledovali vliv změn tahové síly v niti na délku nitě v očku.

Zpracování výsledků ukázalo, že při hloubce zatahování 1,2 mm a při pasivním podávání nitě je průměrná tahová síla $F = 5,12$ cN. Průměrná délka nitě v očku $l = 4,3$ mm.

Při aktivním podávání nitě vzniká průměrná tahová síla v niti $F = 2,07$ cN, délka nitě v očku se sice stabilizuje a má hodnotu $l = 4,3$ mm.

Autoři na základě výsledků konstatují, že při aktivním podávání se sníží kolísání tahových sil a tím se zabezpečí stejnoměrnost struktury pleteniny.

Byla stanovena empirická závislost délky nitě v očku na tahové síle podávané nitě

$$l = - 0,049 F + 5,125 \quad (21)$$

kde l - délka nitě v očku [mm]

F - tahová síla v podávané niti [cN]

Vztah (21) platí pro bavlněný materiál jemnosti 18,5 t při hloubce zatahování 1,8 mm.

KLIMENT /22/ uvádí ve svém článku výsledky měření vlivu podavačů na tahové síly v niti u vlněných přízí.

Srovnává kuželové zubové, prokluzové a páskové podavače z hlediska změn tahových sil před a za podavačem a z hlediska vlivu tahových sil na spotřebu nitě na očko. Vliv podavačů na kvalitu úpletu byl sledován z hlediska počtu přetrhů na kg úpletu.

STEIN, GRABAND /23/ sledovali průběh tahových sil v niti za různých podmínek. Prováděli hodnocení dvou typů zásobníkůvých podavačů IRO a SAVI .

V tabulce na obr. 18 jsou uvedeny výsledky měření u polštářového materiálu: vlna jemnost 28,6 tex, obvodová rychlost podavačů 3,3 m.s⁻¹.

Podávání	Průměr. hodnota rázu [mN]	Průměrná tahová síla [mN]
bez podavače	263	30
s brzdičkou	191	30
bez brzdičky	164	9
IRO	132	14
SAVI	187	36

Obr. 18

Z celkových výsledků vyplývá, že zásobníkové podavače rázy úplně neodstraňují, ale podstatně snižují jejich hodnotu. Lepší výsledky ukazuje podavač IRO.

HRBÁČEK, NEUMANN /24/ provedli srovnání funkce tří podavačů: Memminger MPF 20-C, "Z"-DTH-7646 (ZBROJOVKA Vsetín) a podavač VŠST Liberec, se zaměřením na průběh tahových sil

v niti různých materiálů. Výzkum sledoval dva směry:

- měření propustnosti rázů, vyvolaných uměle simulátorem rázů
- měření tahových sil na podavači při použití různých materiálů.

V tabulce na obr. 19 jsou uvedeny hodnoty tahových sil za jednotlivými podavači, kdy jsou před ním uměle vytvářeny rázy. Materiál: PAD 110 dtex

Podavač	$F_{stř}$ [mN]	F_{max} [mN]	F_{min} [mN]	Pořadí
"Z"-DTH 7646	9,8	22,1	12,3	1
Memminger				
20-C MDF	21,6	34,3	12,8	3
VŠST Liberec	11,3	27	15,7	2

Obr. 19

2.23 Zhodnocení problematiky stati 2.2

Současné výzkumy problematiky, které se zaměřují převážně na měření tahových sil v niti, jak uvádí řada autorů, potvrzují význam podavačů nejen pro plynulost a stabilitu celého procesu pletení, ale i pro stejnoměrnost úpletu, tedy jeho kvalitu.

Obecná teorie podávání nitě na pletacích strojích nebyla dosud zpracována. Současné výzkumy pouze konstatují vhodnost a spolehlivost jednotlivých typů podávacích zařízení. Závěry jsou vyvozeny zejména na základě srovnání naměřených hodnot tahových sil, což podle mého názoru sice dá určitou představu o stejnoměrné popř. nestejnoměrné (v případě rázu) tahové síle v podávané niti, ale další závislosti a vztahy mezi stejnoměrností struktury pleteniny a změnami tahových sil a pod. zůstávají pouze naznačeny. V tomto směru je výzkum prozatím v počátcích.

2.3 HODNOCENÍ STRUKTURY PLETENINY

Z dosavadních výzkumů jasně vyplývá souvislost mezi strukturou pleteniny a jejími vlastnostmi. Struktura pleteniny, myslíme tím strukturální uspořádání vazebních prvků, je zase do značné míry ovlivněna vlastnostmi materiálu, soustavou technických a technologických parametrů a v neposlední řadě i soustavou proměnných faktorů, např. tahových sil, které tuto strukturu ovlivňují nepřímo, prostřednictvím některých jiných parametrů.

Jestliže analyzujeme problematiku tahových sil, je nutno hledat i souvislost se změnami struktury pleteniny, které tyto tahové síly zapříčiňují. Toho lze dosáhnout vyhodnocením dané struktury vhodnou metodou tak, abychom získali zpětnou vazbu "změna struktury pleteniny - změna tahové síly v nití".

Vzhledem k tomu, že současné literární prameny neuvádějí žádnou metodu vyhodnocení struktury pleteniny z hlediska změn tahových sil v nití, je krátký literární průzkum z obecného pohledu uveden v příloze č. 1 této práce.

3. CÍL DIZERTAČNÍ PRÁCE

Znalost tahových sil v niti a jejich změn v průběhu procesu pletení má velký význam z hlediska současného sledování kvality pletenin a ekonomiky celého výrobního procesu. Proto cílem práce bylo zaměřit se na ty aspekty problematiky tahových sil, které jsou pro řešení dané oblasti významné a jsou v současnosti cestou ke zkvalitnění a zdokonalení procesu pletení. Cíl práce je rozvrhnut do několika oblastí.

V úvodní části je proveden rozbor dosud uveřejněné literatury, který sleduje tři oblasti, dotýkající se řešené problematiky. V první řadě je to obsáhlá oblast sledování průběhů tahových sil a jejich změn během procesu pletení, jejich měření a vyhodnocování z hlediska řady technických a technologických parametrů. Dále je uveden rozbor současných způsobů podávání nitě na velkopřůměrových pletacích strojích. Tato kapitola je zakončena přehledem a zhodnocením metod vyhodnocování struktury pletenin z hlediska geometrických a dalších parametrů.

V následující kapitole je uvedena metodika měření tahových sil v niti v procesu pletení.

V další části je provedena teoretická analýza a výklad tahových sil a jejich změn v průběhu procesu pletení, a to v souvislosti se změnami některých základních technických a technologických parametrů.

V této etapě jsou provedena experimentální měření tahových sil v niti pro různé typické materiály, pro různé způsoby podávání a vyhodnocování těchto experimentů.

Je zde rovněž proveden původní návrh podávání nití pro velkopřůměrový pletací stroj s novou koncepcí podávacího zařízení. Měření jsou provedena pro možnost exaktního zhodnocení odvíjení nitě s křížové cívky při různých průměrech a pro podávání při použití podavačů. Pro všechna měření jsou zhotoveny záznamy a vzorky pletenin. Zejména je sle-

dován vliv klasického odvíjení s křížové cívky:

- a) bez podavače
- b) s podavačem použitým v průmyslu ve srovnání s nově navrhovaným podavačem.

V následující stati je uvedena teoretická analýza průběhu tahových sil v nití v oblasti tvorby oka, tedy v oblasti zámků. Jsou zde řešeny vztahy pro stanovení tahových sil v jednotlivých místech tvorby oka a dále pak vztahy pro stanovení relativních rychlostí nitě během tohoto procesu.

Dále je v práci proveden návrh jednoduchého simulačního zařízení pro průběh a měření tahových sil během zatahování oček a k tomu odpovídající teoretické výpočty.

V závěrečné části je zhodnocení teoretických úvah, zhodnocení experimentálních výsledků a jsou zde uvedeny návrhy pro praktické využití výsledků práce.

4. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Řešení technologických problémů v pletářském oboru spočívalo v dřívějších letech převážně na zkušenostech technických pracovníků ve výrobě.

Současnost klade velký důraz nejen na kvalitu hotových pletených výrobků, ale i na ekonomiku celého výrobního procesu.

Toho lze dosáhnout intenzivním výzkumem, který bude komplexně řešit dílčí oblasti ve všech vzájemných souvislostech.

K dosažení výsledků bylo v práci použito dvou základních prostředků, a to teoretické analýzy dané oblasti s následovnou matematickou formulací a experimentální analýzy.

Aby tyto rozборы i jejich výsledky (matematické formule) odpovídaly současné úrovni techniky, byly při sledování dané problematiky využity všechny dostupné prostředky KTP na VŠST Liberec i některých spolupracujících institucí (Zbrojovka Vsetín).

Teoretická analýza dané oblasti tahových sil v niti byla provedena na základě jednak dosavadních výzkumných poznatků a dále pak logických úvah, jejichž výsledkem bylo matematické zformulování některých dílčích problémů pro první přiblížení problematiky.

Konkrétně byly sledovány tyto problémy:

- teoretická analýza tahových sil v niti a jejich změn v průběhu procesu pletení v souvislosti se změnami některých základních technických a technologických parametrů
- zformulování vztahů pro stanovení relativních rychlostí nitě mezi třecími orgány a niti
- zformulování vztahů pro stanovení tahových sil v niti v jednotlivých místech oblasti tvorby oka.

Tato teoretická analýza nemohla zahrnout danou problematiku do takové hloubky, kam až ve skutečnosti oblast tahových sil zasahuje. Znamenalo by to sledovat a analyzovat i souvislosti a vlivy tahových sil i v ostatních oblastech textilní problematiky, čímž by se jistě značně přesáhl rozsah disertační práce.

Podrobnosti o použitých metodách tohoto teoretického rozboru budou součástí kapitoly 5.0.

V experimentální analýze byl použit následující obecný postup:

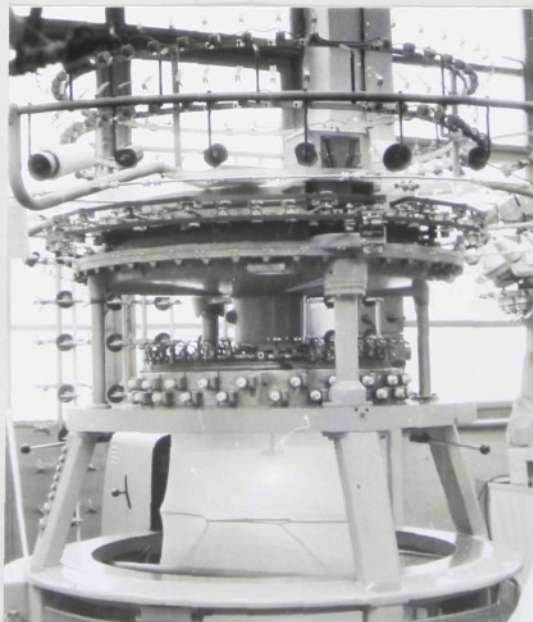
Laboratorní velkopřůměrový pletací stroj byl upraven pro možnost provedení experimentálních zkoušek měření tahových sil. Úkolem bylo dokázat, do jaké míry se shoduje praxe s teoretickými předpoklady průběhu tahových sil.

Příprava stroje pro měření se skládala z následujících prací:

- a) Úprava interlokového VPS "Meto" pro pletení zátažné jednolící pleteniny jedním systémem
- b) Instalace měřicího zařízení, což byl v našem případě tenzometrický snímač fy Rotschild
- c) Instalace dalších přístrojů pro registraci průběhu měřeného děje (byl použit termosenzitivní zapisovací přístroj Helioscriptor stejné firmy)

ad a) Pro experimentální výzkum byl použit laboratorní interlokový velkopřůměrový pletací stroj "Meto", rok výroby 1969. Na stroji byly provedeny jednoduché úpravy pro pletení zátažné jednolící pleteniny jedním systémem. Důvodem k tomu byl požadavek, aby popřípadě dále zkoumaná pletenina byla vyrobena jen z nitě, která byla sledována a byla tak zajištěna vzájemná souvislost mezi tahovými silami v niti a strukturálními (nebo jinými) změnami pleteniny.

Na obr. 20 je celkový pohled na laboratorní stroj "Meto"



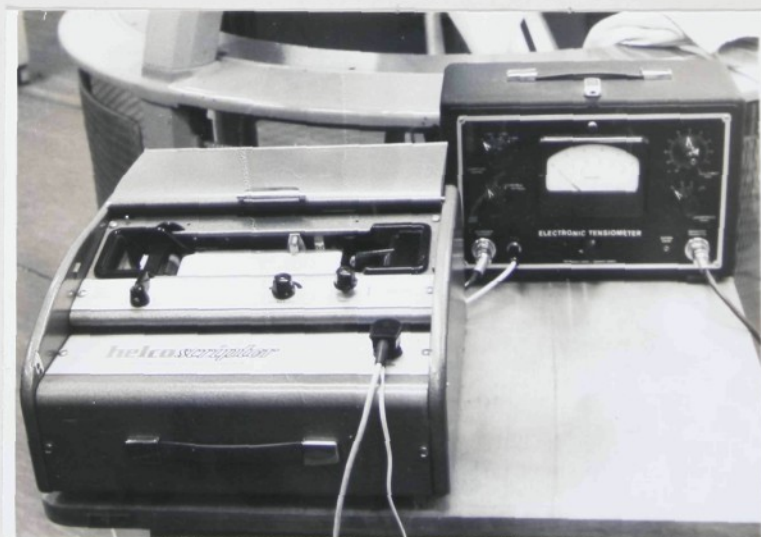
Obr. 20 Celkový pohled na použitý laboratorní stroj "Meto"

Další výhodou tohoto stroje je jeho konstrukční provedení, které dovoluje jednoduché zařazování jednotlivých podavačů do činnosti a jejich výměnu podle potřeby, dále pak regulaci rychlosti podávané nitě, což mělo pro část experimentů velký význam.

Nejdůležitější technické údaje stroje "Meto":

Výrobce, rok výroby	Zbrojovka Vsetín, 1969
Průměr jehelních lůžek	810 mm (32")
Dělení stroje	64 j. na 100 mm (16 ang.)
Počet jehel	1632 v jednom lůžku
Počet zařazených systémů	1 (jinak na stroji 44)
Obvodová rychlost	0,66 - 1,02 m.s ⁻¹
Jehla	jazyčková ražená
Podavač	páskový

ad b), ad c) K měření tahových sil v niti byl použit citlivý tenzometrický snímač tahových sil západoněmecké firmy Rotschild. Od stejné firmy byl i termosenzitivní zapisovací přístroj Helcoscriptor uvedený na obr. 21. Snímač tahových sil je uveden ve stati 5.11 na obr. 24, str. 54 .



Obr. 21 Instalované měřicí a doplňk.zapis.zařízení u stroje

Byly upleteny vzorky jedné hustoty z různých materiálů. Vzorky pleteniny byly vyrobeny za určitých podmínek, které byly předmětem sledování. Relaxace pleteniny pro další zpracování byla provedena formou 1-týdenní suché relaxace.

Bližší podrobnosti, týkající se provedení a vyhodnocení experimentů jsou pro přehlednost uvedeny v odpovídajících statích kapitoly 5.0.

Pro zjištění přibližné odtahové síly na jedno očko byl použit jednoduchý přípravek, jehož princip a popis je uveden v literárním odkazu /35/.

V experimentální stati, kde byla také sledována funkce podavačů, byly navrženy čtyři nové konstrukce podavače.

Pro experimentální analýzu tahových sil v oblasti zatahování oček byl navržen a vyroben simulátor tahových sil.

Závěrem lze říci, že nebylo při vypracování této práce použito žádných zcela nových metod zkoumání, až na výše uvedený simulátor tahových sil v oblasti zámků, který byl přihlášeno k patentování v ČSSR dne 28. prosince 1982.

5. VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE

Z předcházejícího literárního přehledu vyplývá význam průběhu tahových sil v nití v procesu pletení.

U velkopřůměrových pletacích strojů dochází ke změnám tahových sil, při kterých může jejich velikost nabývat extrémně vysokých hodnot, až blízko hranice pevnosti nitě.

Při dalších analýzách budeme vycházet z následujícího členění problematiky:

- 5.1 - Odvinutí nitě s předlohového tělesa a vedení nitě velkopřůměrovým pletacím strojem bez použití podavače
- 5.2 - Odvinutí nitě s předlohového tělesa a vedení nitě velkopřůměrovým pletacím strojem při použití podavače
- 5.3 - Podavače nití na velkopřůměrových pletacích strojích
- 5.4 - Zkoušky podavačů nití a jejich vyhodnocení
- 5.5 - Řešení průběhu tahových sil v nití.

Pokud se týká stati 5.1, t.j. tahových sil, které vznikají vlivem předlohové cívky a jejího odvinu a vlivu brzdících a vodících zařízení, byly tyto podrobněji ozřejměny v úvodní literární rešerši.

Další teoretické přínosy v této oblasti lze těžko očekávat, protože se řada autorů již touto problematikou zabývala, a z výsledků našich měření, které jsou uvedeny dále vyplývá, že jsou více nebo méně potvrzovány výsledky měření uváděné v předcházející kapitole. Naše měření a rozborů rozvádějí a konkretizují měření tahových sil v nití na jednotlivých místech velkopřůměrového pletacího stroje.

Radikální zásah do oblasti tahových sil měřených před vstupem nitě do jehel byl proveden zařazením podavače nitě do technologického procesu mezi odvíjenou nit a jehly.

Dobře zkonstruovaný a vyrobený podavač může totiž zaručit přibližně konstantní hodnotu tahové síly na výstupní

straně podavače a to i požadované velikosti (za určitých podmínek i nulovou).

Lze tedy vhodně voleným typem podavače dosáhnout jakékoliv tahové síly na vstupu do jehel. Po zjištění této skutečnosti a při masovém zavedení podavačů do pletacího procesu, nebudou mít tahové síly od cívk a od vedení nitě strojem podstatný vliv na pletací proces. Takto by byly vlastně tahové síly před jehlou v ruce seřizovače, který má k dispozici dokonalý návod k seřízení a obsluze velkop průměrového pletacího stroje a řídí se jím. Protože masové zavádění podavačů nití na pletací stroje je však především ekonomickou záležitostí, nebudou pravděpodobně ještě dlouho vybaveny všechny velkop průměrové pletací stroje těmito podavači nití a proto zůstávají výsledky ve statí 5.1 stále aktuální.

Samozřejmě zde má také velký vliv otázka zpracovávaného materiálu.

Zůstává tedy nadále žádoucí požadovat od výrobců velkop průměrových pletacích strojů eventuelně institucí, zabývajících se zkouškami zpracovávání textilních materiálů na velkop průměrových pletacích strojích, aby dodávali dokonale zpracovaná doporučení (technické normy) pro určité materiály i vazby pletenin a od výrobců pletenin zajištění technologické kázně. (Týká se jak výroby pletenin s podavači nitě, tak bez podavačů).

Jak pro pletení bez použití podavačů (stať 5.1), tak pro pletení s použitím podavače (stať 5.2) byly získány grafy průběhu tahových sil za jednotlivými místy styku nitě s povrchem vodicích a jiných pracovních orgánů, jako jsou brzdičky, podavače apod.

Pokud se týká statí 5.5, je třeba v úvodu poznamenat, že oblast tvorby oka je nejdůležitějším úsekem při tvorbě pleteniny, ale z hlediska tahových sil vznikajících zde v nití úsekem nejméně probádaným.

O oblasti kladení nití do jehel, odhozu a zatahování oka se přístupně studované literární materiály zmiňují velice sporadicky.

5.1 ODVIN NITĚ S PŘEDLOHOVÉHO TĚLESA A VEDENÍ NITĚ VELKOPRŮMĚROVÍM PLETACÍM STROJEM BEZ POUŽITÍ PODAVAČE

Jak již bylo uvedeno dříve, je oblast odvinu nitě s křížové cívky i vedení nitě různými orgány textilních strojů zpracována řadou autorů a při zařazení podavačů do technologického procesu by pro nás nebyla již tak aktuální. Protože však masové využití podavačů není ještě skutečností, budou zde krátce uvedeny důležité závěry z provedených experimentů dané problematiky zejména pro získání kontinuity informací.

Při odvinu působí na nit celá řada faktorů, což značně ztěžuje možnost exaktního vyjádření podmínky odvinu nitě na velkoprůměrovém pletacím stroji.

Nejdůležitější vlivy, působící při procesu odvíjení, můžeme shrnout takto:

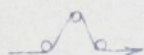
- a) vliv textilního materiálu, jeho vlastností (povrch, nestejnoměrnost aj.)
- b) vliv přípravy materiálu k pletení, a to:
 - technologické podmínky a parametry soukání (tvar a rozměr cívky, stejnoměrnost a kvalita návínu aj.)
 - technologické podmínky při pletení, vztahující se k cívce (uložení cívky, vzdálenost od vodícího oka, sklon cívky, rychlost odvinu aj.)
 - vliv okolí.

Nejdůležitější z výše uvedených vlivů budou rozebrány zejména v této kapitole.

Dále je uvedena legenda k obr. 22 a obr. 35, schematické znázorňující místa, za kterými byly měřeny tahové síly v niti na velkoprůměrovém pletacím stroji:



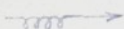
křížová cívka



nit vedená s různým úhlem opásání přes
elementy stroje



vedení nitě brzdičkou



podavač

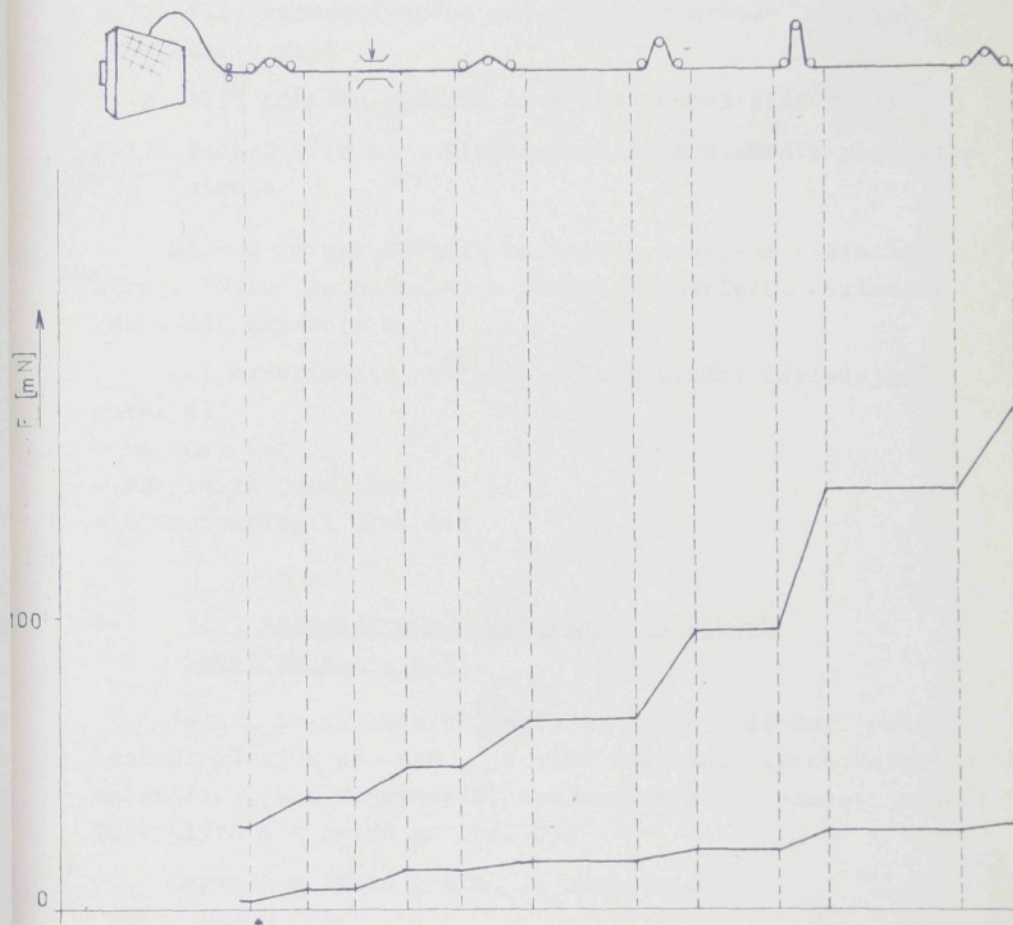


pletací jazýčková jehla

Na následujícím obr. 22 je ukázána pro ilustraci oblast tahových sil v niti naměřených za jednotlivými elementy velkopřůměrového pletacího stroje při zpracovávání materiálu ba 20x2 tex, při průměru cívky 90 mm bez použití podavače nitě.

Z obr. 22 je patrné, že oblast tahových sil bez použití podavače je značně veliká a průměrné maximální tahové síly před vstupem nití do jehel (zde kolem 170 mN) jsou již nebezpečné z hlediska možných přetrhů v oblasti tvorby pletenin (zejména proto, že se jak bude ukázáno dále, pohybují maxima tahových sil v niti na podstatně vyšších hodnotách).

Dále podrobněji rozebereme, pro dodržení kontinuity, oblast odvinu nitě s křížové cívky zejména z hlediska použitého materiálu, z hlediska právě odsoukávaného průměru křížové cívky a oblast zvyšování hodnot tahových sil za vodicími elementy event. dalšími orgány pletacího stroje.



Obr. 22 Oblast průběhu středních hodnot tahových sil v niti při vedení nitě strojem "Meto" při zpracovávání bavlny 20x2 tex, při průměru cívký 90 mm, bez použití podavače

Stať je členěna na:

- 5.11 Vliv zpracovávaného materiálu na průběh tahových sil v niti
- 5.12 Vliv průměru křížové cívky na tahové síly v niti
- 5.13 Tahové síly za vodicími a dalšími elementy pletacího stroje.

Měření se uskutečnilo na velkopřůměrovém pletacím stroji "Meto" za podmínek a použitých měřících zařízení, jak uvádí kapitola 4.

Při experimentu byl použit ke srovnání následující materiál:

- ba 20x2 tex
- PES/Tesil 20x2 tex
- Grisuten/Tesil 20x2 tex

5.11 Vliv zpracovávaného materiálu na průběh tahových sil v niti

Jedním ze základních faktorů, které ovlivňují průběh technologických procesů, je vliv samotného zpracovávaného materiálu (jeho vlastností, stejnoměrnosti, jemnosti apod.). To vyplývá i z grafů na obr. 23.

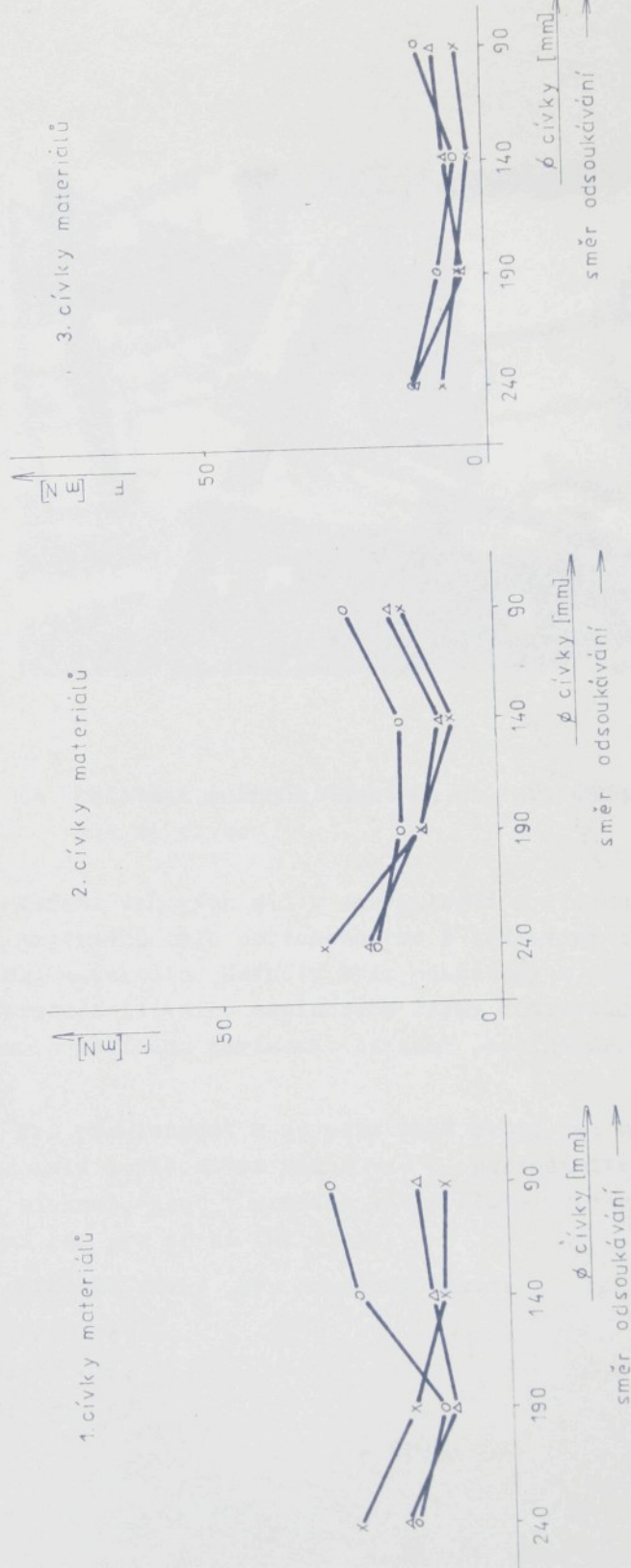
Legenda k těmto grafům je následující:

- o ba 20x2 tex
- x PES/Tesil 20x2 tex
- Δ Grisuten/Tesil 20x2 tex

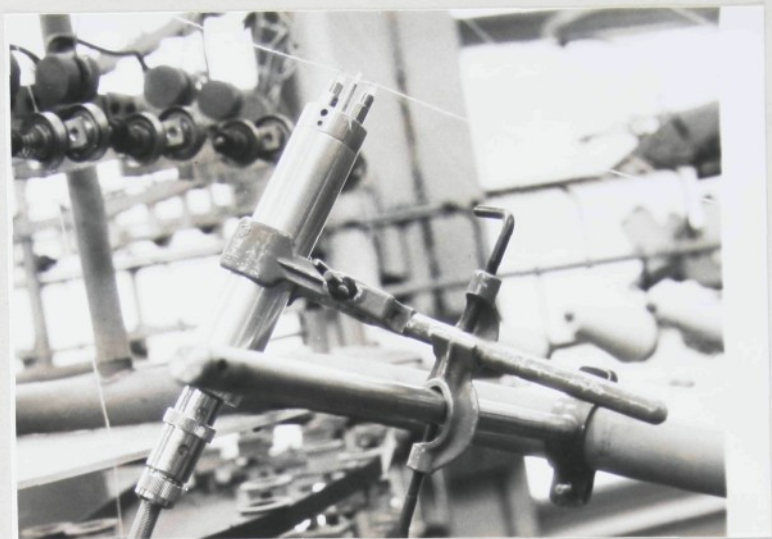
Materiál bude i v ostatních grafech odlišen stejnými značkami.

Hodnoty tahových sil tohoto experimentálního měření jsou uvedeny v tabulce na obr. 25.

Tahové síly byly zde měřeny za cívkou. Způsob umístění snímače je znázorněn na fotografii na obr. 24 (fotografie je převzata z měření při použití páskového podavače).



Obr. 23 Průběh středních hodnot tahových sil v niti měřených za cívkou v závislosti na materiálu a průměru cívký



Obr. 24 Umístění snímače tahových sil při měření těchto sil za cívkou

Měření tahových sil v souvislosti s vlivem zpracovávaného materiálu bylo provedeno pro 5 křížových cívek od každého materiálu. Hodnoty byly odečítány z přímého záznamu termosenzitivního zapisovače firmy Rotschild, instalovaného k měřicímu zařízení. Záznamy jsou uvedeny v příloze č. 2.

Pro přehlednost a zejména také proto, že nebyla zjištěna u tak malé serie cívek žádná výrazná periodicitu tahových sil mezi cívkami, jsou v grafech i v příloze uvedeny hodnoty měření jen pro první tři cívky.

Křížové cívky jsou označeny takto:

1. cívka - c1
2. cívka - c2
3. cívka - c3.

Předcházející podmínky měření a informace platí i pro experimentální měření uváděné ve stati 5. 12.

Při hodnocení grafických průběhů změn tahových sil uvedených na obr. 29 můžeme konstatovat následující:

1. Rozdílné sledované materiály vykazují i rozdílné hodnoty tahových sil měřených při odvinu materiálu s cívky. Tyto hodnoty se pohybují v určitém rozmezí a podobnost se týká pouze charakteristiky průběhu křivek těchto tahových sil.
2. Relativně nejnižší hodnoty tahových sil jsou patrné z grafů u materiálu Grisuten/Tesil 20x2 tex.

5.12 Vliv průměru křížové cívky na tahové síly v niti

V průběhu odvinu nitě s křížové cívky dochází ke zmenšování průměru této cívky. To do značné míry ovlivní kolísání tahových sil v niti, měřených za prvním vodičím prvkem (očkem)

Tabulka na obr. 25 uvádí naměřené hodnoty tahové síly za pěti křížovými cívkami, tří různých materiálů, jak uvádí podrobněji předcházející stať 5.11.

Měření bylo provedeno pro 4 průměry křížové cívky, a to:

$$d_c = 240 \text{ mm}$$

$$d_c = 190 \text{ mm}$$

$$d_c = 140 \text{ mm}$$

$$d_c = 90 \text{ mm}.$$

Záznamy průběhu tahových sil jsou uvedeny v příloze č. 2.

Z tabulky a zejména z grafů na obr. 26 je zřejmé, že průběh tahových sil je přibližně stejný a odpovídá předpokládanému průběhu, uvedenému již dříve ve stati 2.11, obr. 2. Z tohoto důvodu byly do grafů pro přehlednost opět vyneseny jen hodnoty prvních tří křížových cívek.

Legenda k obr. 26 je následující:

• 1. cívka

* 2. cívka

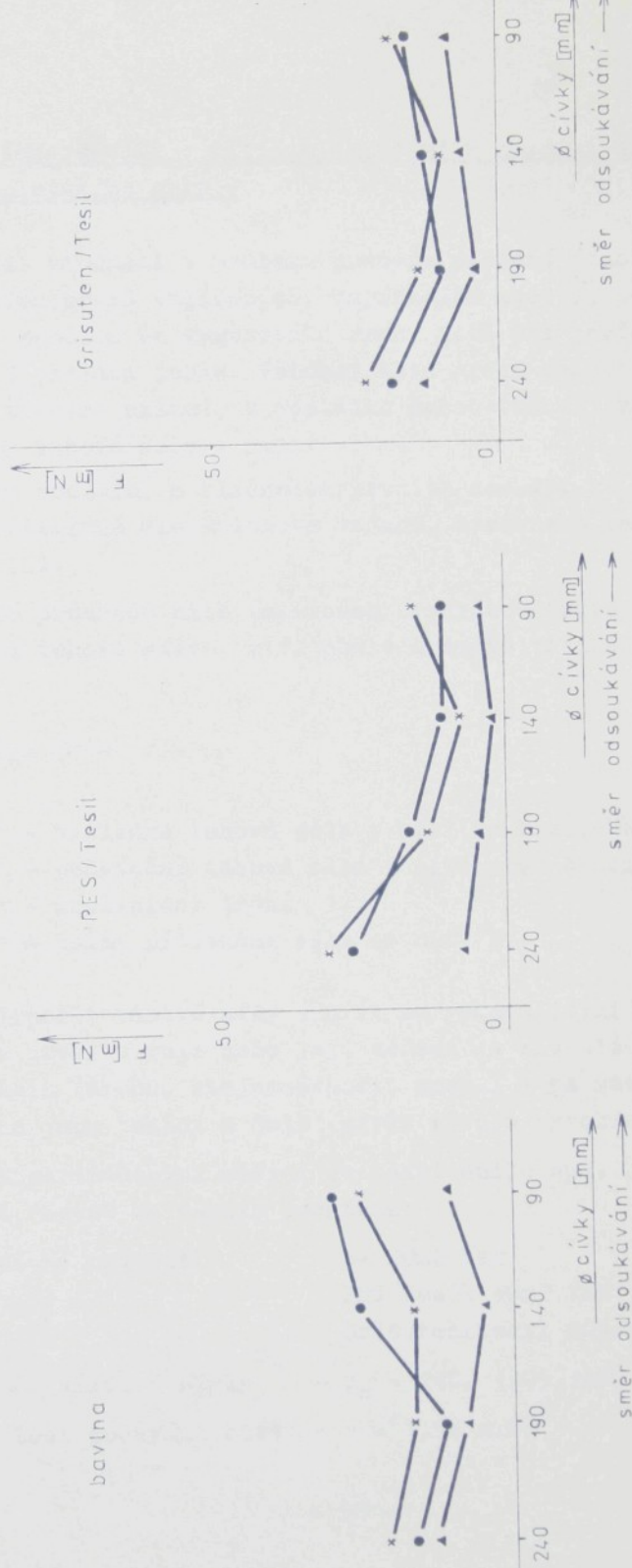
▲ 3. cívka

	Průměr cívky mm	c 1 $F_{st}, [mN]$	c 2 $F_{st}, [mN]$	c 3 $F_{st}, [mN]$	c 4 $F_{st}, [mN]$	c 5 $F_{st}, [mN]$
balení	240	17,5	14,2	22,5	20,6	18,4
	190	12,2	9,4	17,5	14,6	11,2
	140	26,5	4,7	16,8	11,4	17,7
	90	31,2	11,2	27,5	22,5	20,7
PES/Textil	240	27,7	7,7	30,2	28,8	25,4
	190	16,2	4,6	15,7	16,7	14,8
	140	8,4	3,1	10,2	15,1	10,2
	90	10,5	4,5	16,2	17,9	17,9
Grünten/Textil	240	18,2	10,7	22,5	19,9	21,7
	190	10	4,2	12,5	9,7	12,7
	140	12,5	6,8	10,2	11,9	14,9
	90	17,5	9,2	17,7	17,6	20,7

Obr. 25 Tabulka naměřených středních tahových sil za cívkou bez použití podavače

Při hodnocení grafického průběhu změn tahových sil v nití při odvinu nitě s křížové cívky můžeme konstatovat následující:

1. S měnícím se průměrem cívky roste nebo klesá střední hodnota tahové síly v nití, což se u strojů, kde není použit podavač může projevit nestejnoměrností pleteniny.
2. Nejpriznivější výsledky vykazují cívky (ve většině případů) s průměrem 140-170 mm. Při změně průměru cívky v obou směrech se podmínky při odvinu zhoršovaly (rostly tahové síly).
3. Při odvinu nitě vykazují tahové síly kromě kolísání střední hodnoty (viz ad 1) také periodické kolísání tahové síly, vztahující se ke dvěma následným odvinům nitě.
4. Odvin nitě dále vykazuje rázy, které vznikají v důsledku určité překážky při odvinu nitě.



Obr. 26 Průběh středních hodnot tahových sil v niti měřených za cívky u více cívek stejného materiálu v závislosti na průměru cívky

5.13 Tahové síly v nití za vodicími a dalšími elementy pletacího stroje

Nit prochází v průběhu procesu pletení soustavou vodicích a dalších prvků (hlídacích, napínacích apod.), jejichž hlavní funkce spočívá ve vymezování dráhy nitě při jejím pohybu od cívky k pletací jehle. Všechny tyto prvky působí na nit převážně třecími silami, v důsledku čehož dochází ke zvyšování hodnoty tahové síly v nití.

Ve vodicích a hlídacích prvcích dochází ke změnám tahové síly přibližně dle Eulerova vztahu, uvedeného ve statí 2.12 vztah (5).

Po průchodu nitě talířovou brzdíčkou (stroj "Meto") se zvyšují tahové síly v nití podle známého vztahu

$$F = F_0 + 2N \mu \quad (22)$$

kde F - výsledná tahová síla v nití za brzdíčkou [N]
 F_0 - počáteční tahová síla v nití před brzdíčkou [N]
 μ - koeficient tření [1]
 N - kolmá přitlačná síla na nit [N]

Výpočet tahové síly v nití za jednotlivými místy styku nitě s prvky stroje nebo její měření je závislé na textilním materiálu (druhu, stejnoměrnosti apod.) i na materiálu, ze kterého jsou vodicí a další prvky stroje vyrobeny.

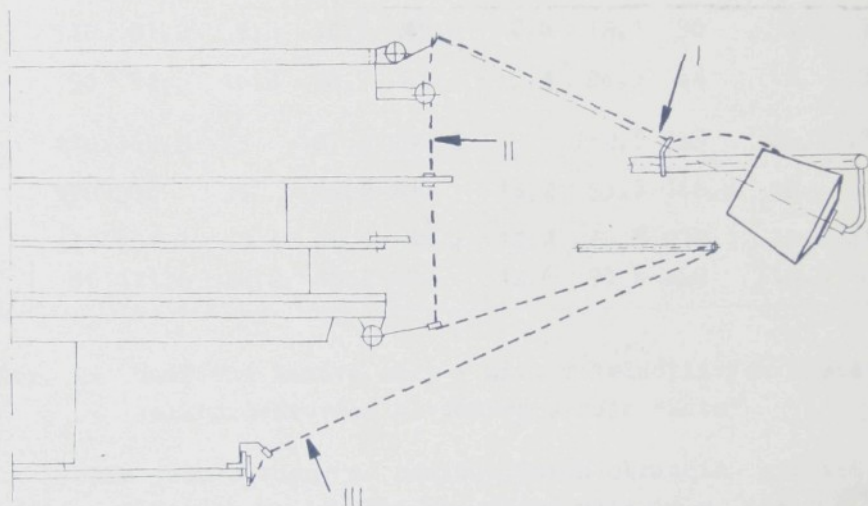
Experimentální měření se uskutečnilo opět na upraveném stroji "Meto" za těchto podmínek:

- | | |
|--------------------------|---|
| - zkoušený materiál | - ba 20x2 tex
PES/Tesil 20x2 tex
Grisuten/Textil 20x2 tex |
| - průměr křížové cívky | - $d_c = 240, 190, 140, 90 \text{ mm}$ |
| - rychlost podávání nitě | - $v = 1,54 \text{ m.s}^{-1}$ |

Cílem měření bylo sledovat změny průběhu tahových sil v niti při vedení nitě strojem, konkrétně ve třech místech, a to za cívkou, za brzdičkou a před jehlou, opět v souvislosti se změnou druhu materiálu a průměru křížové cívky.

Schematicky jsou místa měření tahových sil v niti na stroji znázorněna na obr. 27, kde jsou označena takto:

- I - místo měření za cívkou
- II - místo měření za brzdičkou
- III - místo měření před jehlou



Obr. 27 Schematické znázornění míst měření tahových sil v niti na stroji "Meto"

Naměřené hodnoty tahových sil jsou uvedeny v následující tabulce na obr. 28. Tato tabulka uvádí kromě středních hodnot tahových sil i maximální a minimální hodnoty, které jsou pro nás pro vyhodnocování grafů velmi důležité.

Průměr cívky [mm]		bavlna F [mN]			PES/Tesil F [mN]			Grisuten/Tesil F [mN]		
		F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}
za cívku	240	60	0	14,2	51,3	1,5	7,7	75,3	1,9	10,7
	190	28,1	0	9,4	47,9	0	4,6	19,3	0	4,2
	140	20,3	0	4,7	43,3	0	3,1	13,7	1,5	6,8
	90	40,6	9,4	11,2	40,5	1,2	4,5	37,7	2,7	9,2
za brzdu	240	200	38,5	93,8	87,3	12,7	44,3	32,2	2	23,3
	190	156,3	6,3	22,8	77,4	3,4	24,5	64,2	3,2	19,7
	140	81,2	9,3	18,7	49,6	2,6	12,1	90	3,2	34,3
	90	62,5	16,4	28,7	64	5,4	24,5	64	12	37,6
před jehlou	240	362,5	75	187,5	290,2	0	112,5	235	25,3	134,5
	190	200	25	75,2	200	18,2	93,3	168,4	18	87,5
	140	194,7	18	50,5	158,2	12,4	78,5	232,1	32,4	115,0
	90	171,5	26,2	96,2	200	12,6	93,6	228	18,9	125,0

Obr. 28 Naměřené tahové síly v niti v jednotlivých místech velkopřůměrového pletacího stroje "Meto"

Dále jsou uvedeny na následujících obrázcích grafické průběhy tahových sil v niti pro různé materiály, získané z měření za cívku, za brzdičkou a před jehlou.

Legenda k následujícím grafům je:

- o ba 20x2 tex
- x PES/Tesil 20x2 tex
- Δ Grisuten/Tesil 20x2 tex
- měření za cívku
- měření za brzdičkou
- měření před jehlou

Nárůst středních hodnot tahových sil v niti v jednotlivých místech stroje (I, II, III) pro různé materiály a při různých průměrech odvíjené křížové cívky jsou ukázány na následujících grafech na obr. 29, 30 a 31.

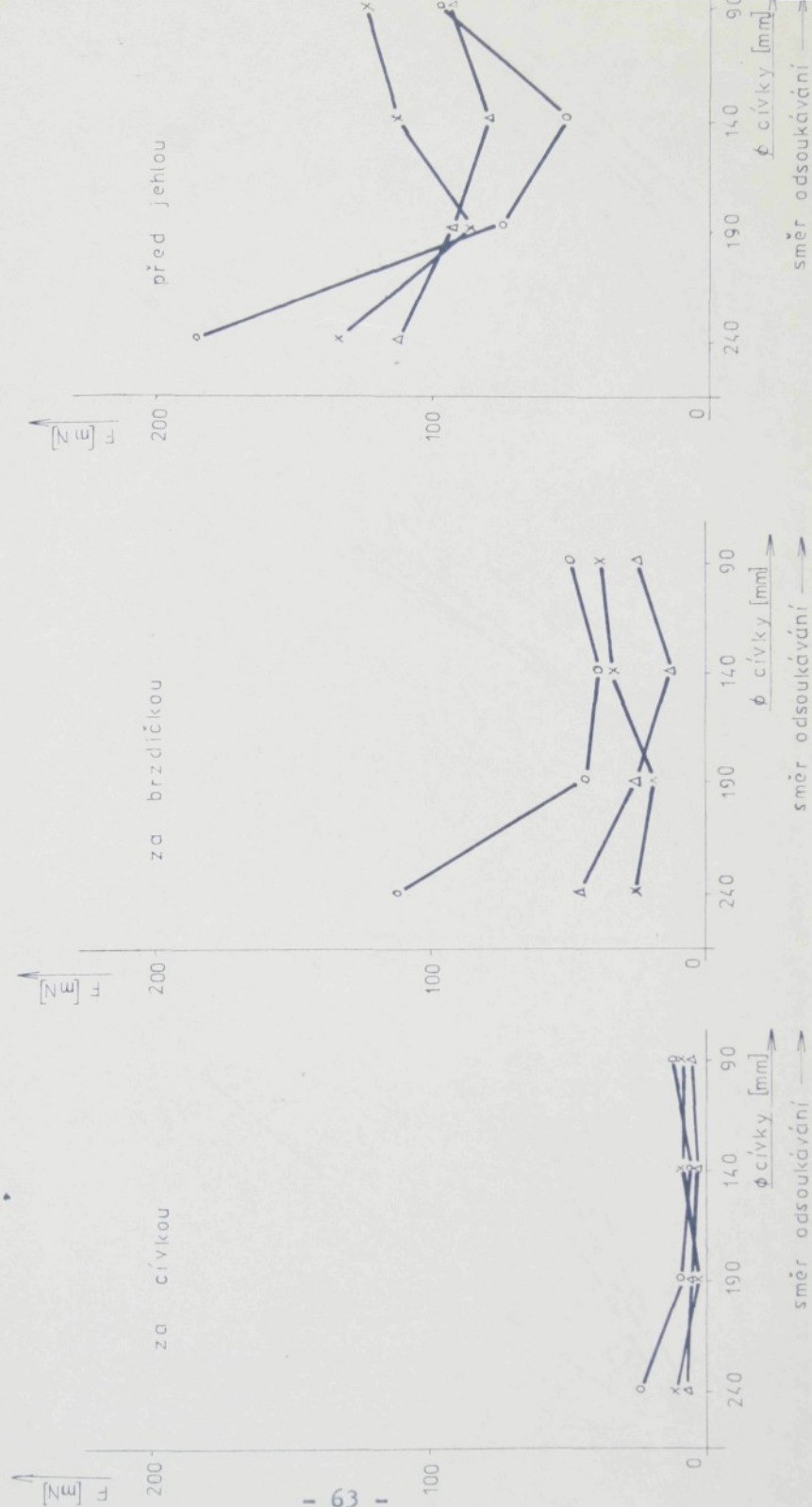
Grafy na obr. 29 znázorňují nárůst středních hodnot tahových sil odděleně pro jednotlivé materiály při průchodu nitě strojem.

Grafy na obr. 30 znázorňují vliv materiálu na růst tahových sil při průchodu nitě strojem.

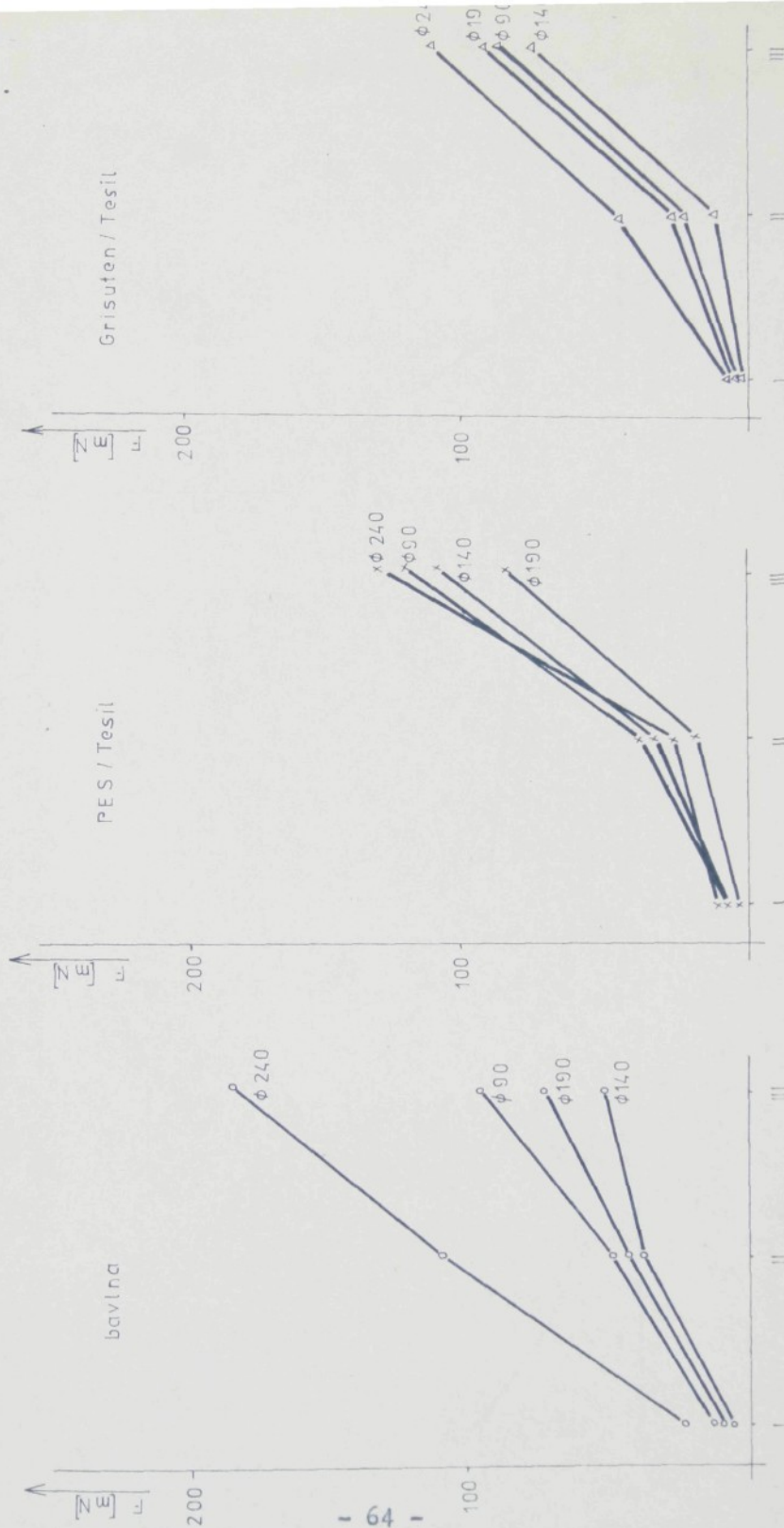
Grafy na obr. 31 znázorňují vliv průměru křížové cívky jednotlivých materiálů na nárůst tahových sil při průchodu nitě strojem.

Pro další ozřejnění průběhu tahových sil za dříve již uváděnými místy velkop průměrového pletacího stroje "Meto" (I, II, III) jsou na dalších třech obrázcích uváděna maxima a minima tahových sil vybraných z řady prováděných měření zarazených v příloze č. 3.

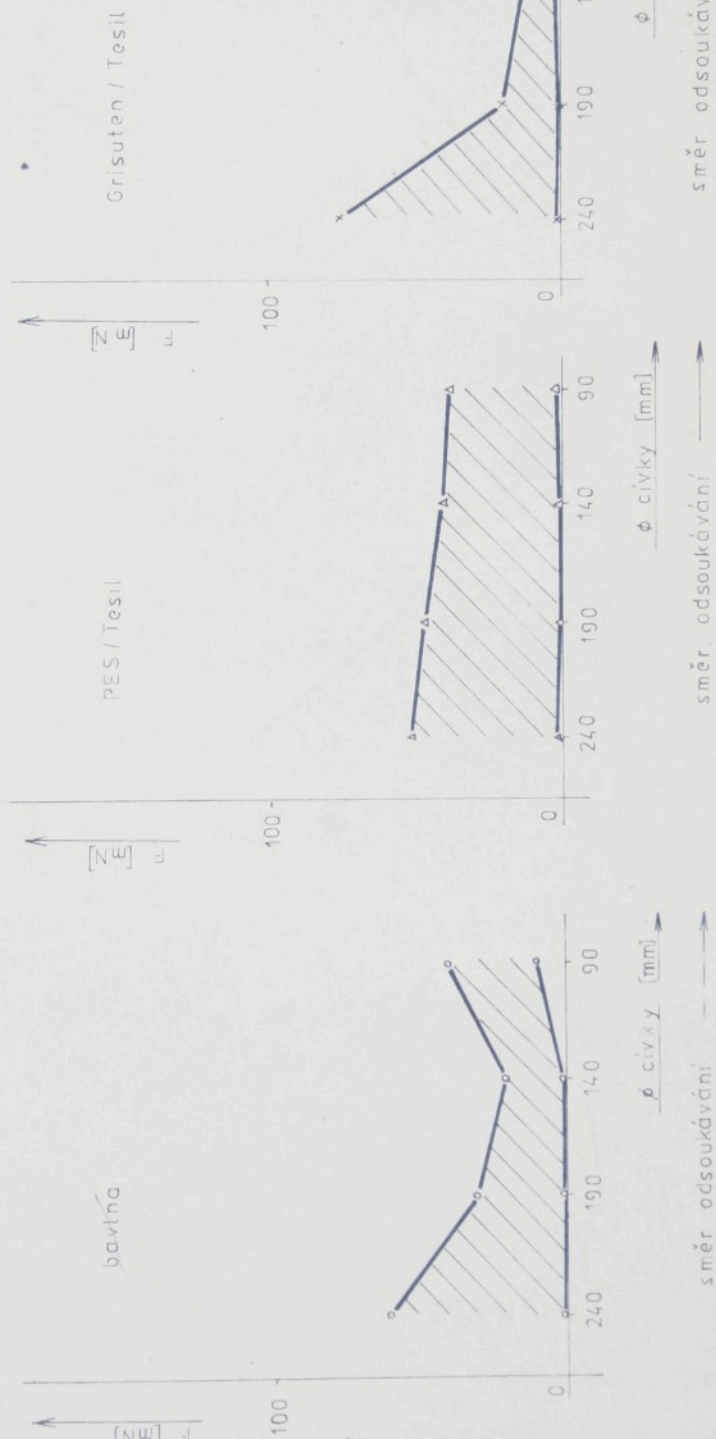
Tyto grafy byly pořízeny zejména proto, aby bylo upozorněno na nahodilé jevy, které jsou těžko konkretizovatelné a odstranitelné při běžném odvíjení, zejména v maximech tahových sil, které mohou okamžitě (skokově) stoupat nad neúnosnou hranici a způsobit přetrh (viz zejména poslední ze tří následně uváděných grafů na obrázku 34, ukazující maxima a minima tahových sil v niti před jehlou).



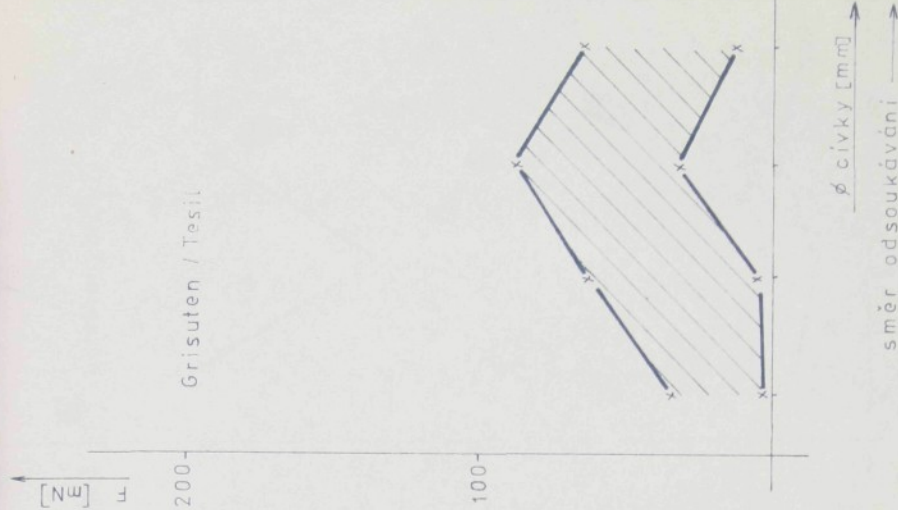
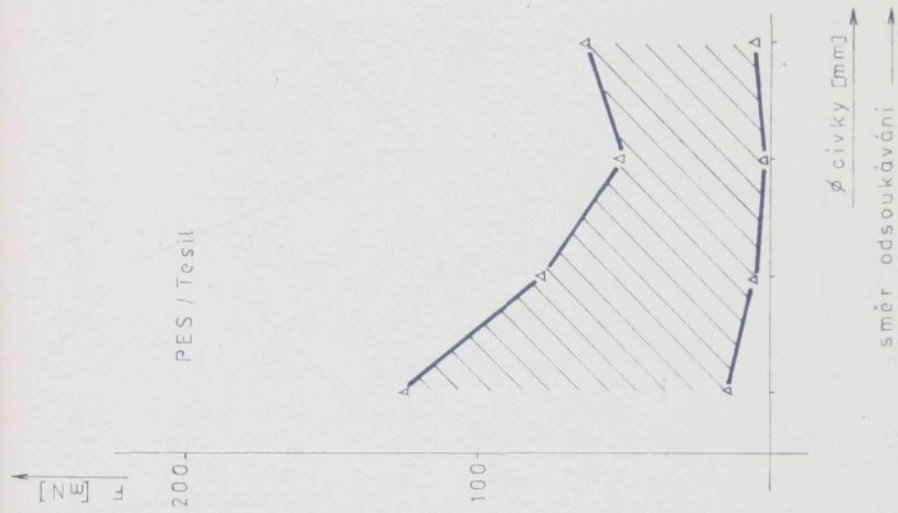
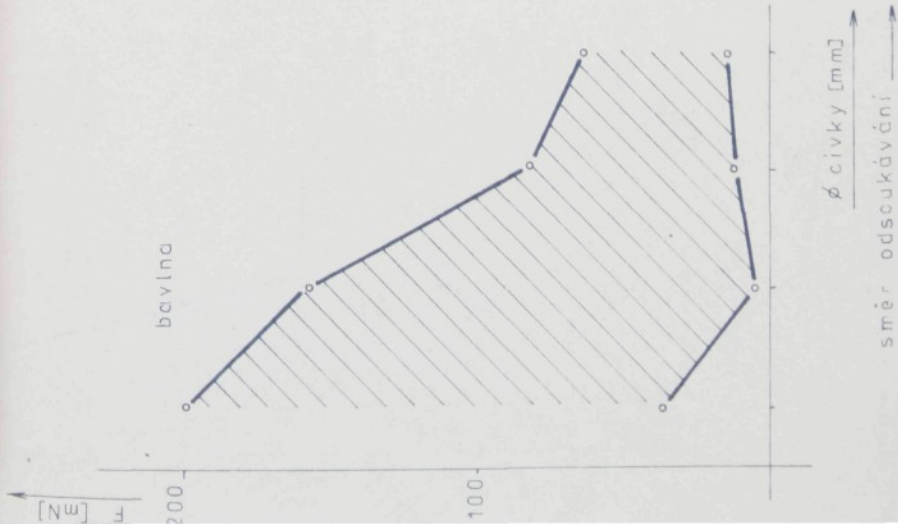
Obr. 30 Průběh středních hodnot tahových sil v niti v závislosti na materiálu



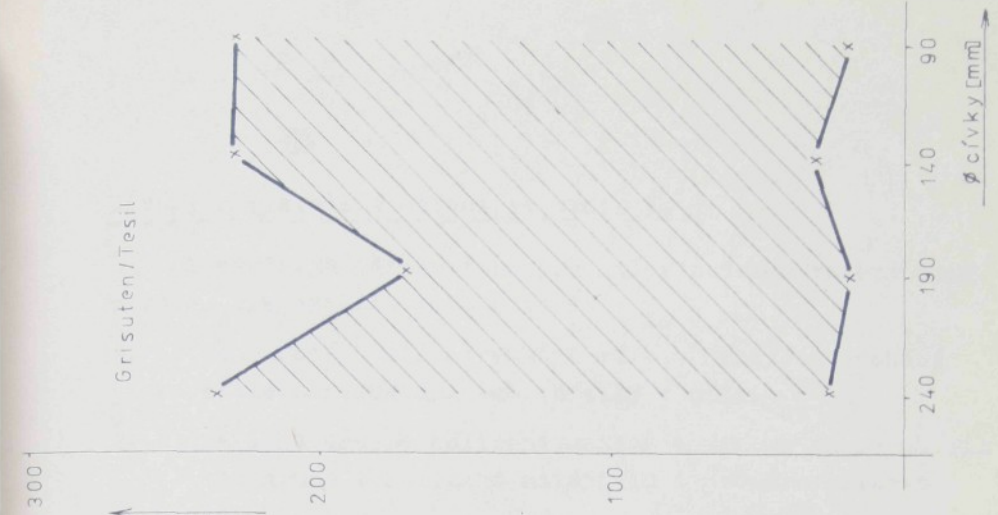
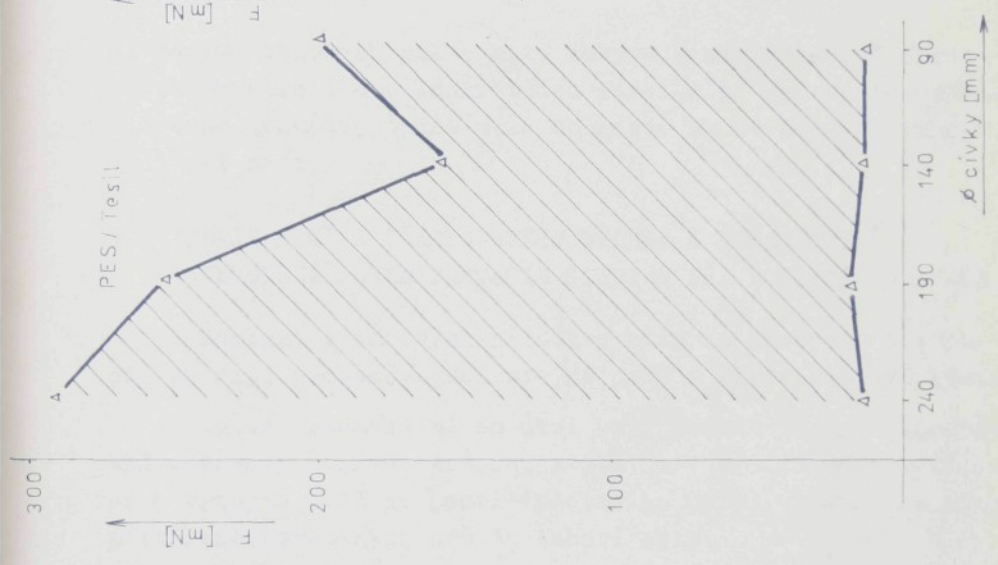
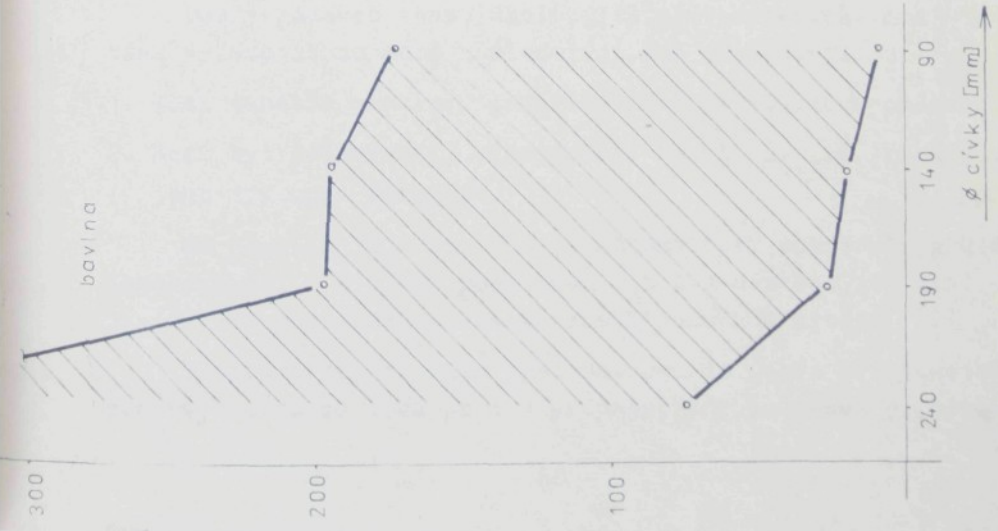
Obr. 31 Nárůst středních hodnot tahových sil v niti při vedení strojem pro různé průměry ořívky



Obr. 32 Průběh maximálních a minimálních hodnot tahových sil v níti za oívkou



Obr. 33 Průběh maximálních a minimálních hodnot tahových sil v nití za brzdičkou



24 Dráhám maximálního a minimálního posunutí odpovídají síly 220 mN a 180 mN.

Závěry k výsledkům měření ve stati 5.12

Z výsledků měření tahových sil v průběhu vedení nitě strojem lze vyvodit tyto závěry:

1. Vlivem třecích sil a přítláčné síly v brzdě dochází ke stálému narůstání tahové síly v niti.
2. Z grafů je zřejmé kolísání maxima a minima tahových sil vlivem druhu textilního materiálu i průměru křížové cívky.
3. Maxima tahových sil v niti nabývají na konkrétně sledovaném stroji a u konkrétních textilních materiálů nebezpečné hodnoty, takže může docházet ke zvýšené přetrhovosti nití.

5.2 ODVIN NITĚ S PŘEDLOHOVÉHO TĚLESA A VEDENÍ NITĚ VELKOPRŮMĚROVÍM PLETACÍM STROJEM PŘI POUŽITÍ PODAVAČE

Podmínky v tahových silách v niti za křížovou cívku při použití podavače jsou stejné jako v předcházející stati.

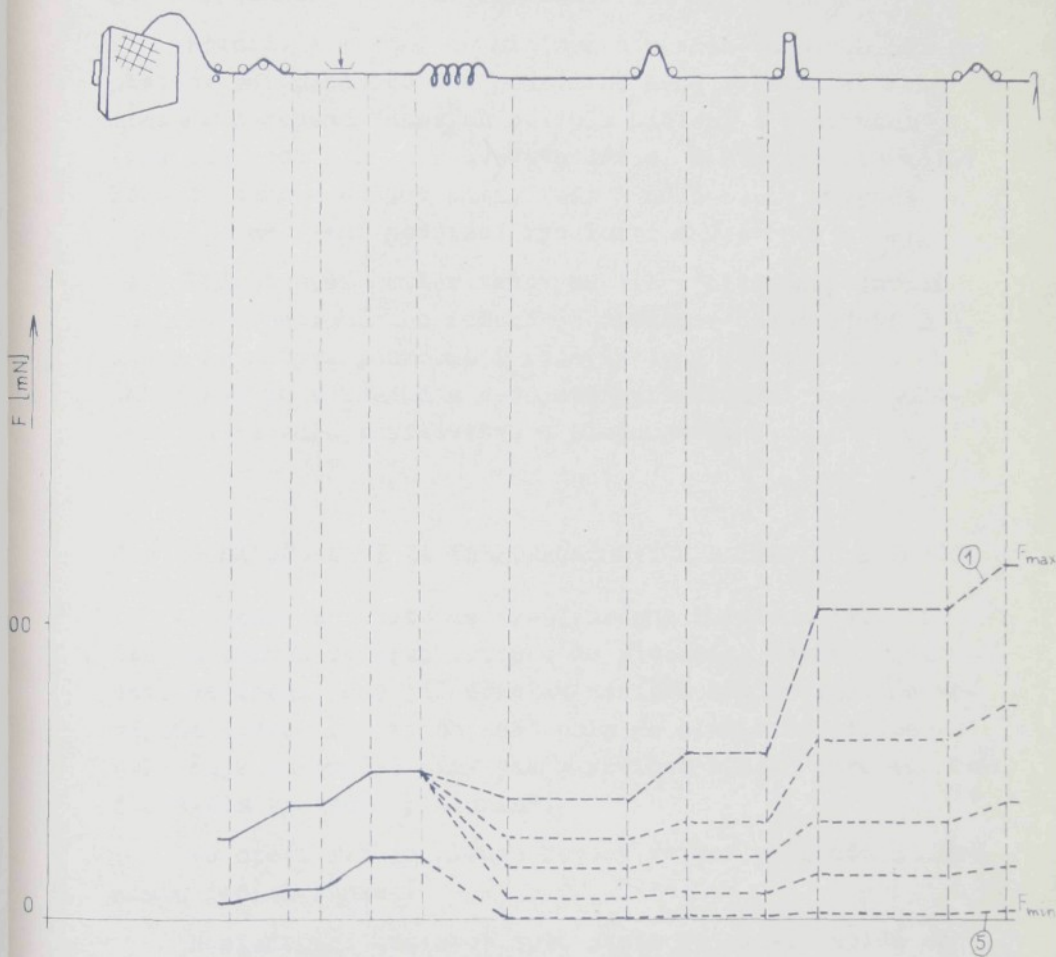
Vložený podavač má za úkol celý rozsah různých tahových sil (ukázaný v předcházející stati 5.11 a 5.13 na obr. 22, 34) před vstupem nitě do jehel (pletacího pole) upravit na stejný, přibližně konstantní průběh tahové síly.

Dobrý podavač tento úkol zajišťuje perfektně, musí však vykazovat nejméně následující dvě vlastnosti:

1. Musí zamezit prokluzu podávané nitě na povrchu podavače
2. Musí být jednoduše, nejraději bezstupňovitě, regulována jeho výstupní rychlost.

Na následujícím obr. 35 je schematicky znázorněn průběh tahových sil v niti za podavačem P 5 dle následující stati 5.3, která pojednává o vlastnostech podavačů nitě.

Výsledná tahová síla před vstupem do jehel při použití podavačů nitě se také jako v případě, kdy podavačů použito



Obr. 35 Oblast průběhu středních hodnot tahových sil v niti při vedení nitě strojem "Meto" při zpracovávání bavlny 20x2 tex, při průměru cívky 90 mm, s použitím podavače P 5 (1 - 5 stupňů regulace)

(lze srovnat s průběhy tahových sil bez podavače na obr. 22)

nebylo, pohybují v určitém rozmezí.

Rozdíl je v tom, že minimum a rozsah tahových sil při pletení bez podavače lze podstatně méně ovlivňovat než minimum a rozsah tahových sil při pletení s podavačem (zde lze, jak již bylo uvedeno dříve, nastavit jakoukoliv hodnotu tahové síly v niti, tedy i nulovou, v případě vhodného seřízení podávací rychlosti a spotřeby nitě).

Podrobnější rozbor tahových sil v niti za podavači různého konstrukčního řešení je uváděn v další stati 5.3, která se zabývá podrobněji různými typy jak stávajících tak i novými výzkumně a vývojově zpracovanými typy podavačů na katedře tkalcovství a pletarství.

5.3 PODAVAČE NITÍ NA VELKOPRŮMĚROVÝCH PLETACÍCH STROJÍCH

Obecně jsou tato zařízení určena k řízení vstupní tahové síly nitě před vstupem do pletacích mechanismů. Tato zařízení jsou již několik desítek let intenzivně vyvíjena proto, že jejich zařazením do pletacího procesu se ovlivňuje do značné míry jak plynulost tohoto procesu, tak i kvalita výsledné pleteniny.

Ve stati 2.2 je uveden obecný rozbor podavačů z hlediska jejich funkce.

Následující odstavce této statě se zaměří spíše na pozitivní způsoby podávání, tedy trvalé podávání "konstantního" množství nitě, kterých se používá při výrobě hladkého pleteného zboží na velkoprůměrových pletacích strojích (negativní podavače nití pro pletací stroje odpovídají svými principy odvíječům útku pro tkací stroje - těchto se používá při výrobě žakárského zboží).

Zásobníkové podavače, jak bylo v krátkosti nastíněno ve stati 2.2 se mohou, bereme-li v úvahu negativní variantu, lišit následujícími způsoby:

- způsobem vytváření zásoby nitě,

- způsobem posuvu zásoby nitě, která je z jedné strany ode-
bírána a z druhé doplňována,
 - pohonem,
 - řešením problému navádění nitě do podavače,
- a samozřejmě bychom našli i jiné méně podstatná hlediska
(kontrolu nitě, možnost znečištění prachem a odletky, život-
nost apod.)

Způsoby vytváření zásoby nitě

Nejběžnější je vytváření zásoby nitě navinutím nitě na těleso válcového tvaru. Přitom to nemusí být rotační válec. Zatím vyráběné podavače využívají těchto tvarů:

- a) rotační válec,
- b) klec s dostatečně velikým počtem prvků
- c) galetové podávání, u kterého dva nebo více válců
různě uložených rotuje kolem svých os a podávají nit.

Je ovšem možné ukládat nit do zásoby i jinými způsoby nežli jejím navinutím, problematická zde zůstává dokonalá kontrola nitě v zásobě. Nit může být volně vkládána do zásobní komůrky, může ležet v jednoduché smyčce napínané např. pneumaticky apod. U uvedených způsobů bychom snadno našli řadu nevýhod, jako je problém smyčkovitosti na nenapnuté niti ap. Podstatným problémem by zde bylo zajištění pozitivního podávání nitě.

Způsoby posuvu zásoby nitě

Uvedená problematika se týká zásoby, vytvořené navinutím nitě na válcovou nebo jinou plochu, která se v průběhu doplňování a současněho odebírání nitě ze zásoby posouvá po této válcové nebo jiné ploše ve směru osy na stranu odváděné nitě. Při posuvu zásoby mohou být jednotlivé oviny:

- a) v těsném kontaktu, což usnadňuje realizaci posuvu zásoby, zhoršuje to ale kvalitu podávání nitě. Zásobu je možné posouvat různými mechanizmy tlakem na poslední ovin (např. pomocí šikmého prstence a podobně), při odvíjení nitě ale vznikají v tahové síle v niti nekontrolovatelné změny způsobené soudržností jednotlivých vrstev.

b) v předem daných vzdálenostech, kdy oviny nejsou v kontaktu a odvíjení nitě je kvalitnější. Větší nároky jsou ovšem kladeny na realizaci posuvu zásoby, která musí být tentokrát prováděna na všech ovinech.

K provádění tohoto posuvu existuje řada technických řešení, které nebudou podrobně probírány proto, že jsou případ od případu různé. V našich pracích jsme se zaměřili na tři principy posuvu, které budou rozebírány dále, avšak zkoušky proběhly se čtyřmi typy posuvu zásoby.

Pokud se týká již výše uvedeného náhonu podavačů, je tento v případě pozitivní varianty zajišťován synchronizací s pletacím strojem s možností regulace rychlosti, přičemž je pro tahové síly v niti nejvýhodnější plynulá regulace rychlosti.

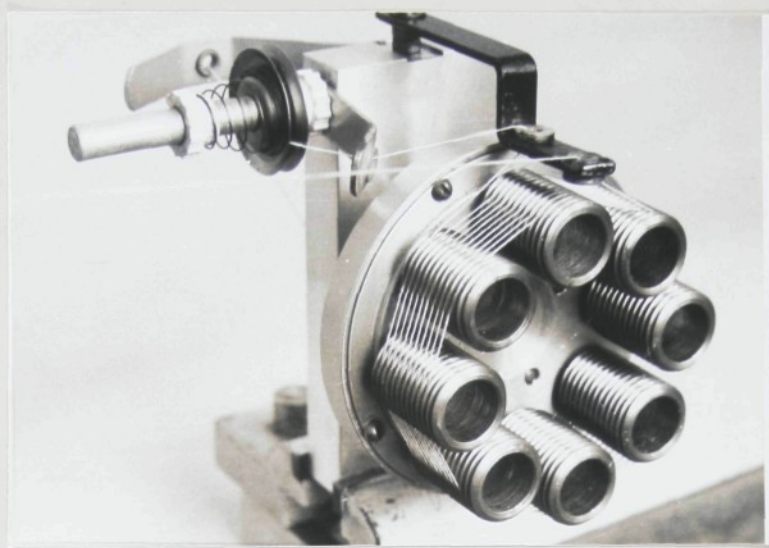
Pokud se zabýváme naváděním nitě do podavače, je třeba pouze konstatovat, že toto navádění je zpravidla jednodušší u negativních typů podavačů proto, že u pozitivních je zpravidla zásoba konstantní a má být na podavači vytvořena před spuštěním stroje (před zahájením pletení).

Na KTP jsme vytvořili několik typů podavačů nitě, které budou následně popsány a v další stati podrobeny zkouškám ve srovnání s jinými podavači tak, aby bylo dosaženo pokud možno objektivních výsledků a objektivních pohledů na zkoumanou problematiku.

Podavače vyvinuté na KTP jsme označovali VŠST-A, B, C, D1, D2, přičemž zkoušky byly provedeny jen u některých z nich.

5.31 Podavač VŠST-A (s válečky se šroubovou drážkou malého průměru)

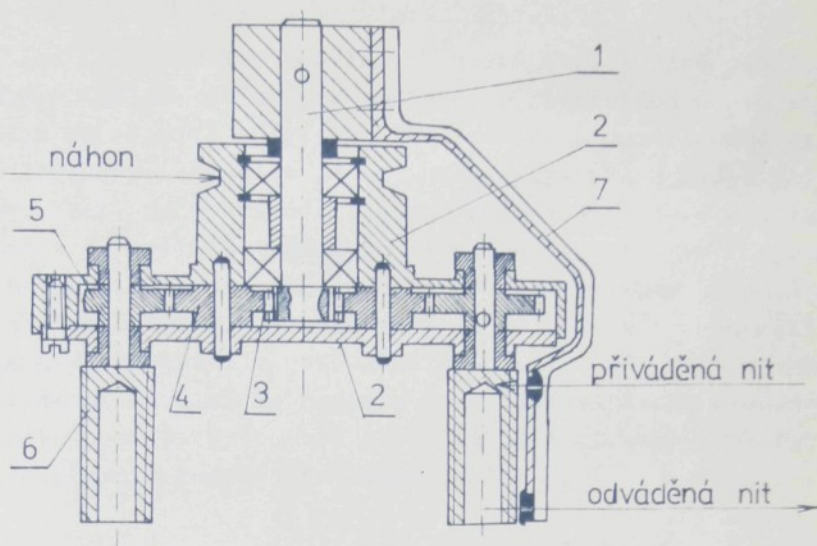
U tohoto typu podavače stejně jako u typů uvedených dále rotuje celá zásoba nitě uložená na bubínku. Axiální posun zásoby je zajišťován šroubovou drážkou na všech osmi válečkách, ze kterých je sestaven bubínek, viz výkres na obr. 36 a fotografie na obr. 37.



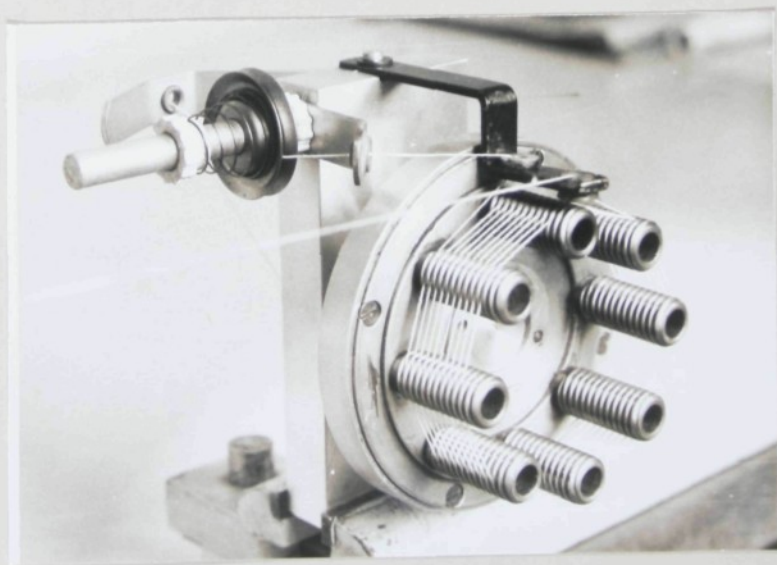
Obr. 39 Fotografie podavače VŠST-A

5.32 Podavač VŠST-B (s válečky se šroubovou drážkou velkého průměru)

Tento podavač se od předešlého liší velice málo. Kromě většího průměru osmi válečků je zde použita jednochodá šroubová drážka, viz obr. 38 a 39.



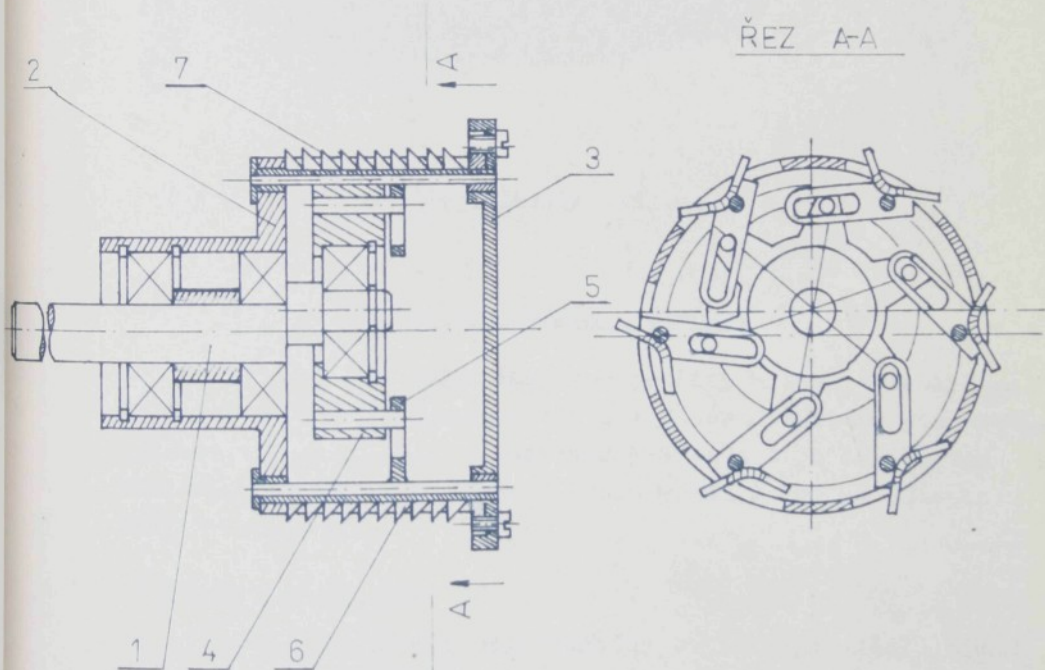
Obr. 36 Sestava podavače VŠST-B: 1-pevná hřídel, 2-těleso podavače, 3-pastorek, 4-mezikolo, 5-ozubené kolo, 6-váleček se šroubovou drážkou, 7-držák s vodiči



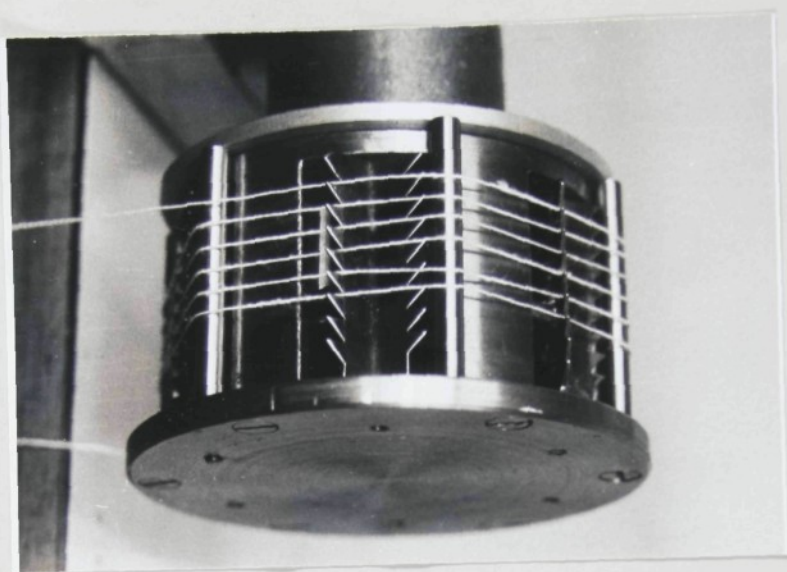
Obr. 37 Fotografie podavače VŠST-B

5.33 Podavač VŠST-C (s ozubeným podáváním)

Zde je pro posuv oddělených ovinů zásoby nitě použito nového principu. Po obvodu bubínku je rozmístěno 6 dvojitých hřebenů se šikmými zuby, obr. 40. Pomocí excentrického umístění ložiska a hvězdicce je zajištěn výkyv pák s dvojitými hřebeny tak, že po obvodu bubínku střídavě některé hřebeny zapadají do vnitřku bubínku a jiné se vysouvají ven z povrchu bubínku. Vysouvající se hřebeny šikmými zuby posouvají zásobu nitě. Fotografie podavače je na obr. 41, ovšem již po menších úpravách v porovnání s obr. 40. Při experimentech na zkušební stolici se ukázala menší spolehlivost uvedeného principu a další vývoj byl proto zatím zastaven. Problémy byly s přesným posouváním zásoby nitě.



Obr. 40 Sestava podavače VŠST-C: 1-pevná hřídel, 2-těleso podavače, 3-víko tělesa, 4-hvězdice, 5-šrouby, 6-páka s ozubením, 7-hřídel pák



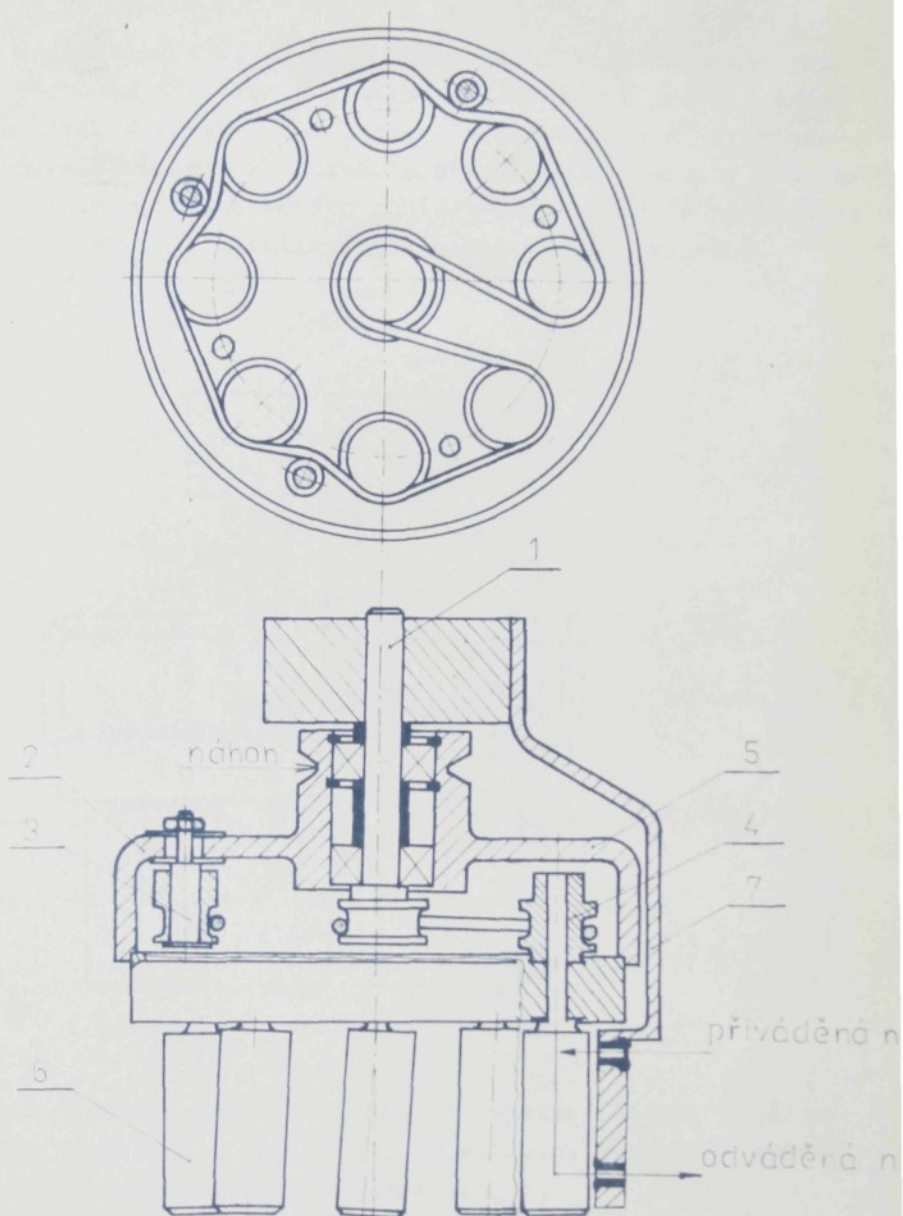
Obr. 41 Fotografie podavače VŠST-C

5.34 Podavač VŠST-D (s hladkými válečky)

U tohoto typu podavače jsou použity hladké válečky bez šroubové drážky a posuv zásoby při otáčení válečků planetovým způsobem podobně jako u podavačů VŠST-A a B je zajišťován mimoběžným uložením válečků. Pohon válečků byl zajišťován dvojím způsobem:

1. Pohon páskový, obr. 42

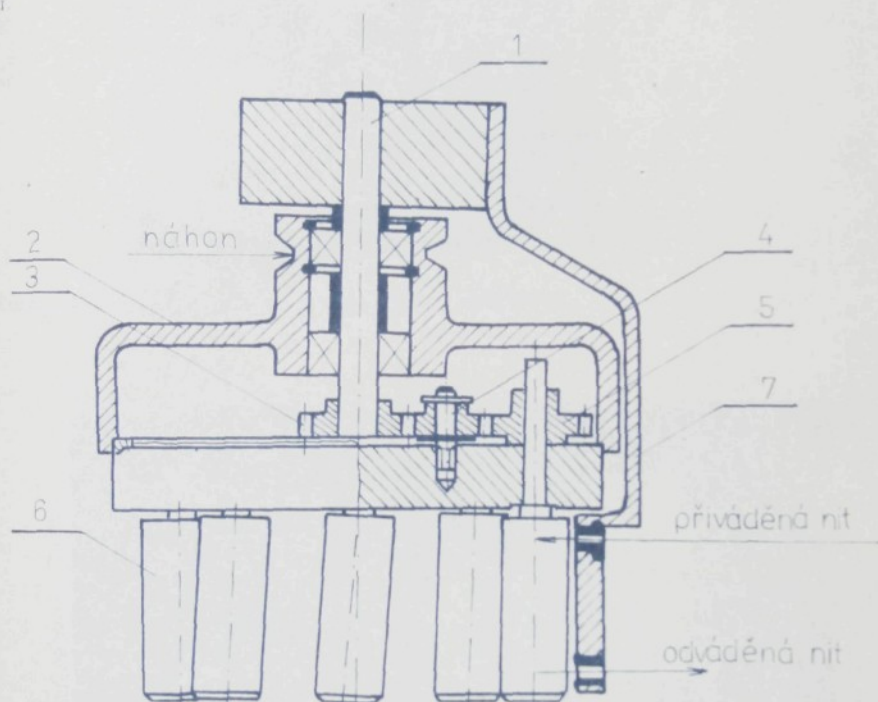
U tohoto podavače byly válečky bubínku poháněny jedním páskem pomocí kladky uložené na centrální ose. I v tomto případě se tato osa neotáčí a bubínek rotuje na obvodových kroužcích ložisek. Při ověřování se ukázalo, že při kluzném uložení válečků není pásek ani řemínek schopen zajistit spolehlivé planetové otáčení válečků a byla proto provedena rekonstrukce podavače.



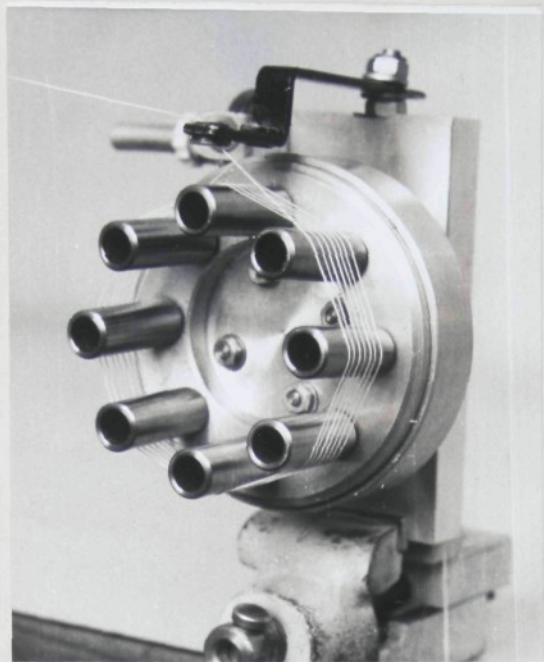
Obr. 42 Sestava podavače VŠST-D1: 1-pevná hřídel, 2-těleso podavače, 3-napínací kladka, 4-řemenička, 5-řemínek, 6-váleček, 7-držák s vodiči

2. Pohon ozubenými koly, obr. 43

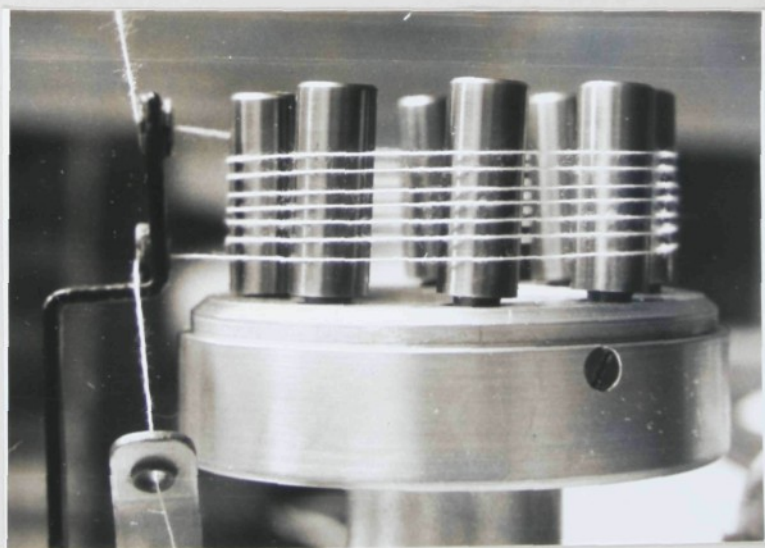
U podavače VŠST D2 byl použit pohon válečků ozubenými koly převodem 1:1. Tento podavač pracoval již při zkouškách spolehlivě. V tomto případě pokračovalo ověřování vlastností podavače měřením na pletacím stroji a je obsaženo v další stati. Fotografie celkového pohledu na podavač je na obr. 44 a na obr. 45 je v detailu vidět šikmé uložení válečků.



Obr. 43 Sestava podavače VŠST-D2: 1-pevná hřídel, 2-těleso podavače, 3-pastorek, 4-mezícolo, 5-ozubené kolo, 6-váleček, 7-držák s vodiči



Obr. 44 Fotografie podavače VŠST-D2



Obr. 45 Fotografie detailu podavače VŠST-D2

Závěrem této stati lze konstatovat následující:

- Vyvinuté pozitivní podavače nití (podavače VŠST-A - D) nejsou adekvátní současným podavačům, které jsme měli k dispozici, jak z hlediska vynaložených výrobních nákladů, tak z hlediska jejich výsledků na pletacím stroji (bude uvedeno ve stati 5.4 Zkoušky a výsledky zkoušek podavačů nití)
- Podavač VŠST-C, i když by byl patrně výrobně nejjednodušší a tedy i nejekonomičtější při dalším využívání, se nepodařilo uvést do spolehlivé činnosti a čeká na další zdokonalování eventuelně i podstatné změny jeho principu
- Z dalších tří typů provozu schopných podavačů nití vyvinutých na KTP se jeví jako nejjednodušší typ VŠST-D2 (D1 se rovněž neosvědčil - nepřesný náhon válečků). Až po odzkoušení všech typů a provedení srovnávacích zkoušek s dalšími principy podávání lze posoudit jeho kvalitu.

5.4 ZKOUŠKY PODAVAČŮ NITÍ A JEJICH VYHODNOCENÍ

Jak již bylo ve statí 5.2 uvedeno, mohou podavače nití zajistit podstatně menší tahové síly v niti a i menší rozpětly v tahových silách v podávané niti do jehel pletacího stroje.

Tato stať obsahuje srovnávací zkoušky několika typů podavačů a vyhodnocení těchto zkoušek z hlediska průběhu tahových sil v niti před podavačem a za podavačem a dále potom vyhodnocení průběhu tahových sil v niti z hlediska změny rychlosti podávání nitě.

Měření tahových sil v niti se uskutečnilo za stejných podmínek jako měření ve statí 5.1 a 5.2. Byla použita opět měřicí souprava Rotschild, doplněná zapisovačem Helcoscriptor.

Měření bylo provedeno pro následující typy pozitivních podavačů:

- P1 - páskový podavač ze stroje Meto
- P2 - zásobníkový podavač "Z" - DTH 7646, Zbrojovka, Vsetín
- P3 - " " VŠST (dle statí 5.3 označován A)
- P4 - " " VŠST (" " " " B)
- P5 - " " VŠST (" " " " D2)

Při měření všech typů podavačů byla nit vedena z kráňové cívky o průměru $d_c = 140$ mm, přes vstupní vodící očko, hlídací zařízení a talířovou brzdičku přímo k podavači.

Grafický záznam průběhu tahových sil v niti a jeho vyhodnocování byl získán stejnou metodikou jako u předcházejících měření ve statí 5.1 a 5.2. Grafické záznamy tvoří přílohu této práce a jsou označeny:

- č. 5 měření tahových sil v niti za jednotlivými typy podavačů
- č. 6 měření tahových sil v niti za podavačem P5 při změně rychlosti podávání nitě

Měření byla provedena opět pro vybrané tři materiály: ba 20x2 tex, PES/Tesil 20x2 tex, Grisuten/Tesil 20x2 tex.

5.41 Měření tahových sil v niti za jednotlivými typy podavačů

Výsledky měření všech výše uvedených typů podavačů jsou uvedeny v tabulce na obr. 46. Tato tabulka uvádí hodnoty maximálních, minimálních a středních tahových sil v niti za podavači.

Typ podavače	bavlna F [mN]			PES/Tesil F [mN]			Grisuten/ /Tesil F [mN]		
	F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}
P 1	274,4	12,5	118,7	232,3	112	174,2	118,8	62,5	97
P 2	262,5	68,7	148,4	243,7	87,5	158	150	62,5	92,2
P 3	213	100	147	248,7	124,7	162	124,5	50	90,5
P 4	162,7	68,7	109,2	175	75	126,2	183,3	37,5	59,7
P 5	150	56,2	91	162,5	68,7	106,7	69,3	18,7	46,2

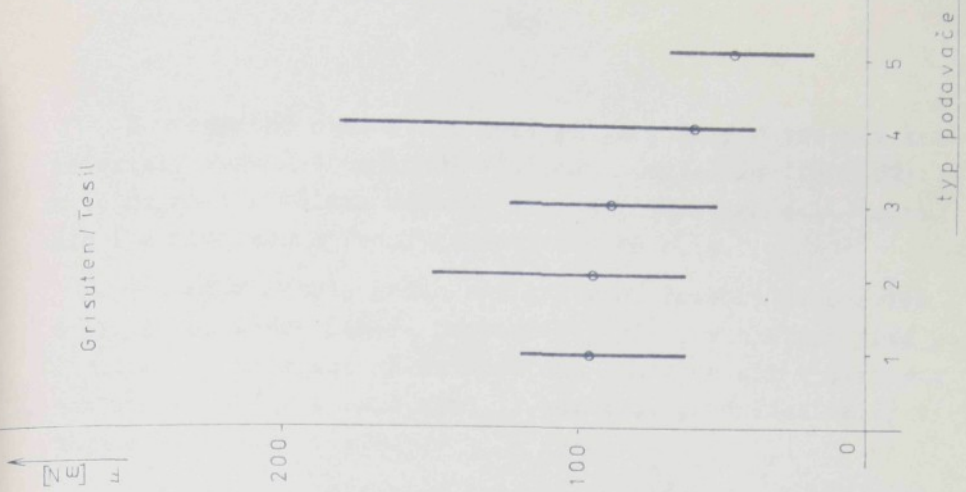
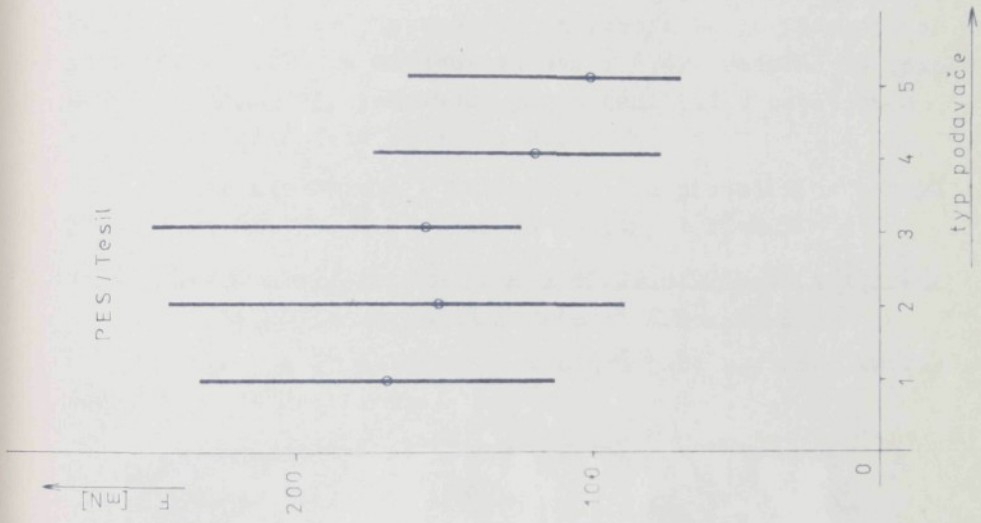
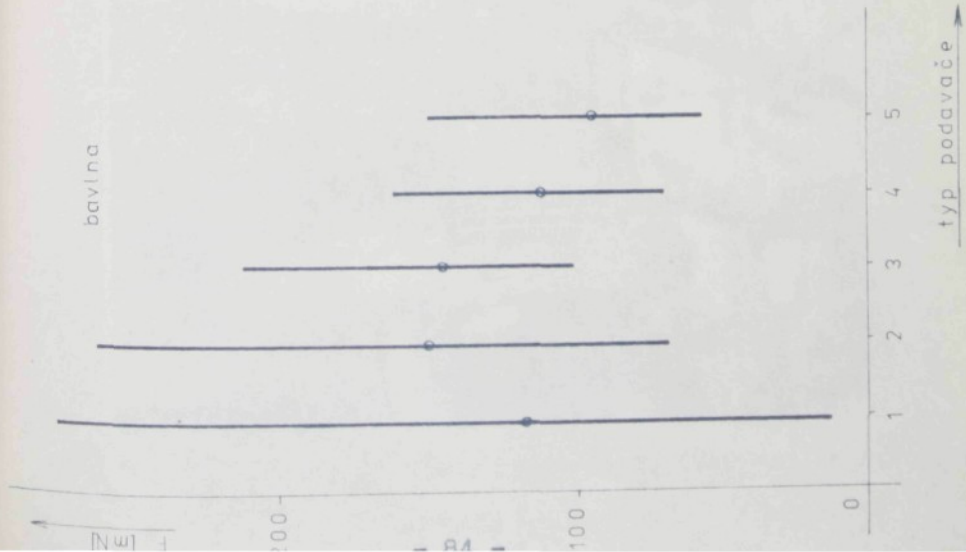
Obr. 46 Tabulka maximálních, minimálních a středních hodnot tahových sil v niti měřených za podavači P1 - P5

Na následujícím obr. 47 je potom schematicky znázorněn průběh těchto tahových sil v niti pro jednotlivé typy podavačů z hlediska použitého materiálu. Střední hodnoty jsou v grafech označeny kroužkem.

Při hodnocení výsledků a grovnávání funkce jednotlivých podavačů je nutno brát na zřetel, že dosažené výsledky a k nim zaujatá stanoviska byly získány z laboratorních provozních podmínek stroje, které se mohou od skutečných lišit, avšak které nemají vliv na zásadní závěry k řešenému problému.

Zhodnocení jednotlivých podavačů

Na základě výše uvedené tabulky a grafů můžeme konstatovat, že rozdíly v tahových silách jsou za daných laboratorních podmínek zřetelné zejména u bavlny, kde např. u páskového podavače rozsah kolísání tahových sil v průběhu pletení je téměř 2,5 násobný než u podavače P 5 (VŠST-D2).



Z uvedeného obr. 47 je dále patrné, že pro všechny tři materiály vykazuje nejlepší výsledky podavač P5 (VŠST-D2), a to nejen z hlediska rozsahu kolísání tahových sil v niti, ale i z hlediska střední hodnoty tahové síly.

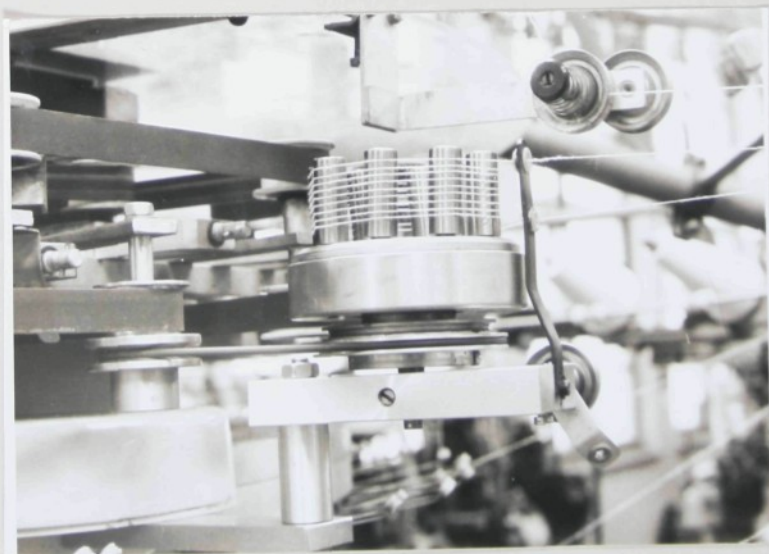
Podavače nebyly hodnoceny z důvodu rozsahu této práce z jiných hledisek (např. propouštění rázů, vzniklých před podavačem, za podavač; měření průběhu tahových sil v niti při rozběhu a doběhu stroje apod.), což bude předmětem další výzkumné činnosti na KTP.

Příloha č. 4 obsahuje fotografie sledovaných podavačů P2, P3 (A) a P4 (B) upevněných na stroji Meto. Fotografie podavače P5 (D2) je uvedena ve statí 5.42. Podavač P1 (páskový) je běžný typ podavače, proto není blíže osvětlován (je uveden mimo jiné ve statí 2.2).

Na základě měření (příloha č. 5) a provedených závěrů je dále rozebírán pouze podavač P5 (typ VŠST-D2).

5.42 Měření tahových sil v niti za podavačem P5 (VŠST-D2) v závislosti na změně rychlosti podávání nitě

Na obr. 48 je fotografie znázorňující upevnění tohoto podavače na stroji Meto.



Obr. 48 Fotografie upevnění podavače P5 (VŠST-D2) na stroji Meto.

K zajištění chodu podavače P5 (VŠST D2) stejně jako podavačů P2, P3 (VŠST-A) a P4 (VŠST-B) bylo využito stávajícího zařízení na stroji Meto. To znamená, že podavače byly poháněny jednoduše řemínkem, vedeným přes hnací kladku páskového podavače. Tím byla i zajištěna možnost regulace rychlosti podávání nitě.

Za podavačem P5 byla následně prováděna tato měření:

v [m.s ⁻¹]	bavlna F [mN]			PES/Tesil F [mN]			Grisuten/ /Texil F [mN]		
	F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}	F _{max}	F _{min}	F _{stř}
1,66				5,8	0,5	0,8	12,4	0	3,2
1,59	12,0	0	4,1	18,8	6,2	12,5	17,4	0	7,1
1,54	67,5	12,5	38,5	56,2	13,2	43,3	47,5	12,3	31,5
1,47	174,7	73,7	100,3	187,5	62,5	125,5	87,5	25,3	57,2
1,39	362,5	156,2	262,5	343,8	143,8	247,5	155,5	60,7	125,2
1,33	533,7	262,5	466,0	538,8	250	452,0	312,5	194,8	256,3
1,27							436,5	255,5	363,5

Obr. 49 Tabulka naměřených maximálních, minimálních a středních hodnot tahových sil v niti za podavačem P5 (VŠST-D2) v závislosti na změně rychlosti podávání nitě

Jak je z tabulky zřejmé, mohl být celý rozsah rychlostí použit jen u materiálu Grisuten/Tesil. U materiálu bavlna a PES/Tesil docházelo při krajních rychlostech rozsahu 1,66 m.s⁻¹ a 1,27 m.s⁻¹ k poruchám popř. až k přetrhu.

Do následujících grafů byly zpracovány jednak střední hodnoty měření (A) a jednak maxima a minima (B) z předcházející tabulky na obr. 49.

- A - Měření středních hodnot tahových sil v nití (různých materiálů) při různých, na stroji Meto dostupných, stupních podávací rychlosti ($1,27 - 1,66 \text{ m.s}^{-1}$).

Výsledky těchto měření zobrazuje graf na obr. 50. Z tohoto grafu je patrné, že u všech materiálů střední hodnoty tahové síly v nití klesají téměř rovnoměrně s narůstající odváděcí rychlostí nitě z podavače tak, že při určité hodnotě této rychlosti jsou téměř nulové.

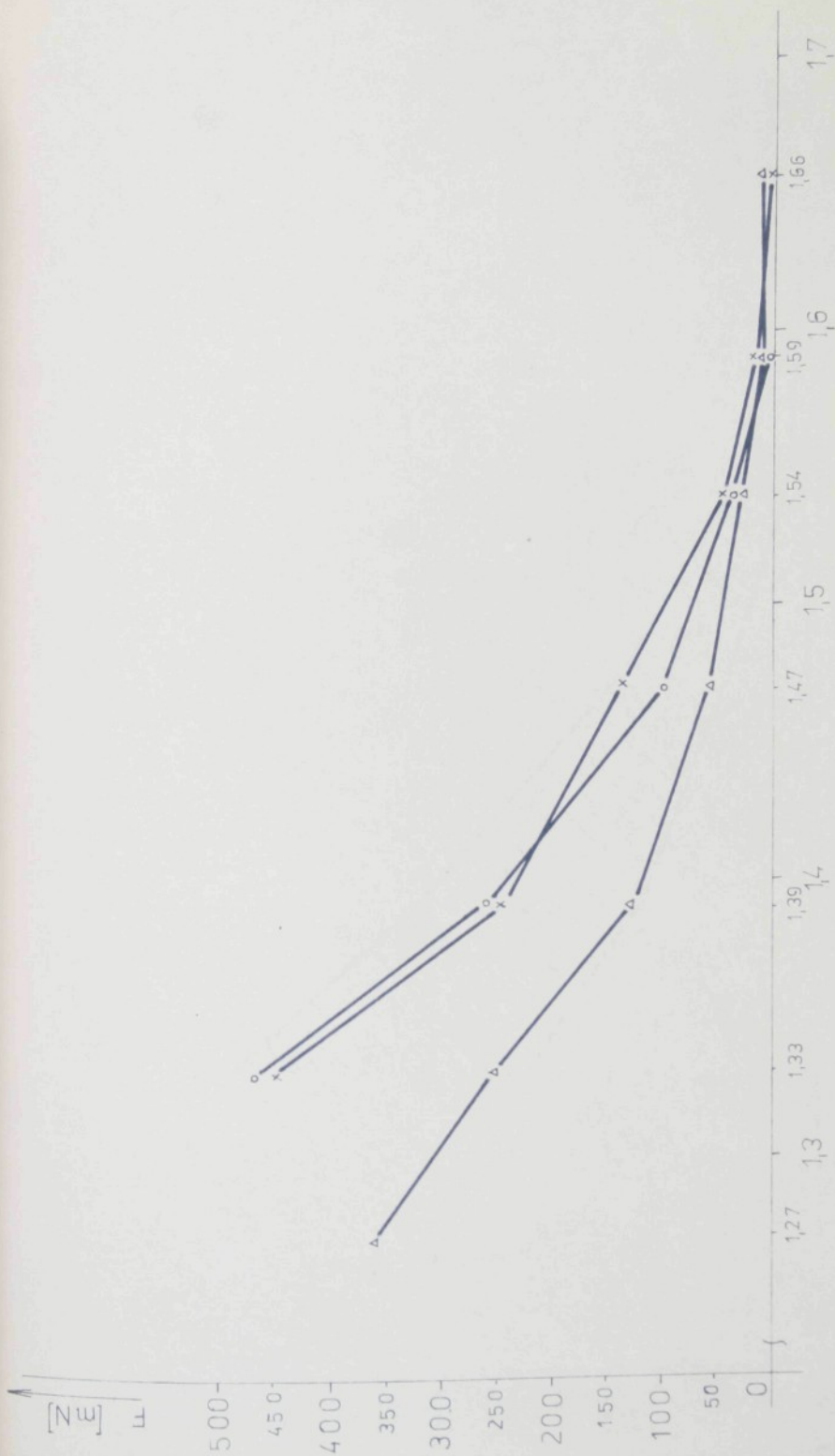
- B - Zjišťování maximálních a minimálních tahových sil v nití (různých materiálů) při různých, na stroji Meto dostupných, stupních podávací rychlosti ($1,27 - 1,66 \text{ m.s}^{-1}$).

Výsledky těchto měření zobrazují grafy na obr. 51, 52 a 53.

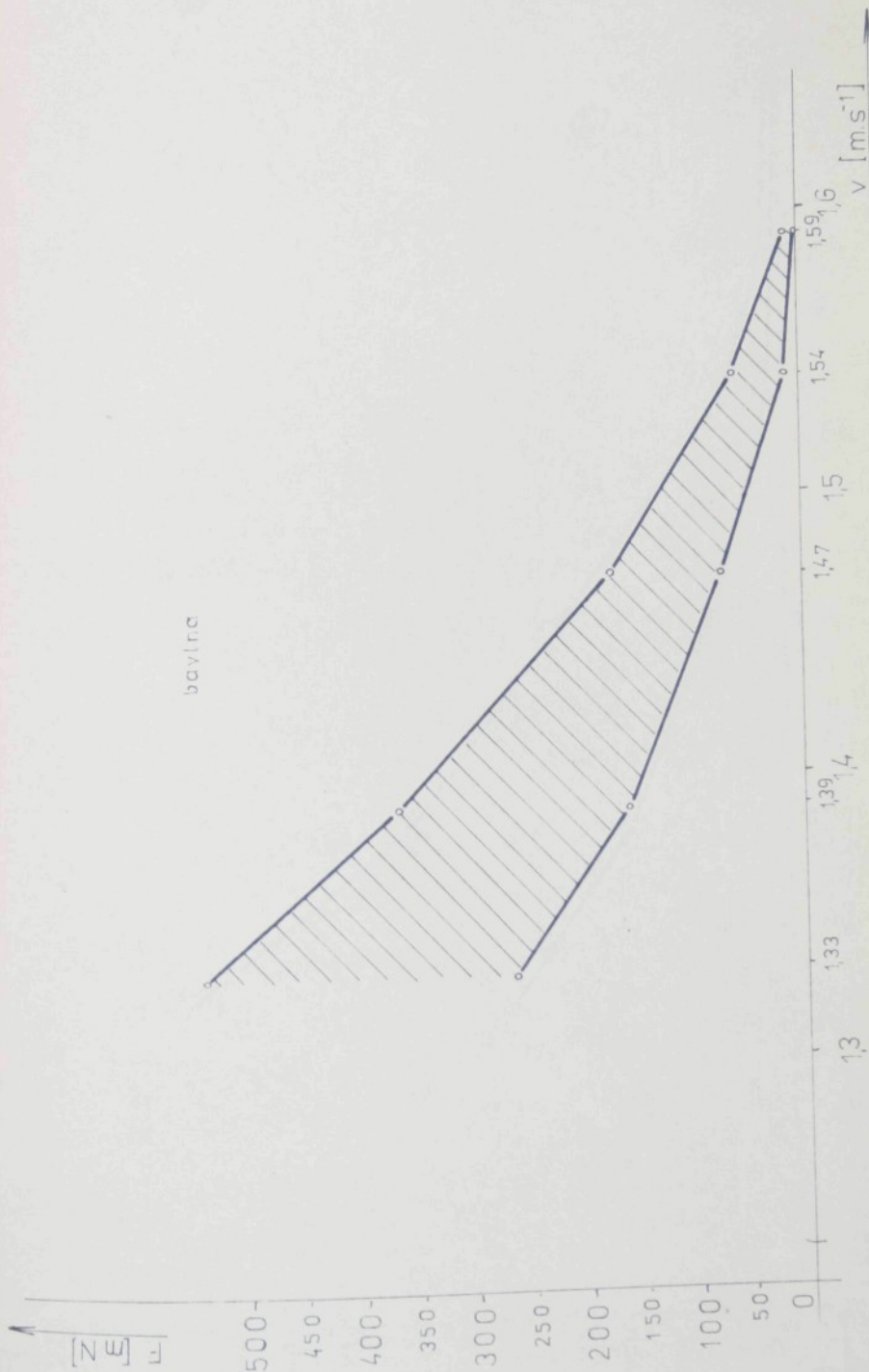
Z uvedených grafů je patrné:

- u materiálů mimo bavlny lze dosáhnout velmi nízkých hodnot tahových sil v nití, aniž by došlo k narušení plynulosti procesu
- při podávacích rychlostech menších než rychlosti dávající střední hodnotu tahových sil blízkou nule se rozptyl mezi maximy a minimy poměrně rovnoměrně zvětšuje s ubývajícimi podávacími rychlostmi pro všechny typy materiálu
- rozptyl mezi maximy a minimy tahových sil je nejmenší u materiálu Grisuten/Tesil. U materiálu bavlna a PES/Tesil je rozptyl mezi maximy a minimy tahových sil přibližně stejný.

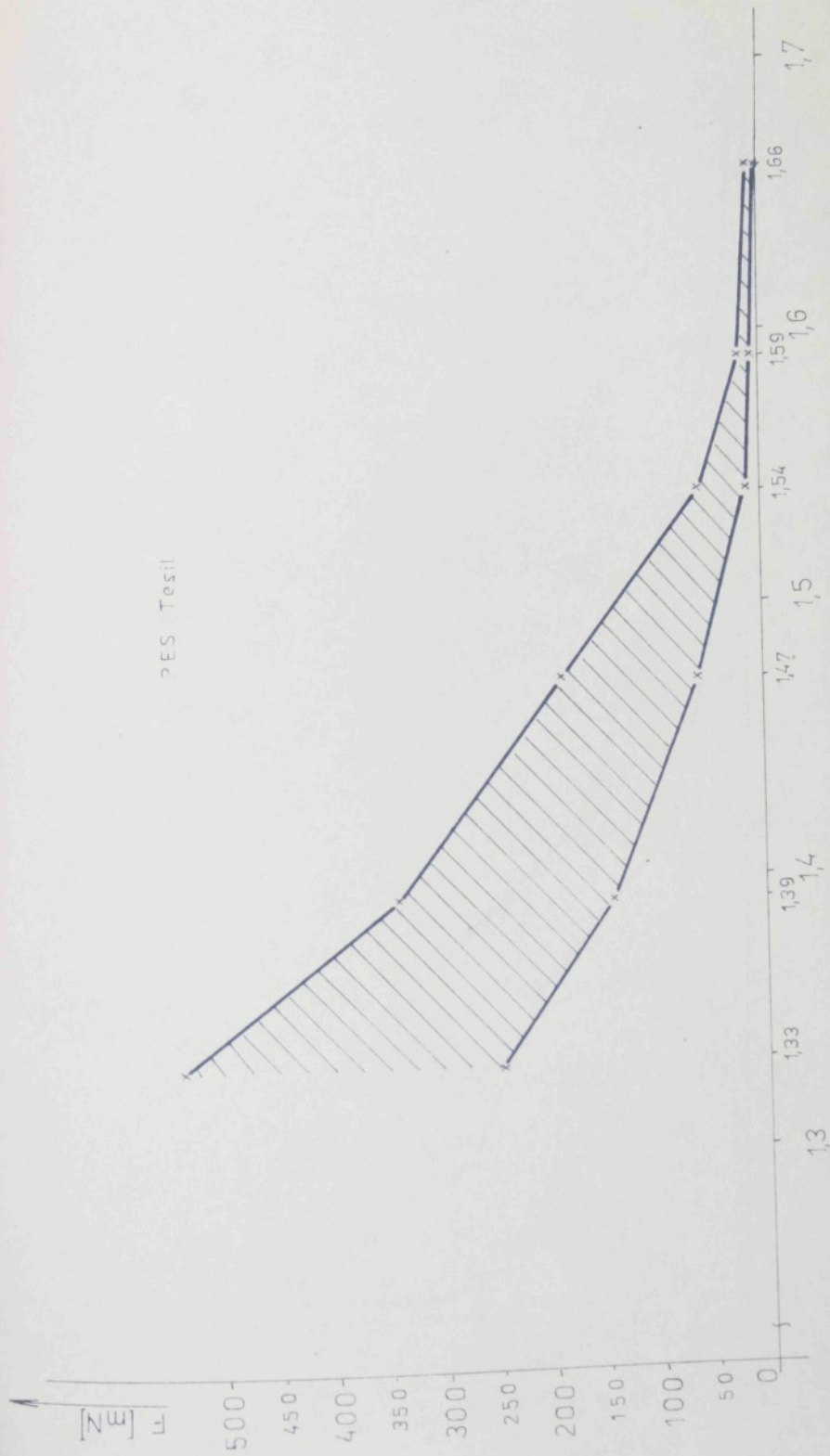
K výše uvedeným výsledkům lze konstatovat, že se podstatně snížily rozdíly v tahových silách (maxima a minima tahových sil) ve srovnání s výsledky ve statí 5.1, kde nebylo použito podavače nitě. Zmenší se tedy i nebezpečí přetrhovosti nitě, zvýší se produkce a i produktivita práce obsluhující pletárky.



Obr. 50 Průběh středních hodnot tahových sil měřených za podavačem P5

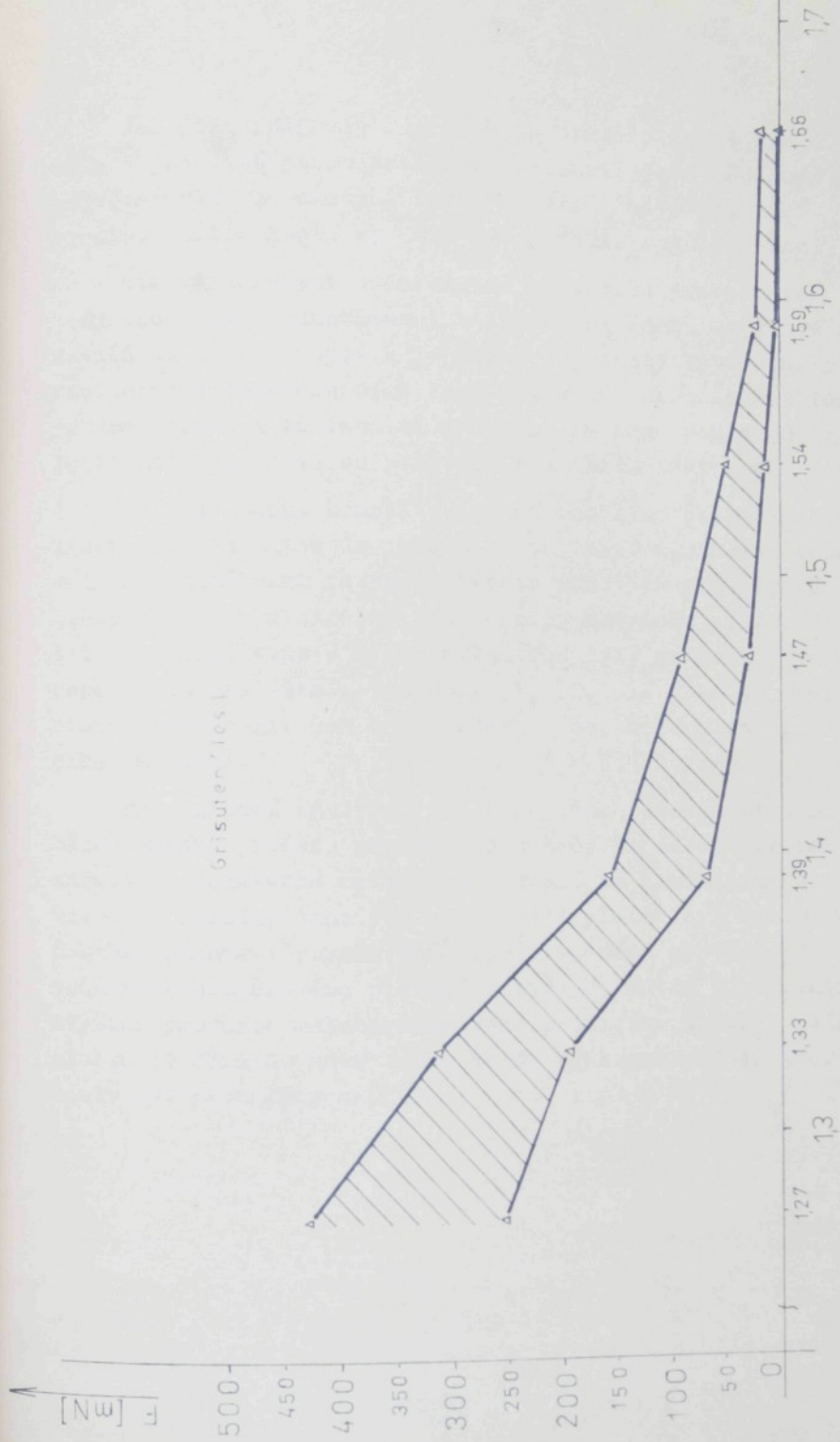


Obr. 51 Průběh minimálních a maximálních hodnot tahových sil měřených na zkušební niti, při zpracovávání bavlny



PES / Test II

Obr. 52 Průběh minimálních a maximálních hodnot tahových sil měřených za podavačem při změně rychlosti podávání nitě, při zpracování materiálu



Obr. 53 Průběh minimálních a maximálních hodnot tahových sil měřených za podavačem P5 v závislosti na změně rychlosti podávání nitě, při zpracování materiálu Grisuten/Tesla

Jak již vyplynulo částečně ze statí 5.2, ve které byly v podstatě jenom naznačeny možnosti podavačů, má největší vliv na snížení tahových sil v niti podávací rychlost nití, která by měla být plynule regulovatelná.

Otázka zařazení podavače do pletacího procesu je tedy technicky jednoznačná. Vzhledem k zásadnímu vlivu podavačů na kvalitu úpletů je třeba doporučit vybavovat pletací stroje dokonalejšími typy podavačů. Ekonomická oblast je však dosud diskutabilní a závisí na ceně podavačů, rychlosti navedení nitě do podavače a dalších faktorech.

Je tedy možno konstatovat, že vhodnými podmínkami v oblasti podávání nitě do jehel lze zajistit minimální tahové síly s minimálními rozptyly těchto tahových sil. Pokud pletenina tyto minimální tahové síly nevyžaduje, lze zajistit optimální tahové síly, avšak rozptyly zejména v maximech budou již větší, viz obr. 51, 52, 53. V tomto bude hrát velkou roli, jak bylo řečeno výše, dokonalost podávacího zařízení.

Při snížení tahových sil a zejména jejich kolísání během celého procesu pletení je možné, že nebude třeba zařazovat dodatečné zatahování, které má hlavní funkci vyrovnávat rozdíly tahových sil v niti pleteniny. Tím by se dosáhlo možnosti rozmístění více pletacích systémů po obvodu velkop průměrového pletacího stroje, a tím odpovídajícího zvýšení produkce velkop průměrového pletacího stroje. Tato otázka je dána do návrhu pro další výzkumné práce, které by mohly být prováděny na KTP.

5.5 ŘEŠENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI

Prvním, velmi významným krokem k dosažení stejnoměrnosti úpletu bylo zavedení pozitivního podávání na okrouhlých pletacích strojích. Toto podávání by mělo zajistit konstantní dodávkou nitě rovnoměrnost úpletu v jednotlivých řádcích.

V předcházejících statích 5.1 a 5.2 bylo na praktických zkouškách dokázáno, že zvýšení tahových sil v niti třením o vodičí elementy je několikanásobné. Je zřejmé, že k dalšímu zvýšení tahových sil dojde třením nitě ve vodiči a o jehly při zatahování oček, tedy v místech, kde je uskutečnění měření těchto sil velmi obtížné.

Při zjišťování tahových sil v niti v oblasti zatahování se bude pravděpodobně muset vycházet z následujících předpokladů a úvah (jedná se o první přiblížení této problematiky):

- Problematika se jeví značně složitá a těžko exaktně řešitelná. Světová literatura se jí zabývá zatím sporadicky, ukazuje pouze matematický přístup bez podrobných mechanických rozborů a praktických zkoušek, které by měly potvrdit teoretické úvahy.
- Nedostatečné a nejasné představy, těžký přístup k měření tahových sil v niti v jednotlivých místech tvorby oka, tedy zámků (t.j. oblast zatahování a zpětného pohybu jehel), a neexistence konstrukce modelového zařízení pro měření tahových sil odráží výzkumníky od důkladného a exaktního rozboru této oblasti.
- Řada vlivů existujících při zjišťování tahových sil v niti v třecích elementech nebo za třecími elementy textilních strojů je zde znásobena vlivy a podmínkami v poli tvorby oka. Komplexní sledování faktorů působících na tahové síly v niti při zatahování a jejich zahrnutí do teoretického rozboru by vyžadovalo rozsáhlý výzkum. Podrobnější budou zjednodušující podmínky probrány v dalších odstavcích této stati.

- Řada zjednodušujících předpokladů, které bude třeba zavést do výpočtů, bude na závalu přesnosti teoretických výpočtů a rozborů zadané problematiky. Můžeme tedy předpokládat, že skutečné hodnoty tahové síly v niti se budou odchylovat od hodnot vypočítaných.

5.51 Teoretický výpočet průběhu tahových sil v niti v oblasti tvorby oka

Jedna z možných teoretických představ výpočtu tahových sil v niti, která je následně uvedena, uvažuje s řadou obecných zjednodušení, ale i specifických pro tuto stať.

V první řadě vycházejme z následujícího zjednodušeného schématu průběhu nitě v oblasti lineárních zámků při tvorbě oka na obr. 54.

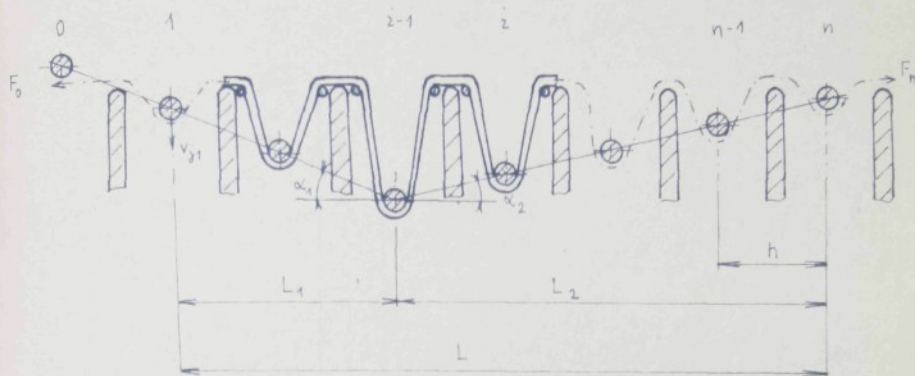
Pro první přiblížení problematiky je voleno jednoduché schéma pŕohy jehel, kde tři jehly jsou v pásnu zatahování (označeném nadále L_1), čtyři jehly v pásnu odlehčování (označeném nadále L_2), za což považujeme zpětný pohyb jehel proti zatahování.

Úhly polohy jehel (úhly zatahování a odlehčování) jsou pak označeny:

- α_1 - pro oblast zatahování
- α_2 - pro oblast odlehčování

Zjednodušení průběhu nitě při tvorbě oka, jak uvádí obr. 54, spočívá v tom, že provázání nové nitě starým okem je zde znázorněno pouze řezem starým okem s přibližně stejným opásáním. Ve skutečnosti, jak bude uvedeno dále, je toto opásání vlivem řady faktorů proměnlivé.

Ohybem nitě přes jehly, přes kovové části stroje a staré očko, je nit značně namáhána třením, jehož hodnota je v průběhu procesu tvorby oka proměnná. Pro plynulost procesu má velký význam zjištění maximální tahové síly. Její hodnota a zejména pak nalezení úseku nitě, kde tato maximální tahová



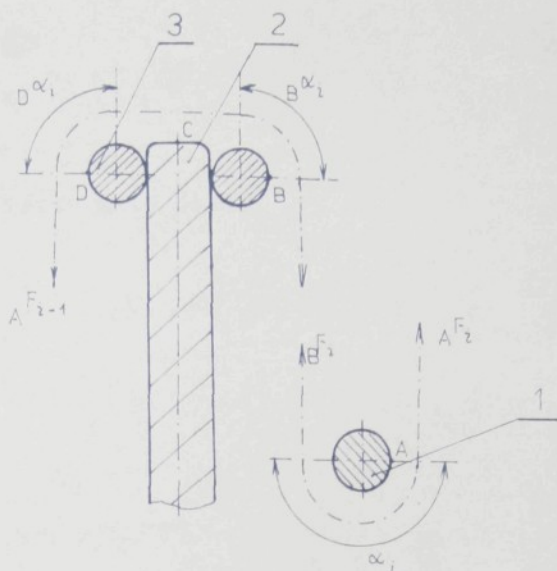
Obr. 54 Schema průběhu nitě v oblasti tvorby oka

síla vzniká, není jednoznačně závislé jen na hodnotách úhlu opásání a koeficientu tření.

Stanovení hodnot tahové síly v jednotlivých větvích nitě je dáno známými Eulerovými vztahy pro pásové tření. Vycházíme ze schematického znázornění průběhu nitě v oblasti i-té jehly na obr. 55.

Body A, B, D označují místa, za kterými dochází ke změně tahové síly v niti. Bod C označuje úsek, u kterého předpokládáme, že je přímkový. V následujících výpočtech byly použity tyto veličiny:

- α - úhel opásání nit-kov [rad]
- $_{3,D}\alpha$ - úhel opásání nit-nit [rad]
- μ - koeficient tření nit-kov [1]
- $_{3,D}\mu$ - koeficient tření nit-nit [1]
- F - tahová síla v niti [N]
- v - relativní rychlost nitě [m.s^{-1}]



Obr. 55 Průběh tahových sil ve větvích nitě na i -té jehle, kde 1-řez jehlou, 2-řez žebrem lůžka, 3-řez starým očkem

Při následujícím obecném výpočtu postupujeme od pravé větve nitě na i -té jehle. Pro tento úsek nitě bude tedy platit vztah

$${}_A F_i = {}_B F_i \cdot e^{A \alpha_i A \mu_i \operatorname{sgn} A v_i} = A \phi_i F_i, \quad (23)$$

kde

$$A \phi_i = e^{A \alpha_i A \mu_i \operatorname{sgn} A v_i}. \quad (24)$$

Následovně bude potom platit

$${}_B F_i = {}_C F_i \cdot e^{B \alpha_i B \mu_i \operatorname{sgn} B v_i} = B \phi_i {}_C F_i, \quad (25)$$

kde

$${}_B\phi_i = e^{{}_B\alpha_i \cdot {}_B\omega_i \cdot \operatorname{sgn} {}_B\nu_i} \quad (26)$$

Pro další větve nitě platí

$${}_CF_i = {}_AF_{i-1} \cdot e^{{}_D\alpha_i \cdot {}_D\omega_i \cdot \operatorname{sgn} {}_D\nu_i} = {}_D\phi_i \cdot {}_AF_{i-1} \quad (27)$$

kde

$${}_D\phi_i = e^{{}_D\alpha_i \cdot {}_D\omega_i \cdot \operatorname{sgn} {}_D\nu_i} \quad (28)$$

Po dosazení bude platit pro tahovou sílu v pravé větvi nitě na i -té jehle následující vztah

$${}_AF_i = {}_A\phi_i \cdot {}_B\phi_i \cdot {}_D\phi_i \cdot {}_AF_{i-1} \quad (29)$$

příčemž

$$Q_i = {}_A\phi_i \cdot {}_B\phi_i \cdot {}_D\phi_i \quad (30)$$

je přenos od $(i-1)$ -té jehly k i -té jehle.

Tahová síla v niti na i -té jehle v bodě A bude pak dle vztahu

$${}_AF_i = Q_i \cdot Q_{i-1} \cdot \dots \cdot Q_0 \cdot F_0 = P_i \cdot F_0 \quad (31)$$

kde F_0 - počáteční tahová síla v niti před vstupem do jehel
potom

$$P_i = \prod_{j=1}^i Q_j = Q_i \cdot Q_{i-1} \cdot \dots \cdot Q_1 \cdot Q_0 \quad (32)$$

je přenos od 0-té jehly k i-té jehle. Pro n-tou jehlu platí vztah

$$F_n = Q_n Q_{n-1} \dots Q_1 Q_0 F_0 = P_n F_0$$

kde

$$P_n = \prod_{i=0}^n Q_i = Q_n \cdot Q_{n-1} \dots Q_1 Q_0$$

Je nutno dále uvažovat, že veličiny α i μ se v průběhu zatahování a odlehčování jehel mění.

Úhly opásání se mění např. vlivem nerovnoměrného rozložení odtahové síly po obvodu lůžka, vlivem možné nestejnoměrné tuhosti nitě v ohybu atd.

Musíme brát dále v úvahu, že koeficient tření nit-nit se bude podstatně měnit vlivem nestejnoměrnosti nitě, kvality a drsnosti povrchu nitě, dále pak vlivem rychlosti pohybu nitě, vlivem prostředí a pod. Některé tyto faktory platí i pro koeficient tření nit-kov.

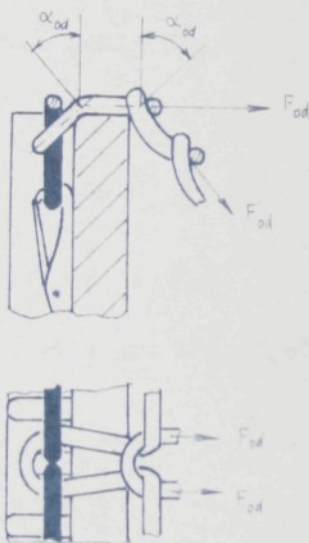
Je zřejmé, že nemožnost exaktního určení jednotlivých úhlů opásání, koeficientu tření a v podstatě i síly odtahu v jednotlivých očkách pleteniny, způsobí odchylky mezi teoretickými a skutečnými hodnotami tahových sil v jednotlivých úsecích nitě. Určení úhlu opásání i koeficientu tření by vyžadovalo samostatný výzkum. Z tohoto důvodu, i přes znalost výše uvedených faktů, byly při výpočtech použity přibližné hodnoty, získané ze zjednodušených představ.

Předpokládejme, že úhly opásání a koeficienty tření v bodech B a D, tedy v případě styku nit-nit, budou stejné. Budeme je tedy nadále označovat indexem n , tedy α_n , μ_n . Úhly opásání a koeficienty tření v případě styku nit-kov budeme označovat α_k , μ_k . Nadále zatím platí, že hodnoty těchto veličin nemusí být v jednotlivých místech tvorby oka stejné

Uvažujme nyní, že na tahové síly v niti při zatahování působí i odtahová síla v jednotlivých stěnách oček starého řádku, vyvozená celkovým odtahem pleteniny.

Odtahová síla byla pro potřebu zpřesnění předcházejících vztahů (23) - (34) odvozena z obrázku 56, ze kterého je zřejmé, že tato síla bude v posledním řádku pleteniny jiná, než v předcházejících. Pro vyjádření odtahové síly byly použity vztahy,

- kde F_{od} -- výsledná síla odtahu na jednu stěnu oka [N]
 F'_{od} -- síla odtahu na jednu stěnu oka [N]
 F_{odc} -- celková síla odtahu pleteniny [N]
 α_{od} -- úhel opásání pleteniny přes odhozovou hranu lůžka [rad]
 μ_{od} -- koeficient tření pletenina-odhozová hrana [1]



Obr. 56 Schema pleteniny při odtahu

Síla odtahu na jednu stěnu oka bude pak dle vztahu

$$F'_{od} = \frac{F_{odc}}{2n} \quad (35)$$

kde n je počet oček po obvodu lůžka. Dále pak platí pro výslednou sílu odtahu v jedné stěně oka vztah

$$F_{od} = F_{od}^I \cdot e^{-\alpha_{od} \cdot u_{od}} \quad (36)$$

Pak dle obr. 55 budou platit např. pro první jehlu podle (23) a (25) následující obecné vztahy

$${}_A F_1 = {}_B F_1 e^{A\alpha_1 \cdot A u_1 \cdot \text{sgn} A v_1} = {}_B F_1 \cdot {}_A \phi_1, \quad (37)$$

$${}_B F_1 = |{}_C \vec{F}_1 + \vec{F}_{od}| \cdot {}_A \phi_1 \cdot {}_B \phi_1, \quad (38)$$

kde pro první jehlu platí

$${}_C F_1 = F_0, \quad (39)$$

pak

$${}_A F_1 = |{}_C \vec{F}_0 + \vec{F}_{od}| \cdot {}_A \phi_1 \cdot {}_B \phi_1, \quad (40)$$

Analogicky budou pro i -tou jehlu platit vztahy

$${}_A F_i = {}_B F_i \cdot e^{A\alpha_i \cdot A u_i \cdot \text{sgn} A v_i} = {}_B F_i \cdot {}_A \phi_i, \quad (41)$$

$${}_B F_i = |{}_C \vec{F}_i + \vec{F}_{od}| \cdot {}_B \phi_i, \quad (42)$$

$${}_C F_i = |{}_A \vec{F}_{i-1} + \vec{F}_{od}| \cdot {}_B \phi_i, \quad (43)$$

Dosažením do (43) získáme obecný výpočet tahové síly na i -té jehle

$${}_A F_i = ||{}_A \vec{F}_{i-1} + \vec{F}_{od}| \cdot {}_B \phi_i + \vec{F}_{od}| \cdot {}_A \phi_i \cdot {}_B \phi_i. \quad (44)$$

Analogicky bychom mohli postupovat až po získání celkové síly u n-té jehly.

Další možná cesta je počítat odděleně tahové síly v jednotlivých úsecích nitě postupně od první po n-tou (v našem případě sedmou) jehlu, za jednotlivými třecími místy.

Výpočet tahových sil dle předcházejících rovnic (37)-(44) lze patrně akceptovat, avšak tahová síla v oblasti za n-tou jehlou (dle obr. 54), tzn. jehlou, na které je vytvořeno nové očko a jehla se již nepohybuje, se pohybuje kolem nuly. Tomu nasvědčuje i využívání tzv. dodatečného zatahování, které více méně praktickými zkušenostmi řeší vyrovnávání tahových sil v zaplétané niti.

Bude tedy logičtější stanovovat dle předešlé úvahy tahové síly v niti v oblasti za n-tou jehlou a dále hledat někde ve středu zámků maximum této tahové síly výpočtem rovnic z obou stran (zleva i zprava).

Bude tedy pro n-tou jehlu tahová síla v niti rovna

$${}_C F_{n+1} = \left| {}_A \vec{F}_n + \vec{F}_{od} \right| \cdot e^{\alpha_{n+1} \beta_{n+1} \operatorname{sgn} \nu_{n+1}}, \quad (45)$$

kde ${}_A \vec{F}_n \rightarrow 0$.

Dále pak platí

$${}_A F_n = {}_B F_n \cdot e^{\alpha_n \beta_n \operatorname{sgn} \nu_n}, \quad (46)$$

$${}_B F_n = \left| {}_C \vec{F}_n + \vec{F}_{od} \right| \cdot e^{\alpha_n \beta_n \operatorname{sgn} \nu_n}, \quad (47)$$

$${}_C F_n = \left| {}_A \vec{F}_{n-1} + \vec{F}_{od} \right| \cdot e^{\alpha_n \beta_n \operatorname{sgn} \nu_n}, \quad (48)$$

Tím bychom obdrželi řadu rovnic, jejichž např. numerické řešení pro specificky hledaný případ by nečinilo zvláštní potíže. Otázkou zůstává účelnost této činnosti, zejména s ohledem na to, s jakou přesností nebo nepřesností získáme vstupní parametry do těchto rovnic. Toto je ukázáno v následující tabulce na obr. 57.

Veličina	Přesná	Odhadnutá	Změřená	Pozn.
F_{od}			+	
F_o			+	
e	+			
α_{∞} α_k, α_n		+		viz 5.51
μ_{od} μ_k, μ_n		+		viz 5.51

Obr. 57 Tabulka přesnosti sledovaných veličin

Jak vyplývá již z rovnice (23), je významným faktorem v procesu tvorby oka určení směru relativní rychlosti nitě. Pokusme se nyní provést v následující stati teoretický rozbor relativních rychlostí nitě v procesu tvorby oka, popř. nalézt jejich souvislost s tahovými silami v nití.

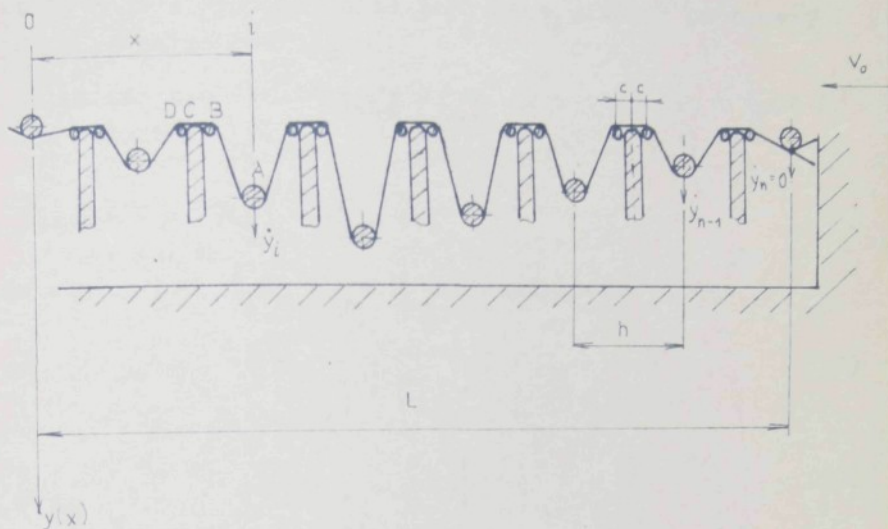
5.52 Teoretické stanovení relativních rychlostí v oblasti tvorby oka

Pro následující teoretické řešení bude platit předpoklad dokonale ohebné nitě, jejíž podélná deformace je zanedbatelná. Vycházet budeme z rovinné soustavy na obr. 58 v souřadnicích x a y , kde

- x - vzdálenost i -té jehly, $i = 0, 1, \dots, n$ [m]
- v_o - obvodová rychlost stroje [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- L_1 - pásmo zatahování [m]
- L_2 - pásmo odlehčování [m]

$t - \text{čas [s]}$ $t - \text{čas [s]}$

c - vzdálenost mezi osou průřezu starého očka a osou žebra lůžka [m]



Obr. 58 Schema rovinné soustavy zaplétání nitě

Platí, že $v_0 = \text{konst.}$ Z obr. 58 je pak vzdálenost i-té
jehly

$$x = v_0 t \quad (49)$$

Vertikální vzdálenost i -té jehly v čase t v nepohyblivém systému bude

$$y_i(t) = y[x(t)] ; y_{i+1} = y(x+h) ; y_{i+k} = y(x+h \cdot k) \quad (50)$$

z toho pak stanovení vertikální rychlosti i-té jehly v čase t
v tomtož systému

$$\dot{y}_i = \frac{d}{dt} \{y[x(t)]\} = \frac{dy_i}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dy_i}{dx} \cdot v_0 \quad (51)$$

Dále bude stanovena délka zaplétané nitě od upevnění k i-té jehle na souřadnici x.

Délka zaplétané nitě od upevnění k i-té jehle v bodě A bude dle vztahu

$$l_{iA} = L - x + y_i + 2 \sum_{j=i+1}^n y_j \quad (52)$$

a v ostatních bodech B, C, a D pak analogicky

$$l_{iB} = l_{iA} + y_i = L - x + 2 \sum_{j=i}^n y_j \quad (53)$$

$$l_{iC} = l_{iB} + c = L - x + 2 \sum_{j=i}^n y_j + c \quad (54)$$

$$l_{iD} = l_{iC} + c = L - x + 2 \sum_{j=i}^n y_j + 2c \quad (55)$$

Rychlost změny délky zaplétané nitě v bodě A vzhledem k rámu je pak

$$\dot{l}_{iA} = \frac{dl_{iA}}{dt} = - \frac{dx}{dt} + \frac{dy_i}{dt} + 2 \sum_{j=i+1}^n \frac{dy_j}{dt} = v_0 \left(-1 + \frac{dy_i}{dx} + 2 \sum_{j=i+1}^n \frac{dy_j}{dx} \right) \quad (56)$$

a v bodě B

$$\dot{l}_{iB} = \frac{dl_{iB}}{dt} = - \frac{dx}{dt} + 2 \sum_{j=i}^n \frac{dy_j}{dx} = v_0 \left(-1 + 2 \sum_{j=i}^n \frac{dy_j}{dx} \right) \quad (57)$$

$$\dot{l}_{iC} = \dot{l}_{iD} = \dot{l}_{iB} \quad (58)$$

Obecné stanovení relativní rychlosti nitě bude potom následující.

Vzhledem k i-té jehle bude relativní rychlost nitě dle vztahu

$$\begin{aligned}
 -v_{iA} \cdot \dot{l}_{iA} - \dot{y}_i &= v_0 \left(1 - \frac{dy_i}{dx} + 2 \sum_{j=i+1}^n \frac{dy_j}{dx} \right) - \frac{dy_i}{dx} \cdot v_0 = \\
 &= v_0 \left(-1 + 2 \sum_{j=i+1}^n \frac{dy_j}{dx} \right). \quad (59)
 \end{aligned}$$

Záporné znaménko před v_{iA} je z toho důvodu, že při výpočtu bylo uvažováno s opačným smyslem rychlosti v_0 .

Analogicky bude pak relativní rychlost nitě vzhledem k pletenině v bodě B

$$-v_{iB} \cdot \dot{l}_{iB} = v_0 \left(-1 + 2 \sum_{j=i}^n \frac{dy_j}{dx} \right) \quad (60)$$

a dále bude platit

$$v_{iC} = v_{iD} = v_{iB} \quad (61)$$

Známe-li obecnou závislost $y = f(x)$, můžeme pak běžnými matematickými operacemi určit polohu a velikost extrémů relativní rychlosti nitě v bodech A a B.

Výše uvedené řešení relativních rychlostí nitě je jednoduché a vhodné pro zpracování na počítači. Skutečnost, že funkční závislost $y = f(x)$ lze stanovit jen experimentálně, by však mohla vést k nepřesným výsledkům.

Pokusme se nyní na základě výše uvedeného faktu o jednoduché mechanické řešení průběhu těchto relativních rychlostí.

Předpokládejme, že platí vztah (61) a vycházejme pak ze zjednodušeného obrázku 59.

Z obr. 59 platí následující závislosti

$$\frac{s - s_1}{L_1} = \operatorname{tg} \alpha_1, \quad \frac{s - s_2}{L_2} = \operatorname{tg} \alpha_2,$$

z toho pak vyplývá vztah

$$L_1 \operatorname{tg} \alpha_1 = L_2 \operatorname{tg} \alpha_2 \quad (62)$$

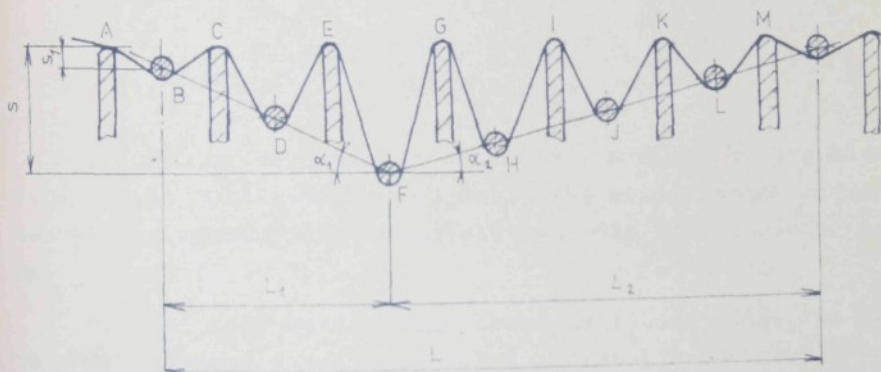
Můžeme také psát

$$\begin{aligned} n_d h \operatorname{tg} \alpha_1 &= n_t h \operatorname{tg} \alpha_2 \\ n_d \operatorname{tg} \alpha_1 &= n_t \operatorname{tg} \alpha_2 \end{aligned} \quad (63)$$

kde h - rozteč jehel

n_d - počet jehel zatahujících

n_t - počet jehel při odlehčování.



Obr. 59 Schema pro stanovení maxima relativních rychlostí zaplétané nitě mechanicky

Bude platit, že

$$v_0 = \frac{h}{l} v_p \quad (64)$$

kde v_0 - obvodová rychlost jehelního lůžka $[m.s^{-1}]$
 v_p - podávací rychlost $[m.s^{-1}]$
 h - rozteč jehel $[m]$
 l - délka nitě v očku $[m]$,

a dále, že

$$v_{j\downarrow} = v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (65)$$

$$v_{j\uparrow} = v_0 \operatorname{tg} \alpha_2 \quad (66)$$

kde $v_{j\downarrow}$ - rychlost jehel zatahujících $[m.s^{-1}]$

$v_{j\uparrow}$ - rychlost jehel při odlehčování $[m.s^{-1}]$

Ve zvoleném případě na obr. 59 je $n_1 = 3$ a $n_2 = 4$, přičemž první jehla je z úvah vypuštěna, jak je uvedeno dále.

Dále volíme $\alpha_1 = 45^\circ$, pak dosazením za $\operatorname{tg} \alpha_1 = 1$, ze vztahu (63) vyplývá

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2}{4} \operatorname{tg} \alpha_1 = 0,5$$

$$\alpha_2 = 26^\circ 30'$$

Výpočet by se značně zjednodušil, ale byl by pro stanovení maxima relativních rychlostí nitě mezi třecími elementy teoreticky vyhovující, budeme-li se řídit následujícími úvahami.

Protože se v každém očku právě zaplétané nitě, tak jako ve všech předcházejících i následujících již na začátku zaplétané nitě realizuje rychlost v_p dle vztahu $v_p = v_0 \cdot \frac{l}{t}$, můžeme učinit pro hledání maxima zjednodušení v tom, že s touto rychlostí (v_p) se ve výpočtech nemusí uvažovat. (Při stanovení nezjednodušeného postupu by bylo třeba vycházet dle obr. 59 např. v bodě A a B relativní rychlosti nitě dle následujících vztahů:

$$v_A = v_p - v_0 \quad (67)$$

$$v_B = v_p - v_0 - v_{j\downarrow} \quad \dots\dots) \quad (68)$$

V zjednodušeném pohledu budeme tedy uvažovat pouze rychlosti jehel, což bude pro stanovení maxima relativních rychlostí nitě pravděpodobně postačující.

Mechanická představa je tedy zjednodušena na to, že se délka nitě (zásoba) v oblasti zámků (u pohybu jehel dolů a nahoru), která je za předpokladu nepružné nitě, absolutně ohebná, trvale konstantní a která se pouze trvale přemisťuje vlivem pohybu jehel v zámcích tak, že se zásoba v oblasti stahu jehel tvoří ze zásoby v oblasti odlehčení jehel, přičemž je délka nitě v zásobě trvale konstantní (postupující jako by po niti proti směru pohybu lůžka).

Další představa by mohla být taková, že část pohybu s_1 (viz obr. 59) neuvažujeme proto, že vlastně představuje tvorbu pleteniny.

Za výše uvedených předpokladů pak platí pro stanovení relativních rychlostí nitě v bodech dle obr. 59

$$v_c = v_{j\downarrow} = v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (69)$$

$$v_D = 2 v_{j\downarrow} = 2 v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (70)$$

$$v_E = 3 v_{j\downarrow} = 3 v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (71)$$

V bodě F by mohly nastat teoreticky tři případy:

F_1 - jehla se pohybuje dolů, pak

$$v_{F_1} = 4 v_{j\downarrow} = 4 v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (72)$$

F_2 - jehla se nepohybuje, pak

$$v_{F_2} = 3 v_{j\downarrow} = 3 v_0 \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (73)$$

F_3 - jehla se pohybuje nahoru, pak

$$v_{F_3} = 3 v_{j\downarrow} - v_{j\uparrow} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) \quad (74)$$

V bodě G by pak byly dle dřívějších zjednodušení následující možné rychlosti

$$v_{G_1} = v_0 (4 \operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (75)$$

$$v_{G_2} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (76)$$

$$v_{G_3} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 2 \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (77)$$

V bodě H analogicky

$$v_{H_1} = v_0 (4 \operatorname{tg} \alpha_1 - 2 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (78)$$

$$v_{H_2} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 2 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (79)$$

$$v_{H_3} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 3 \operatorname{tg} \alpha_2) = 3 v_0 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (80)$$

V bodě I analogicky

$$v_{I_1} = v_0 (4 \operatorname{tg} \alpha_1 - 3 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (81)$$

$$v_{I_2} = 3 v_0 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (82)$$

$$v_{I_3} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 4 \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (83)$$

V bodě J potom opět

$$v_{J_1} = 4 v_0 (\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (84)$$

$$v_{J_2} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 4 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (85)$$

$$v_{J_3} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 5 \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (86)$$

Dále by pokračovalo stanovení rychlostí dle předcházející logiky v dalších bodech, až v bodě M by nabyly hodnot

$$v_{M_1} = v_0 (4 \operatorname{tg} \alpha_1 - 8 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (87)$$

$$v_{M_2} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 8 \operatorname{tg} \alpha_2), \quad (88)$$

$$v_{M_3} = v_0 (3 \operatorname{tg} \alpha_1 - 9 \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (89)$$

Praktický význam, při dodržení podmínek nepružné a ideálně ohebné nitě pro výše uvedené zjednodušené pohledy v oblasti hledání maxima relativních rychlostí nitě, mají pak vzorce označené indexem 1, tedy (69), (72), (75), (78), (81), (84) a (87), neboť

$$v_{M_1} = v_0 (4 \operatorname{tg} \alpha_1 - 8 \operatorname{tg} \alpha_2) = v_0 (4 - 4) = 0, \quad (90)$$

což odpovídá praktické, ale i teoretické představě, že v bodě M (viz obr. 59) nemůže být žádná relativní rychlost v niti (jsou-li vzaty v úvahu předpoklady uváděné výše, zejména pak, že se rychlost v_p realizuje plně v každém očku dle vztahu

$$v_0 = v_p \frac{l}{h}.$$

Maximum relativní rychlosti bude potom dle výše uvedených předpokladů v oblasti bodu F

$$v_{F_1} = 4 v_{j_1} = 4 v_0 \operatorname{tg} \alpha_1. \quad (91)$$

Pro náš sledovaný případ by byla tedy hodnota v_{F_1} po dosazení za $v_0 = 0,7 \text{ m.s}^{-1}$, $\alpha_1 = 45^\circ$ do vztahu (91) bude

$$v_{F_1} = 4 \cdot 0,7 \cdot 1 = 2,8 \text{ m.s}^{-1}. \quad (92)$$

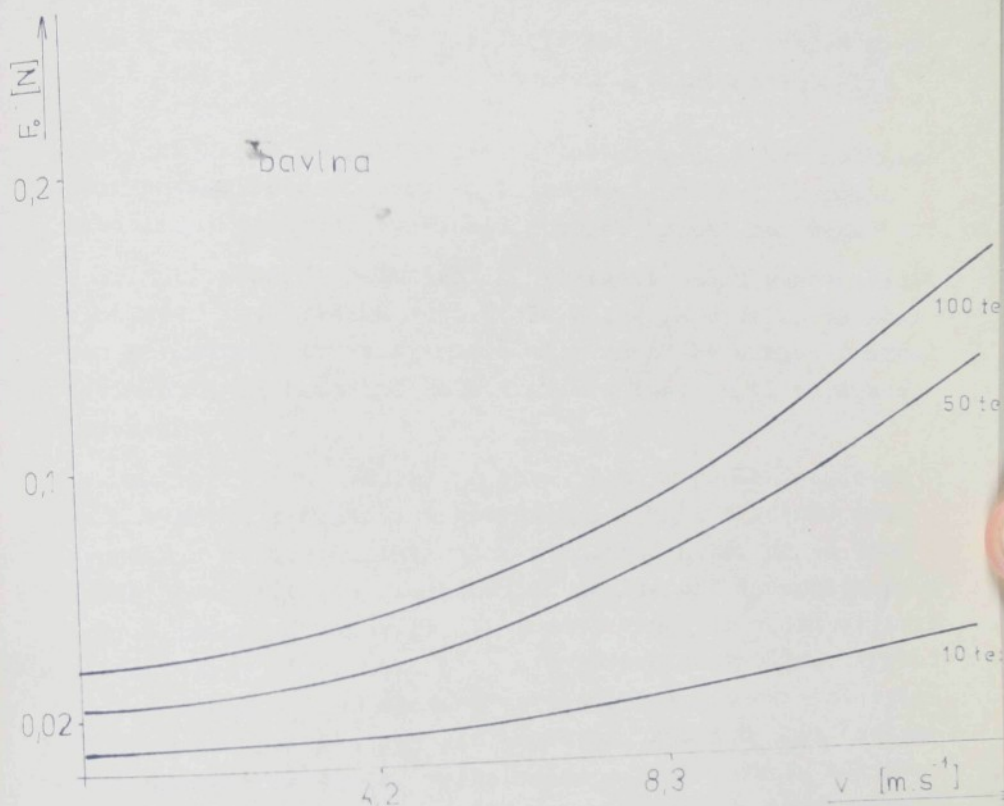
Jak dokazují experimenty, má rychlost nitě vliv na velikost tahové síly v této niti.

Autor práce /36/ uvádí graf závislosti tahové síly v niti na rychlosti této niti pro bavlněný materiál různé jemnosti v případě, že niti není při vedení kladen žádný odpor (viz obr. 60).

Aproximační funkce pro průběh F_0 je

$$F_0 = A + B \left(\frac{n}{c} \right)^2, \quad (93)$$

kde A, B a C jsou konstanty a n - otáčky odvíjecího mechanismu pro odpovídající rychlost nitě.



Obr. 60 Grafická závislost tahové síly v niti na rychlosti této nitě

Z grafu je zřejmé, že v našem případě, kdy se maximální rychlost nitě při zatahování pohybuje kolem $2,8 \text{ m.s}^{-1}$, platí přibližně přímková závislost, a to zejména pro jemnosti pod 50 tex.

Na základě výše uvedených faktů můžeme konstatovat následující:

- i když byly v předešlých úvahách rozebrány relativní rychlosti nitě vůči pracovním prvkům pletacího stroje v oblasti zámků dostatečně podrobně, nelze zatím uvést žádnou obecnou teoreticky vyhovující paralelu mezi těmito relativními rychlostmi a tahovými silami v niti
- můžeme předpokládat, že v oblasti malých relativních rychlostí nitě (do $4,0 \text{ m.s}^{-1}$), nebudou tyto hodnoty tahové síly v niti ovlivňovat.
(tah. síly zde budou závislé na technických a technologických parametrech procesu, a to zejména druhu a jemnosti materiálu, pracovní rychlosti stroje, konstrukci zámků atd.)
- v oblasti vyšších relativních rychlostí budou tahové síly v oblasti tvorby oka růst podle Eulerova vztahu, ve kterém se hodnota vstupní tahové síly mění dle určité funkční závislosti na okamžité relativní rychlosti niti, uvedené ve vztahu (93).

Jak vyplývá z tabulky na obr. 57 a jí předcházejících úvah a výpočtů v oblasti tahových sil v niti a rovněž úvah a výpočtů v oblasti relativních rychlostí nitě, se za dané situace jeví neúčelné (zejména pro nepřesnost vstupních parametrů) zjišťování tahových sil v niti výpočtem v jednotlivých místech tvorby oka, nebo při nejmenším diskutabilní. Výsledky totiž nebudou s největší pravděpodobností adekvátní vynaložené námaze a zjištěným skutečnostem, které by byly zaznamenány měřením na vhodně vyzkoumaném a realizovaném měřicím zařízení, které by mohlo simulovat jak oblast tvorby oka, tak i poskytnout možnost měřit tahové síly v právě zaplétané niti v jednotlivých místech pletacího pole.

Je proto v následující stati 5.6 navrženo zařízení pro simulaci měření tahových sil v niti v libovolném místě tvorby oka. Toto zařízení bylo podrobena zkouškám s některými materiály a zhodnoceno v této stati 5.6. Dále je zde provedeno příkladné srovnání v několika místech pletacího pole dosažených výsledků s výsledky získanými v teoretické stati 5.5. Tato stať obsahuje i komentování "souladu" výsledků teoretických s praktickými.

5.6 PRAKTICKÁ MĚŘENÍ TAHOVÝCH SIL V OBLASTI TVORBY OČKA

Podle PV , podané dne 28.12.1982 o názvu "Způsob simulace měření tahových sil v nití v oblasti zámek pletacího stroje a přípravek k realizaci tohoto způsobu", jejíž podstatná část je uvedena v následujících odstavcích, byl vyroben přípravek pro měření tahových sil. Jak je uvedeno dále, byl tento přípravek také odzkoušen a získané výsledky jsou rovněž uvedeny a komentovány dále v této stati.

5.61 Popis a funkce simulátoru měření tahových sil

Výše uvedená přihláška vynálezu popisuje, jak současný stav techniky, tak přípravek a způsob jeho použití a předmět navržený k patentování.

Uvádí, že: Světová patentová literatura i další odborná literatura se zabývá měřením tahových sil v nití v různých místech textilních strojů a zařízení, ale v oblasti jednotlivých třecích míst zámek pletacího stroje není měření tahových sil v nití dosud popsáno. Jsou činěny určité pokusy zjišťování tahových sil v jehlách pletacího stroje, ze kterých lze usuzovat na síly v nití, ale tato měření vyžadují speciální úpravy jehel (s vestavěnými snímači tahových sil a s napájením těchto snímačů přenosovými elementy získaných signálů, atd.). V miniaturním prostoru jehel je zajištění všech těchto výše popsaných i dalších prostředků a zařízení velice náročné a výsledky nemusí vždy odpovídat vynaloženým nákladům a vynaložené námaze.

Dále popsáný způsob simulující měření tahových sil v zaplétané nití v oblasti zámek pletacího stroje a příkladné zařízení k realizaci tohoto způsobu řeší výše popsanou problematiku tím, že měření provádí při vratně se pohybujících zámecích a při stojícím jehelním lůžku, přičemž je měřená nit odebírána prakticky kdekoliv v prostoru celé simulované zámkové soustavy. Soustava zaplétaných nití je podrobena stejným zatížením jako je tomu na pletacím stroji a měření se může posuzovat a hodnotit jen v té části získaných výsledků, která odpovídá technologickému postupu a způsobu tvorby očka na pletacím stroji.

Popis příkladného provedení simulátoru tvorby očka určeného k měření tahových sil v niti, která je dodávána přibližně konstantní rychlostí, ale i přetržitě nebo nekonstantní rychlostí, je naznačen na obr. 61, jehož horní levá část (a) představuje řez přípravkem v oblasti upravené jehly, pravá část (b) pak pohled na jehly a zámky, a spodní část (c) vlevo půdorysný pohled na uspořádání simulující zejména odtahovanou pleteninu a tedy síly v jednotlivých úsecích této odtahované pleteniny.

Na obr. 61a je naznačena upravená jehla 1 s očkem 2 a kolénkem 3. Jehla je vybavena v horní části hladkou plochou 4, po které klouže nit 5 simulované pleteniny. Tato nit 5 je ovinuta kolem válečku 6 a závaží 7 simuluje tahové síly v pletenině, která je dána počtem oček, jež jsou v přípravku sledována. Dále je zde na obr. 61a zámek 8 (viz též obr. 61b), který představuje plochá ocelová deska s drážkou 9. Zámek je uložen ve vedení 10 a ovládán prostřednictvím kolíku 11. V lůžku přípravku 12 jsou drážky 13 pro vedení jehel 1. Výše popsané detaily jsou potom znázorněny na dalších obrázcích 61 b a c v příslušném promítání.

Šípka *g* u zámků představuje jejich vratný pohyb, uskutečňovaný známým, zde naznačeným mechanismem. Podávaná nit 14 (obr. 61b) do očka 2 upravené jehly 1 vykazuje určitou sílu, která je dána známými v předcházejícím naznačenými odtahovými a nebo podávacími mechanismy, popř. prostým odtahem v jehlách.

Podávaná nit 14 vytváří stejné nebo velmi podobné úhly opásání zaplétání vůči niti "pleteniny" a dále vůči odtahovým součástem přípravku jako na pletacím stroji (pokud jsou zámky stejné, stejné rozteče lůžka a další parametry na přípravku jako na pletacím stroji). Za předpokladu použití stejných materiálů nitě a materiálů přípravku jako u pletacího stroje budou tedy i koeficienty tření adekvátní u přípravku jako u pletacího stroje.

Protože se na pletacím stroji pohybují všechny jehly postupně až do spodní úvratě a posléze zase nahoru, je třeba u tohoto přípravku využít pouze té fáze z vratného pohybu zámků která simuluje pohyb jehel okrouhlého pletacího stroje,

Výhodou tohoto vratného pohybu zámků je však dosažení toho, čeho na plochém stroji dosáhnout nelze, to jest možnosti odtahování právě zaplétané nitě prakticky v každé části (v každém místě) přípravku (A, B, C, D) a následné zjišťování tahových sil v této niti také prakticky v každém místě přípravku.

Je tedy možno uskutečnit odtah směrem A, B, C, D dle obr. 61b a např. v místech A', B', C', D' uskutečnit měření tahových sil v niti.

Postup při využití příkladného provedení přípravku dle vynálezu je následný: Po přípravě zařízení k měření, které spočívá v navlečení nitě do oček 2 jehel 1 a po přípravě simulované pleteniny ve sledovaném úseku, tedy v úseku, který budeme měřit (toto sestává z ručního opásání nitě "pleteniny" na jednotlivé jehly až po jehlu, za kterou chceme měřit tahové síly a odpovídajícího opásání této nitě přes váleček 6, dále z příslušného zatížení takto upravených nití silou, která se rovná zatížení jednoho oka pleteniny vynásobenému počtem zkoušených oček - síla je vyvozována např. hmotností válečku 6 a závaží 7, které může být měnitelné podle počtu měřených oček a podle celkové odtahové síly pleteniny nesimulované (srovnávací), vztažené na jedno oko atd.), se začne odvíjet nit konstantní rychlostí (obr. 61b).

Protože tahové síly v niti dle Eulerova vztahu (5) nejsou závislé na rychlosti, jak bylo uvedeno ve statí 5.5, je pak možno vlastně v místech A', B', C', D'... měřit tahové síly s dostatečnou přesností (zejména a také proto, že se zde jedná o malé rychlosti pohybu nitě, kolem 2 m.s^{-1}).

Po změření tahových sil v niti 14 a po jejich zapsání známými prostředky, např. na termosenzitivní papír, je třeba ze záznamu vybrat ty úseky, které odpovídají technologickému postupu při pletení na okrouhlých pletacích strojích. Toho lze dosáhnout známými prostředky pro sprášení záznamu signálů tahových sil na termosenzitivní papír a prostředků pro pohyb zámků 10 tam a zpět.

Ze získaných průběhů tahových sil v jednotlivých místech simulované pleteniny můžeme pak (zejména, máme-li zaznam tahových sil na vstupu nitě do přípravku) usuzovat na poměry při zaplétání vcelku dosti objektivně a serizováním vstupních tahových sil ovlivňovat jak pretrhovost, tak kvalitu pleteniny.

5.62 Vlastní měření na simulátoru

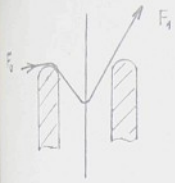
Při vlastním měření tahových sil na simulátoru byl následující postup:

- a) příprava simulačního zařízení k měření, jak je uvedeno ve statí 5.61
- b) instalace měřicího zařízení, které se skládalo z tenzometrického snímače tahových sil ry Rotschild a zapisovacího přístroje Helcoscriptor
- c) podmínky měření:
 - rychlost nitě $v = 0,9 \text{ m.s}^{-1}$
 - materiál bavlna 20 x 2 tex
 - odtahová síla simulované pleteniny $F_{od} = 254,4 \text{ mN}$ (na 6 oče
 - úhel zatahování $\alpha_1 = 45^\circ$
 - $F_o = 12,2 \text{ mN}$

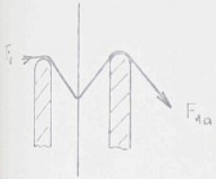
Měření tahových sil v niti v oblasti tvorby oka bylo uskutečněno na pěti místech, jak ukazují schemata v tabulce na obr. 62. Z nich je patrné, že každé následné měření bylo uskutečněno za dalším třetím místem. Protože se vycházelo z předpokladu, že maximum tahové síly v niti bude v oblasti zatahování, poslední měření bylo za třetí jehlou.

Tabulka na obr. 62 dále uvádí označování míst měření a střední hodnotu tahové síly v niti v těchto místech. Odpovídající grafické zápisy tahových sil jsou uvedeny na str.117a.

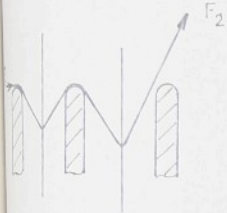
250 mN



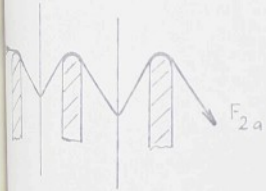
500 mN



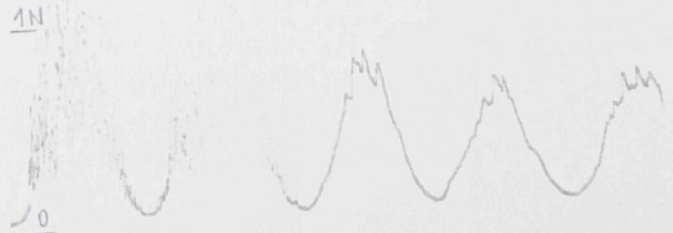
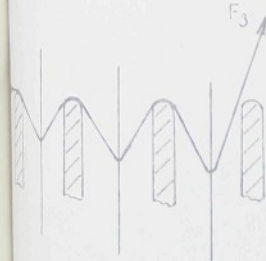
1 N

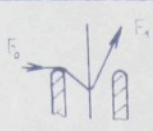
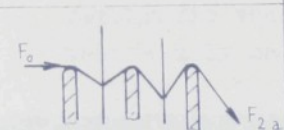
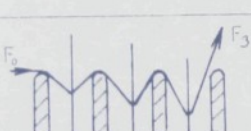


1 N



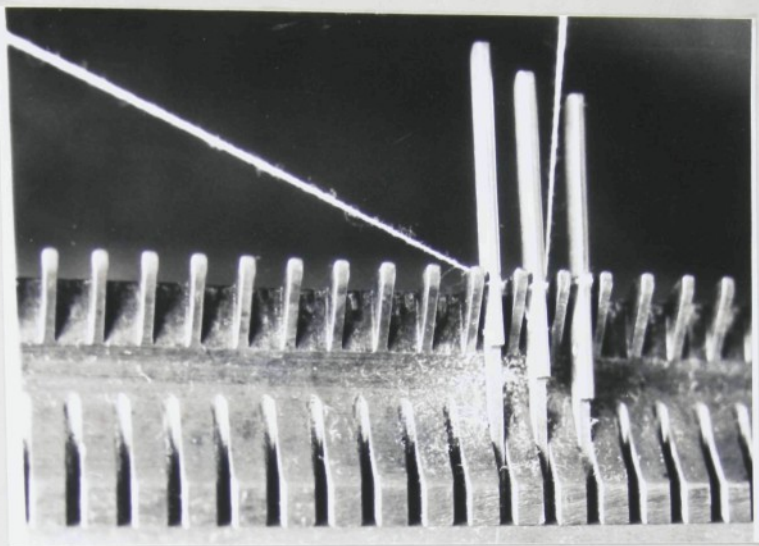
1 N



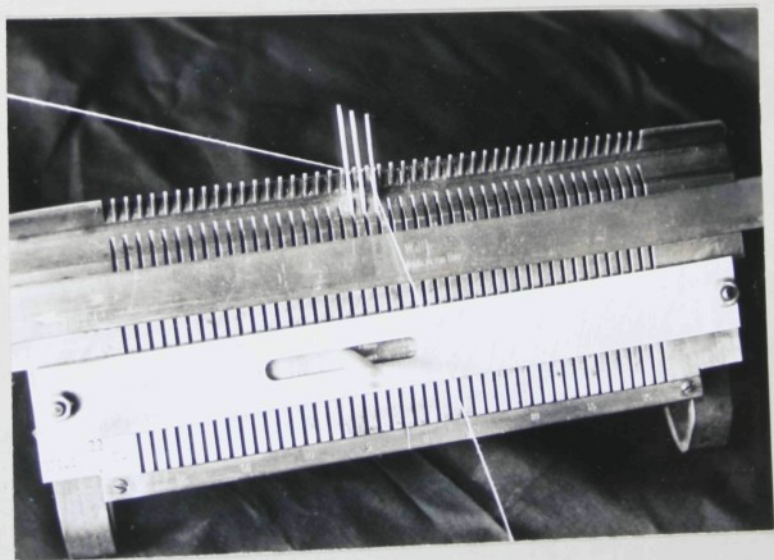
Schema místa měření	Označení	Střední hodnota tahové síly $F_{stř}$ [mN]
	1	28
	1a	72,5
	2	180,7
	2a	350,5
	3	625

Obr. 62 Tabulka schematickeho znázornění místa měření tahových sil a odpovídajících středních hodnot

Fotografie na obr. 63 a 64 ukazují pro názornost vedení nitě při měření v místech 2 a 2a.

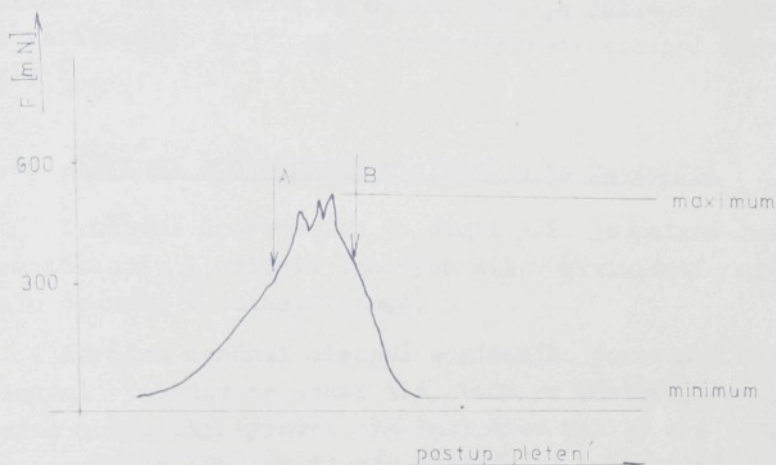


Obr. 63 Fotografie vedení nitě simulátorem při měření
tahové síly za druhou jehlou



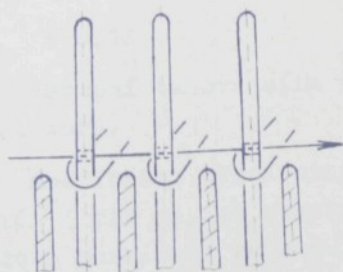
Obr. 64 Fotografie vedení nitě simulátorem při měření
tahové síly

V průběhu tvorby "očka" na simulačním zařízení se vyskytují periodicky dvě meze hodnot tahových sil, jak je patrné z grafického záznamu na str. 117a, např. pro polohu 3, schematicky znázorněnou na obr. 65.

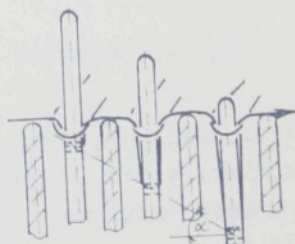


Obr. 65 Grafický záznam průběhu tahových sil měřených v poloze 3 pro jeden cyklus tvorby oka

Tyto krajní meze souvisí s odpovídajícími polohami nitě v jehlách simulátoru. Pro výše uvedený příklad to bude pro minimum tahových sil poloha nitě na obr. 66 a pro maximum poloha nitě na obr. 67.



Obr. 66 Poloha nitě při volném vedení jehlami



Obr. 67 Poloha nitě při zatahování (maximum tahové síly)

Z obr. 65 je patrné, že v počáteční fázi (OA), kdy přichází první jehla do styku se zámkem, měřená tahová síla plynule narůstá. V další fázi (AB) má hodnota tahové síly kolísavý charakter až do maxima, což je důsledkem vlivu hloubky zatahování, popřípadě nerovnoměrnosti vstupní tahové síly F_0 .

5.63 Shrnutí praktických výsledků s teoretickými

Z měření provedených ve statí 5.62 je patrná dostatečná pravidelnost v oblasti tahových sil v závislosti na změně úhlu opásání v oblasti zámků.

Abychom dosáhli alespoň základního porovnání s teoretickými výsledky ze statí 5.5, bude v následujícím proveden jeden numerický výpočet pro bavlněnou nit 20 x 2 tex, která byla použita při praktickém měření při průměru cívký 190 mm, a to pro teoretické vztahy statě 5.5.

Mezi cívkou a simulátorem nebylo použito žádné dodatečné brzdění, takže ani ve výpočtu nebylo toto zahrnuto.

Pro numerický výpočet tahových sil v místech 1, 1a, 2, 2a a 3 (viz stať 5.62) byly použity vztahy (37) - (43) s těmito vstupními parametry:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= 0,3 & \alpha_n &= \frac{\pi}{3} \\ \alpha_k &= 0,18 & \alpha_k &= \frac{\pi}{4} \end{aligned}$$

Vstupní tahová síla v niti byla změřena před první jehlou simulátoru.

Koeficient tření nit-nit a nit-kov nejsou hodnoty běžně známé. I při jejich eventuelním změření nemůžeme získané hodnoty považovat za absolutně přesné, jak bylo uvedeno ve statí 5.5. Proto byly použity hodnoty získané z praktických zkoušek řešených úkolů na KTF VŠST.

Úhly opásání nit-nit a nit-kov byly pro toto první ověření teoretických vztahů odhadnuty podle skutečného průběhu nitě na pletacím stroji.

Odtahová síla simulované pleteniny byla vyvozena zvažím o hmotnosti 25,93 g.

Skutečná odtahová síla v jedné větvi simulovaného oka pleteniny byla vypočtena dle vztahu (36) ze statí 5.5.

$$F_{od} = \frac{254,4}{2 \cdot 6} \cdot e^{-1,4 \cdot 0,18}$$

$$F_{od} = 16,02 \text{ mN}$$

V místech styku zatahované nitě se starým okem, kde působí odtahová síla, vycházíme ve výpočtech ze schematického uspořádání starého oka a nové nitě do jedné roviny, kde odtahová síla v jedné větvi starého oka působí kolmo na úsek nitě zatahovaný přes žebro lůžka.

Hodnoty tahových sil v niti v jednotlivých místech dle statí 5.62 budou pak následující:

$$F_1 = F_{11} \cdot e^{\pi \cdot 0,18}$$

$$F_{11} = |\vec{F}_0 + \vec{F}_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3} = \sqrt{12,2^2 + 16,02^2} \cdot e^{0,314} = 27,54$$

$$F_1 = F_{11} \cdot e^{\pi \cdot 0,18} = 27,54 \cdot e^{0,565} = \underline{\underline{48,47 \text{ mN}}}$$

$$F_{1a} = |\vec{F}_{1a1} + \vec{F}_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3}$$

$$F_{1a1} = |\vec{F}_1 + \vec{F}_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3} = 51,05 \cdot e^{0,314} = 69,84$$

$$F_{1a} = |\vec{F}_{1a1} + \vec{F}_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3} = 71,65 \cdot e^{0,314} = \underline{\underline{98,02 \text{ mN}}}$$

$$F_2 = F_{2a} \cdot e^{\pi \cdot 0,18} = 98,02 \cdot e^{0,565} = \underline{\underline{172,46 \text{ mN}}}$$

$$F_{2a} = |F_{2a1} + F_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3},$$

$$F_{2a1} = |F_2 + F_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3} = 173,2 \cdot e^{0,314} = 236,94,$$

$$F_{2a} = |F_{2a1} + F_{od}| \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3} = 236,94 \cdot e^{0,314} = \underline{\underline{324,87 \text{ mN}}}$$

$$F_3 = F_{2a} \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,18} = 324,87 \cdot e^{0,565} = \underline{\underline{571,59 \text{ mN}}}$$

Pro srovnání byly vypočteny hodnoty tahových sil ve stejných místech dle klasického Eulerova vztahu

$$F = F_0 \cdot e^{\sum \alpha_n \mu_n + \sum \alpha_k \mu_k} \quad (94)$$

kde F - výsledná tahová síla v niti [N]

F_0 - počáteční tahová síla v niti [N]

α_n - úhel opasání nit-nit [rad]

α_k - úhel opasání nit-kov [rad]

μ_n - koeficient tření nit-nit [1]

μ_k - koeficient tření nit-kov [1]

Podle výše uvedeného vztahu pak platí:

$$F_1 = F_0 \cdot e^{\frac{\pi}{3} \cdot 0,3 + \frac{\pi}{3} \cdot 0,18} = 12,2 \cdot e^{0,877} = \underline{\underline{29,32 \text{ mN}}},$$

$$F_{1a} = F_1 \cdot e^{\frac{3\pi}{3} \cdot 0,3} = 29,32 \cdot e^{0,628} = \underline{\underline{54,94 \text{ mN}}},$$

$$F_2 = F_{1a} \cdot e^{\pi \cdot 0,8} = 54,94 \cdot e^{0,565} = \underline{\underline{96,64 \text{ mN}}},$$

$$F_{2a} = F_2 \cdot e^{\frac{2\pi}{3} \cdot 0,3} = 96,64 \cdot e^{0,628} = \underline{\underline{181,09 \text{ mN}}},$$

$$F_3 = F_{2a} \cdot e^{\pi \cdot 0,18} = 181,09 \cdot e^{0,565} = \underline{\underline{318,53 \text{ mN}}}.$$

V tabulce na obr.68 jsou uvedeny pro srovnání naměřené hodnoty a vypočítané hodnoty tahových sil v niti ve sledovaných pěti místech oblasti tvorby oka.

Tahová síla	Naměřená [mN]	Vypočítaná [mN]	Vypočítaná dle Eulerova vztahu [mN]
F_1	28	48,47	29,32
F_{1a}	72,5	98,02	54,94
F_2	180,7	172,46	96,64
F_{2a}	350,5	324,87	181,09
F_3	625	571,59	318,53

Obr. 68 Tabulka naměřených a vypočítaných hodnot tahových sil v niti vedené simulátorem

Protože objem prací této kandidátské práce již nedovolil provést větší množství měření pro stanovení přesnějších výsledků z hlediska zobecnění teoretických vztahů, je třeba hledět na tyto výsledky jako na ryze informativní.

Přesto je z uvedených výsledků a tabulek patrná dostatečná shoda z hlediska měřených a vypočítaných hodnot. Za cenný poznatek je možno považovat rovněž zjištěný průběh tahové síly při měření. (Je třeba však brát v úvahu pouze tu větev průběhu, která odpovídá technologii procesu pletení).

Porovnáním výsledků výpočtu tahových sil v niti podle klasického Eulerova vztahu při použití stejných vstupních parametrů (viz tab. na obr. 68, 3. sloupec) s výsledky, získanými ve vztahů, které jsou v práci navrženy, je patrné, že se

tyto druhé přibližují více praktickým výsledkům.

Autorka předpokládá další upřesnění výsledků jinou formou, např. v rámci vědecko-výzkumného úkolu na KTP VŠST, popř. zadáním diplomové práce.

6. KONKRÉTNÍ ZÁVĚRY PRO REALIZACI VÝSLEDKŮ PRÁCE VE SPOLEČENSKÉ PRAXI A PRO DALŠÍ ROZVOJ VĚDY

Disertační práce podává přehled o vzniku a průběhu tahových sil v niti na velkop průměrových pletacích strojích v současné době. Podává přehled o změnách tahových sil v závislosti na nejdůležitějších technologických parametrech jako je materiál, průměr cívky a podávací rychlost nitě. Základní parametry byly sledovány bez použití podavačů nitě, tedy při prostém odvíjení nitě a při použití podavačů různých typů.

Výsledky provedených zkoušek jsou v práci soustavně zhodnocovány s cílem získání podrobných představ o stavu tahových sil a jejich zhodnocení zejména z pohledu na proces vlastní tvorby pleteniny.

Jak je ze závěrů práce patrné, mohou ovlivňovat tahové síly jak přetrhovost, tak stejnomořnost pleteniny podstatně. Pro nedostatečné množství experimentálního materiálu a již zmíněný rozsah práce nemohlo být provedeno praktické vyhodnocení jak této přetrhovosti, tak ani stejnomořnosti struktury pleteniny. Proto byly rozebrány alespoň velmi zkráceně v příloze práce některé metody hodnocení struktury pletenin, které jsou v současnosti využívány. Autorka se domnívá, že je třeba v budoucnu se zabývat otázkami přetrhovosti a stejnomořnosti struktury pletenin z hlediska vlivu tahových sil ve výzkumných pracech na KTP VŠST.

Dále je v práci teoreticky rozebrána oblast tahových sil při tvorbě oka. při současném sledování relativních rychlostí nitě v příslušných místech tvorby pleteniny.

Je navrženo jednoduché simulační zařízení, umožňující kontrolu tahových sil v niti prakticky v kterémkoli místě tvorby oka. Srovnání teoretických a praktických výsledků ze simulačního zařízení ukazuje dostatečnou shodu teoretických představ s praktickými měřeními.

Výsledky práce lze shrnout do následujících oblastí:

Oblast výzkumu textilní technologie

Byly shrnuty teoretické i praktické poznatky řady autorů o tahových silách obecně i při tvorbě pleteniny. Byly shrnuty v krátkosti materiály, které se zabývají hodnocením struktury pleteniny objektivními metodami.

Byla provedena analýza tahových sil v niti při různých výše uvedených parametrech, jejímž účelem bylo zjistit maximální tahové síly, které jsou příčinou zvýšení přetrhovosti a zhoršení kvality pleteniny.

Teoretické rozborů tahových sil a jejich praktické ověření pomocí simulátorů napovídají textilnímu technologovi skutečnosti, které vedou k podstatnému zvýšení tahových sil v oblasti tvorby oka a tím přetrhovosti resp. poruše během tohoto procesu (jedná se o několikanásobné zvýšení tahové síly v oblasti tvorby oka). Zde je cesta pouze naznačena s poměrně malým počtem experimentálních výsledků, takže tuto oblast je nutno chápat jako informativní, přesto však cennou.

Autorka předpokládá rozšíření a upřesnění výsledků prostřednictvím další vědecko-výzkumné činnosti na KTP VŠST.

Sledováním různých typů podavačů bylo dosaženo srovnání mezi současnými a vyvíjenými typy podavačů na KTP a vyjasnění některých problémů při zařazení podavače do pletacího procesu.

Získané výsledky ze simulátoru jsou v současné době pouze informativní, ale za předpokladu většího rozsahu experimentů (více druhů materiálu, zařazením dalších významných ovlivňujících faktorů) mohou textilnímu technologovi napovědět při jeho rozhodování v oblasti stanovování technologických parametrů procesu (např. rychlost), v oblasti seřizování strojů a pod.

Oblast textilního strojírenství

I když československé textilní strojírenství nevyrábí tolik velkoprůměrových pletacích strojů, pro které jsou podavače nití, realizované v rámci této disertační práce, především určeny, budou tyto podavače nabídnuty výrobnímu závodu československého textilního strojírenství k realizaci především proto, že provedenými zkouškami lze hodnotit podavač č. 5 (VŠST -D2) jako nejvýhodnější, jak bylo uvedeno ve statích 5.3 a 5.5.

Simulační zařízení k měření tahových sil bylo přihlášeno k patentování.

Oblast vědy a výuky

Výsledky předkládané práce je možno použít jako východí pro další řešení vědecko-výzkumných úkolů této problematiky, event. pro zadání diplomových prací, které by mohly podstatně upřesnit tuto řešenou oblast.

Dále v oblasti výuky budou použity výsledky při dalším zpracování skript, přičemž v současnosti jsou používány při přednáškách a cvičeních specializačních předmětů katedry tkalcovství a pletarství.

Výsledky lze využít jako východí poznatky při řešení vědecko-výzkumných úkolů, např. v oblastech plynulosti pletacího procesu, zvyšování kvality pletenin, zvyšování produkce a produktivity práce.

PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- /1/ KORJACIN, S.P.: Načalnoe natjaženie pri osevom smatyvanii. IVUZ Techn.tekst.prom. 1970, č. 6, str. 71.
- /2/ MALÁŠEK, F.: Vliv parametrů a funkce vodičích a očkotvorných mechanismů na zpracovatelnost přízí na VPS. /Výzkumná zpráva/, VÚP Brno, 1977, str. 16.
- /3/ GUSEVA, A.A.: Analiz pričin raznodlinnosti čulok. Trudy MTI, Moskva, 1955, č. 16, str. 67-83.
- /4/ PRAŠIL, V.: Možnosti zlepšení kvality křížové cívky, Textil, 1982, č. 1, str. 10.
- /5/ ISAKOV, P.I.: K voprosu teorii natjaženija niti. IVUZ Techn. tekst. prom., 1960, č. 3, str. 173.
- /6/ PAVLÍK, J. A KOL.: Výzkum vlivu tvaru, rozměru a kvality návinu na zpracovatelnost přízí na pletacích strojích. /Výzkumná zpráva/, VÚP Brno, 1976.
- /7/ GARBARUK, V.N.: Vlijanie skorosti skoloženija niti po napravljajuščim na natjaženije. IVUZ Techn.legk.prom., 1963, č. 1, str. 158.
- /8/ GARBARUK, V.N.: Projektirovanije trikotažnych mašin, Leningrad, 1980, str. 325.
- /9/ KORLINSKI, W.: Podstavy dziewiarstwa, WNT, Varšava, 1977, str. 182.
- /10/ RAGOZA, I.V., ŠERMAN, P.P.: Isledovanie prochožděnija niti po steržnjam malogo diametra. IVUZ Techn.legk.prom., 1968, č. 1, str. 88.
- /11/ GARBARUK, V.N., BACHMATOV, K.I.: Vlijanije sily odtjažki polotna na natjaženije niti pri kulirovanii. IVUZ Techn. legk. prom., 1973, č. 6, str. 114.
- /12/ KNAPTON, J.J.F.: The Dynamics of Weft-Knitting: A Mathematical Analysis. Textile Research Journal (TRJ), 1966, str. 706.
- /13/ KNAPTON, J.J.F.: Effects of Yarn/Metal Friction, Loop Length, and Cover Factor on Knitting Performance, TRJ, 1968, str. 22.

- /14/ CILOVIČ, I.G.: Osobnosti nalady trikotažnych mašin. IVUZ Techn.legk.prom., 1980, č. 2, str. 90.
- /15/ LATZKE, P.M.: Fadenzugkraftmessungen in der Textilindustrie. Melliand Textilberichte, 1978, č. 12, str. 870.
- /16/ KOVÁŘ, R., CHLUPOVÁ, E.: Technologie I. Skripta VŠST, Liberec, 1980, str. 97.
- /17/ VETTER, S.: Fadenzuführung und Fadenüberwindung bei Wirk- und Strickmaschinen. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 1977, č. 7, str. 357.
- /18/ VETTER, S.: Fournisseure. Wirkerei- und Strickerei-Technik, 1981, č. 6, str. 540.
- /19/ IRO: An Improved IPS unit and a new positive feed unit for elastomeric yarns. Knit. Internat., 1977, č. 3, str. 50.
- /20/ Philip Introduces Variable speed positive Feed Device. Knit. T., 1975, č. 11, str. 50.
- /21/ GARBARUK, V.N., OKS, B.S.: Vlijanije aktivnoj nitěpodači na petelnuju strukturu. IVUZ Techn.legk.prom., 1973, č. 5, str. 124.
- /22/ KLIMKE, G.: Die Verarbeitung von Wollgarnen auf Interlock-Rundstrickmaschinen. Wirk.u.Str.Technik, 1972, č. 7, str. 461.
- /23/ STEIN, W., GRABAND, H.W.: Verbesserung der Fadenzuführung an der Rundstrickmaschine durch Speicherfournisseure. Wirk.u.Str.Technik, 1973, č. 9, str. 606.
- /24/ HRBÁČEK, J., NEULMANN, L.: Srovnání podávacích hlavic. /Výzkumná zpráva/. Zbrojovka, Vsetín, 1980.
- /25/ DUŠEK, Z.: Fotogrammetrická rekonstrukce textilních útvarů. /Kandidátská disertační práce/, SVÚT, Liberec, 1978, str. 19.
- /26/ SODOMKA, L.: Přehled optických metod hodnocení struktury. Textil, 1978, č. 7, str. 257.

- /27/ SKLJANNIKOV, V.P.: Optimizacija strojenja i mehaničeskich svojstv tkaněj iz chemičeskich volokon, Moskva, Legkaja industrija, 1974, str. 167.
- /28/ NOVIKOV, N.G.: Tekstilnaja promyšlennost, 1946, č. 2, str. 9.
- /29/ NOVIKOV, N.G.: Tekstilnaja promyšlennost, 1946, č. 6, str. 24.
- /30/ SIMON, J.: Zkoušení textilních materiálů a výrobků. SNTL, Praha, 1961, str. 294.
- /31/ KOVÁŘ, R.: Struktura a vlastnosti zátažných pletenin. /Výzkumná zpráva/, VŠST, Liberec, 1980.
- /32/ SODOMKA, L.: Použití optických metod kurčování makrostruktury netkaných textilií. /Sborník NT/, VŠST, Liberec, 1976, str. 39.
- /33/ SODOMKA, L.: Rozptylové metody při hodnocení netkaných textilií. Textil, 1981, č. 4, str. 129.
- /34/ SODOMKA, L.: Struktura a vlastnosti netkaných textilií. /Diplomová práce/, VŠST, Liberec, 1981.
- /35/ NOVÁK, P.: Rozbor a konstrukce odtahu okrouhlého pletacího stroje. /Diplomová práce/, VŠST, Liberec, 1975.
- /36/ PRÁŠIL, V.: Rozbor a optimalizace procesu odvíjení útkové nitě na tkacích strojích. /Doktorská disertační práce/, VŠST, Liberec, 1982.

2.3 HODNOCENÍ STRUKTURY PLETENIN

Z dosavadních výzkumů jasně vyplývá souvislost mezi strukturou pleteniny a jejími vlastnostmi. Struktura pleteniny, myslíme tím strukturální uspořádání vazebních prvků, je zase do značné míry ovlivněna vlastnostmi materiálu, soustavou technických a technologických parametrů a v neposlední řadě i soustavou proměnných faktorů, např. tahových sil, které tuto strukturu ovlivňují nepřímě, prostřednictvím některých jiných parametrů.

Jestliže analyzujeme problematiku tahových sil, je nutno hledat i souvislost se změnami struktury pleteniny, které tyto tahové síly zapříčiňují. Toho lze dosáhnout vyhodnocením dané struktury vhodnou metodou tak, abychom získali zpětnou vazbu "změna struktury pleteniny - změna tahové síly v niti".

Vzhledem k tomu, že oblast hodnocení struktury pletenin se dotýká dané problematiky tahových sil jen okrajově, vlastně jako její důsledek, je následující literární rešerše jen velmi krátkým přehledem současných metod hodnocení struktury pletenin.

Dnes je již známo, že o struktuře rozhodují v první řadě geometrické poměry a ve druhé řadě pak vzájemné vazby jednotlivých elementů struktury. Obecný pojem struktura pleteniny v širším smyslu slova zahrnuje tedy nejen geometrické vlastnosti, jako je geometrie základního vazebního prvku, tloušťka, nestejnomyšnost a pod., ale i vztahy mezi vlastnostmi nitě, vláken a hotové pleteniny.

Dosavadní způsob popisu struktury plošných textilií (tedy i pletenin) jak uvádí autor /25/, vychází většinou z jednoduchých geometrických představ o uložení nití nebo vláken, založených na přímém experimentálním pozorování prostorového rozmístění textilních komponent.

Jak tento autor /25/ dále uvádí, můžeme současné experimentální metody hodnocení struktury textilií rozdělit takto:

- A) Sledovaná komponenta je neoznačena
 - a) metoda orientovaných řezů
 - b) optická metoda "náhradního řezu".
- B) Sledovaná komponenta je označena
 - a) metoda fluorescenční
 - b) metoda rentgenografická a radiografická
 - c) metoda optického zprůhlednění pozorovaného objektu.

Z uvedeného rozdělení je zřejmé, že jde převážně o optické metody. Z fyzikálního hlediska je možné tyto optické metody obecně dělit, jak uvádí autor /26/ na:

- α) metody přímé - mezi které počítáme metody mikroskopické, elektroskopické, projekční, holografické apod.
- β) metody nepřímé - mezi tyto řadíme metody rozptylové, holometrické, absorbační apod.

Je nutno zdůraznit, že obě předcházející rozdělení se týkají obecně všech plošných textilií. Současná experimentální hodnocení struktury se provádí převážně u tkanin a netkaných textilií. Pro pleteniny, které mají složitější prostorové uspořádání, se tyto metody buď nehodí, protože nedají skutečný obraz struktury, nebo nejsou dostatečně spolehlivé a přesné.

Z tohoto důvodu zde bude zmínka jen o metodách, které se mohou pro sledování pletenin aplikovat nebo se již v této oblasti výzkumu struktury pletenin začaly využívat.

Vhodné metody hodnocení struktury pletenin byly rozděleny do následujících podskupin:

- 2.31 Metoda orientovaných řezů
- 2.32 Přímé optické metody
- 2.33 Metoda fotogrammetrická
- 2.34 Optické rozptylové metody

2.31 Metoda orientovaných řezů

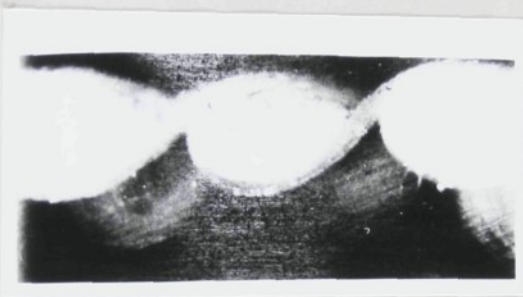
Tuto metodu můžeme považovat za nejrozšířenější. Dává nám představu o prostorovém seskupení strukturálních prvků texti-

lie pozorováním dané textilie v podélném, příčném, popř. i jinak orientovaném řezu.

Z přehledu prací autorů /27, 28, 29, 30/ lze shrnout metodiku této experimentální metody takto:

- zalévání preparátu (na které se klade největší důraz)
- řezání
- broušení a leštění
- mikroskopické pozorování.

Současná literatura uvádí bohužel jen výsledky experimentů, týkajících se převážně tkanin, popř. netkaných textilií. Na obr. 1 je ukázka fotografie podélného řezu propletu v rovině vazby řetízkové nitě.



Obr. 1

Je zřejmé, že tato metoda nevede k cíli tam, kde osa nitě neleží v rovině řezu.

2.32 Přímé optické metody

Z metod určování parametrů struktury textilií mají dobrou perspektivu metody optické. Na základě těchto metod byl vlastně výzkum struktury textilií započat, postupně se zdokonalovaly a rozvíjely jednoduché optické metody ve složitější, které v současné době využívají např. laserové záření apod.

Optické metody, jak uvádí /26/, které přímo zobrazují nebo měří požadovaný strukturální parametr textilie, nazýváme

přímé optické metody. Počítáme mezi ně fotografické, mikroskopické, projekční metody apod.

U těchto přímých optických metod se v poslední době často s úspěchem využívá metoda tzv. "optického zprůhlednění". Zalije-li se nezbarvený textilní materiál kapalinou se stejným indexem lomu jako má tento materiál, stane se při pozorování průhledným.

Tuto metodu použil ve své práci autor /31/ při vyhodnocování průměru nitě přímo z neporušené pleteniny fotografováním.

Jedna z nejjednodušších přímých metod, i když poměrně pracná, je metoda mikroskopická. Spočívá ve zhotovení mikrosnímků v různých místech vzorku např. běžným mikroskopem Meopta s nástavcem pro snímání na fotodesky. Pozitivy pak slouží pro vyhodnocování struktury.

2.33 Metoda fotogrammetrická

Určit tvar, velikost i polohu sledovaného objektu v prostoru je možné, máme-li k dispozici alespoň dva fotografické snímky tohoto objektu. Jde o základní úlohu samostatné vědní disciplíny, tzv. fotogrammetrie.

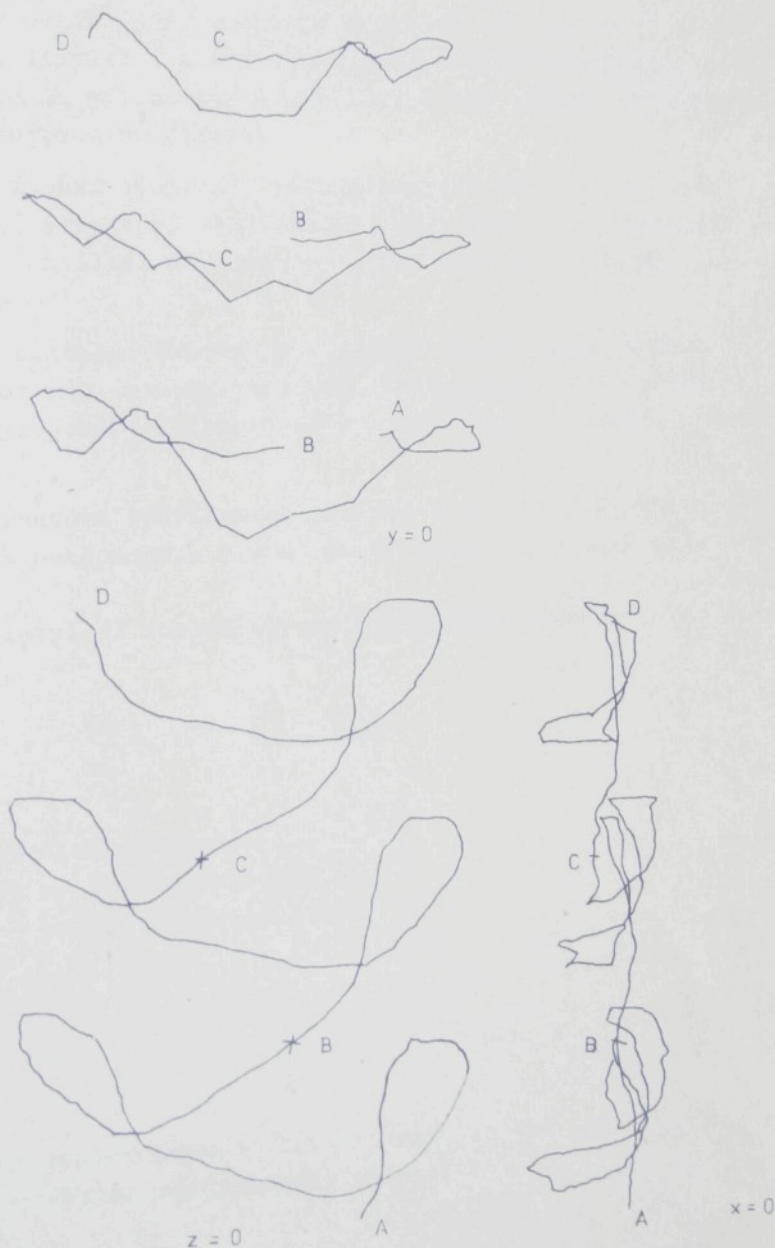
Využitím metody velmi blízké fotogrammetrie při sledování prostorového uložení nití osnovního úpletu se zabývá autor práce /25/.

Prostorové uložení nitě se získá vyhodnocením dvojice snímků, zhotovených fotografováním skupiny oček pod určitým úhlem zprava i zleva, za pomoci zprůhlednění okolní hmoty.

Měření snímkových souřadnic se provádělo ručním odečtem na pozitivěch při 5-ti násobném zvětšení na profil-projektoru. Prostorové souřadnice bodů na ose nitě byly vyhodnoceny výpočtem analyticky na počítači.

Grafické znázornění průměru osy nitě vazby bylo provedeno do rovin $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

Souřadnice bodů osy nitě byly vyneseny s použitím souřadnicového zapisovače stolního kalkulatoru Packard. Příklad vyhodnocení vzorku osnovní pleteniny ve vazbě sukno je uveden na obr. 2.



Obr. 2

2.34 Optické rozptylové metody

Objevem laserů se dostaly do rukou techniků intenzivní zdroje koherentního záření, které umožňují provádět difrakční experimenty i u výzkumu struktury textilií.

Jak uvádí /32/, umožňuje světelná difrakční technika provádět difrakční úlohy v makroskopických rozměrech analogické úlohám při určování mikrostruktury vláken prováděných např. rentgenovou difrakcí.

Počáteční výsledky výzkumu použití této metody při hodnocení struktury uvádí autor /33/, kde jde o určování textury textilií, nejprve netkaných textilií, později u pletenin.

Na textilní vzorek jako plošný útvar nechá dopadat kolmo rovinnou monochromatickou harmonickou vlnu. Jako zdroj byl použit hélium-neonový laser typu M 1000 o výkonu 1 mW.

Struktura textilie se projeví v difrakčním poli rozptylovou schopností, kterou autor popsal funkcí $R(r)$.

Rozptylová funkce je pak definována tvarem

$$R(\underline{r}) = \int_{(S)} ds A(\underline{k}) \exp(i \underline{k} \cdot \underline{r}) \quad (1)$$

kde ds - element plochy

$A(\underline{k})$ - rozptyl. amplituda

$\underline{r}$ - polohový vektor

$$\underline{K} = \underline{k} - \underline{k}_0 \quad (2)$$

kde $\underline{k}_0$ - vektor dopadajícího záření

$\underline{k}$ - vektor rozptýleného záření

Nejběžnější zařízení k vytváření difrakčních obrazců je optický difraktometr. Příklad takového zařízení, jeho princip a popis je uveden v práci /34/.

2.35 Zhodnocení problematiky statí 2.3

Současné výsledky výzkumů struktury pletenin dokazují, že je nezbytné znát nejen teorii tvorby této struktury, ale i metody zpětného vyhodnocení. Jde tedy i o to, získat metodu pro zhodnocení a srovnání předpokládané a skutečné struktury pleteniny.

Oblast zkoumání struktury textilií byla v minulosti zaměřena převážně na tkaniny, popř. netkané textilie. Pleteniny mají poměrně složitější strukturu z hlediska uložení nití v prostoru a proto i metody vyhodnocování struktury pletenin jsou problematičtější.

Výhody metody orientovaných řezů můžeme spatřovat především v její rychlosti a jednoduchosti. Již z fotografických ukázek však vyplývá neschopnost metody zachytití prostorově složitější uspořádání vazebních prvků. Zalévací hmota může kromě toho nejen porušit skutečnou geometrii textilní struktury, ale může mít i negativní vliv na deformační vlastnosti zkoušeného vzorku (smrštění při tuhnutí hmoty apod.).

Při vyhodnocování z fotografických snímků nebo mikrosnímků dochází ke značnému zkreslení proto, že snímky jsou pořizovány jen z jednoho směru, neznáme tedy přesné prostorové uložení nitě v úpletu.

Metody (2.31, 2.32) samy o sobě jsou jednoduché a vyhodnocování není pracné. I když dochází ke zkreslení skutečného uložení nitě a tedy ke značnému zjednodušení, lze metody využít např. při srovnání výsledků experimentálních měření, získaných ještě jinou metodou.

Přesné zjištění prostorových souřadnic mnoha bodů na ose vlákna nebo nitě uvnitř textilního útvaru vytváří pod-

mínky k analýze reálné struktury a ke sledování vzájemných vztahů mezi podmínkami výrobního procesu a geometrickým tvarem základní strukturální jednotky textilie.

Aplikace fotogrammetrické metody umožňuje nejen poznat vnitřní strukturu textilií, ale i výzkum fyzikálních příčin změny struktury a jejího chování při používání.

K přesnému zhotovení snímků u této metody a jejich vyhodnocení je však zapotřebí kvalitní zařízení (kamera, počítač s příslušným vybavením), které nejsou vždy k dispozici.

Určitá nepřesnost vyhodnocení ze snímků bude patrně způsobena tím, že prostorové vyhodnocení se uskutečňuje z obrysů nitě, a že tedy osa nitě, jejíž průměry bodů jsou dále zpracovány, nemusí být totožná se skutečnou osou.

Výhody metod hodnocení struktury textilií za pomoci laserové techniky můžeme spatřovat zejména v tom, že

- měření jsou velmi rychlá a jednoduchá
- stačí jedno měření (jak u holografie, tak i u rozptylových metod), protože záření zasahuje plochu řádově 50 cm^2
- můžeme sledovat i složitější struktury, které nemusí mít upravený povrch.
- dá se využít kontinuity měření
- metody jsou přesné, bezdotykové, nedestruktivní.

Zařízení jsou však ve srovnání s jinými metodami drahá a nejsou běžně k dispozici. V současné době je velmi obtížné vyhodnocení záznamů některých metod, např. vyhodnocení z difrakčních obrazců nedává konkrétní představu o struktuře.

Závěrem je možno říci, že tento směr ve výzkumu struktury je velmi progresivní, ale v současnosti je v počátcích. Dosavadní výsledky mají dosud pouze informativní charakter pro další zdokonalování metod hodnocení struktury textilií.

PŘÍLOHA č. 2

DIAGRAMY MĚŘENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI ZA CÍVKOU
V ZÁVISLOSTI NA ZMĚNĚ PRŮMĚRU CÍVKY (bez podavače)

Podmínky měření:

Měřicí konstanta $k_M = 10 \text{ mN.dílek}^{-1}$

Posun záznamového papíru $p = 2,5 \text{ mm s}^{-1}$

U záznamů s tlumením je časová konstanta $k_t = 1 \text{ s}$

Průměr křížové cívky $d_c = 90 - 240 \text{ mm}$

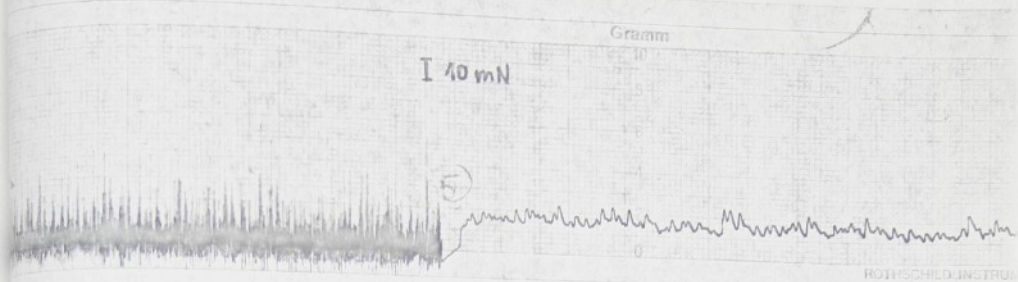
Zkoušené cívky jsou označeny $c_1, c_2, \dots, c_5$

Zkoušený textilní materiál: 1) ba 20 x 2 tex

2) PES/Tesil 20x2 tex

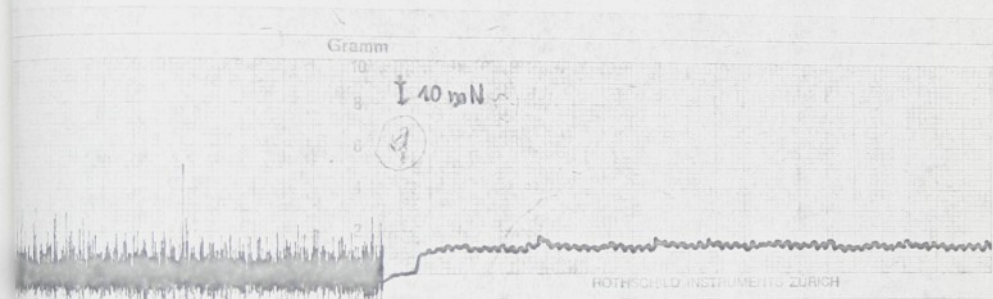
3) Grisuten/Tesil 20.2tex

Materiál : ba 20x2 tex



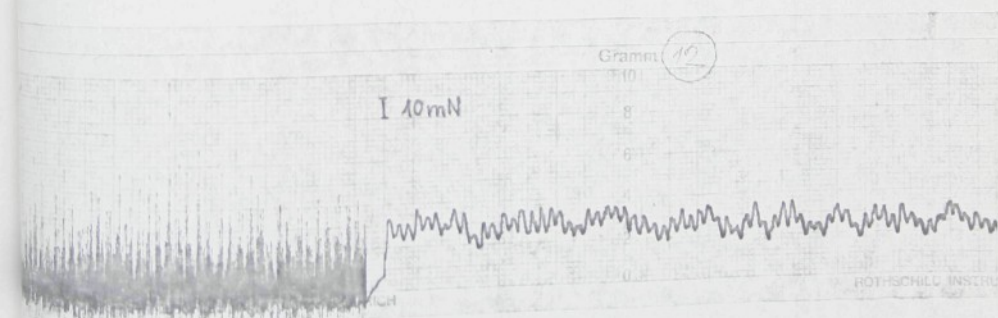
2. Průběh tahových sil za $d_c = 190$ mm.

Materiál : ba 20x2 tex

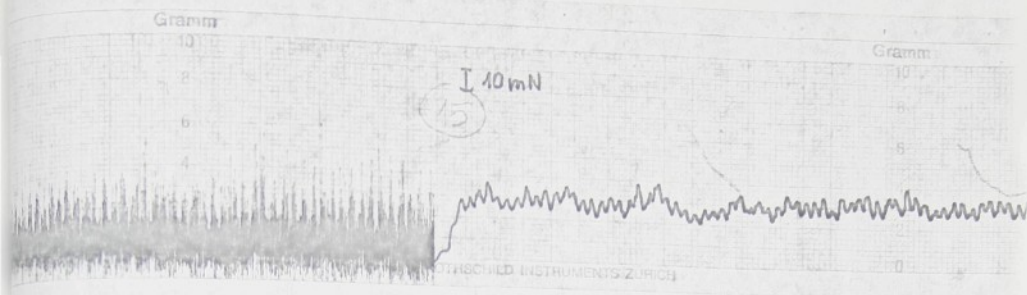


3. Průběh tahových sil za $d_c = 140$ mm.

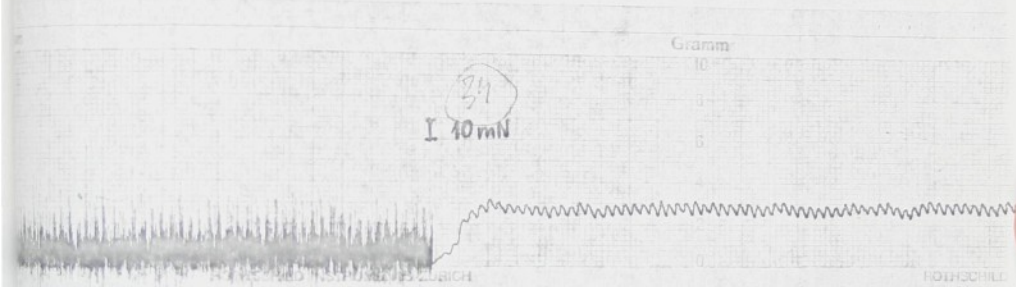
Materiál : ba 20x2 tex



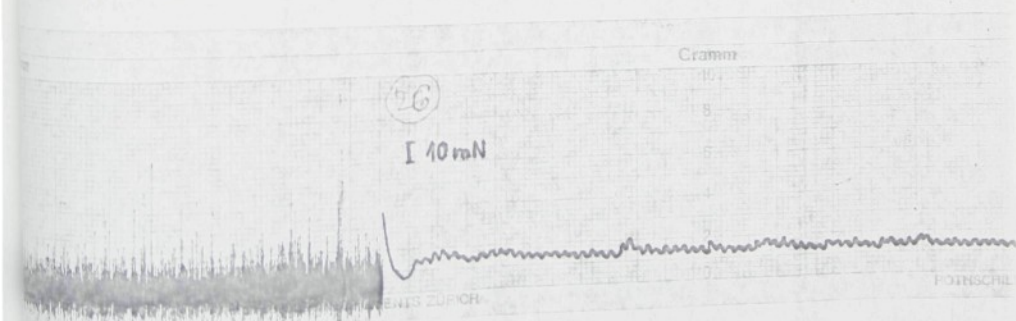
4. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 90$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



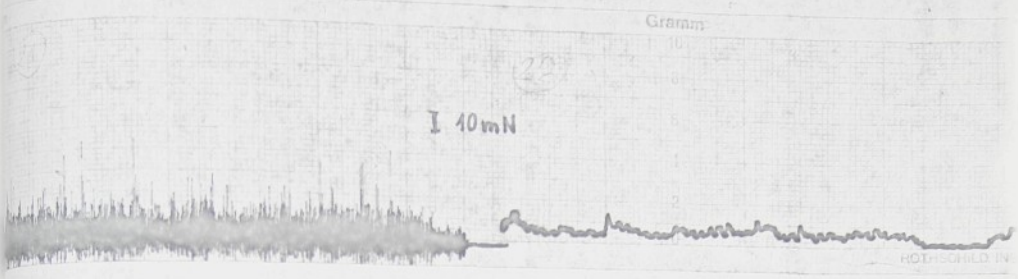
5. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 240$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



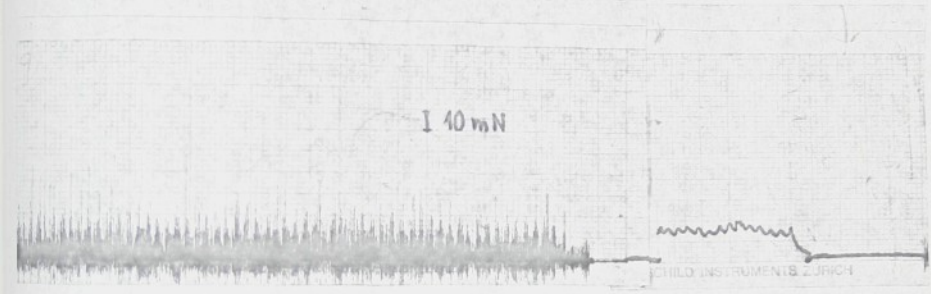
6. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 190$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



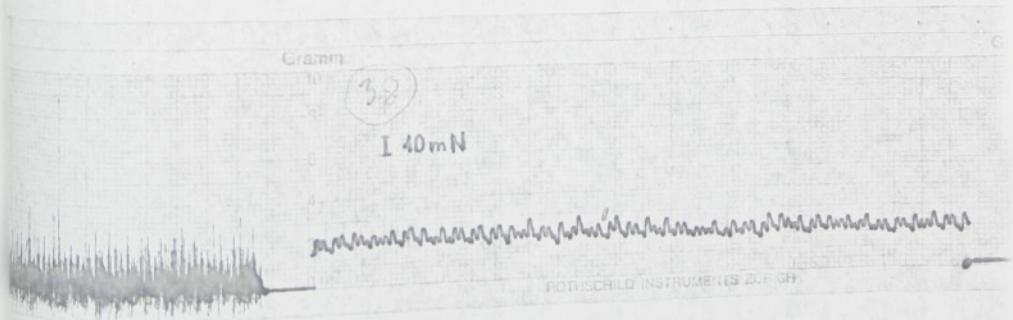
2. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 140$ mm.
 Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



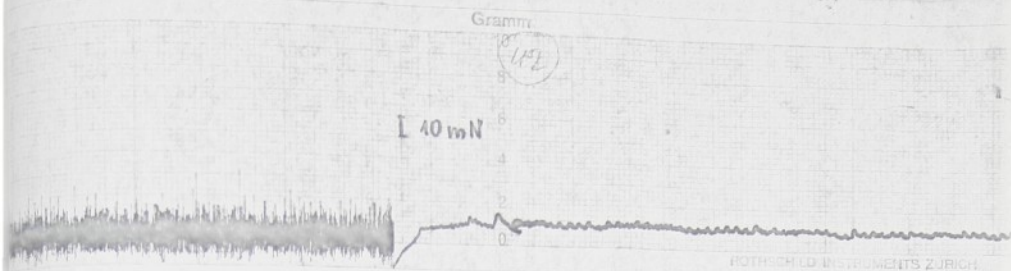
3. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 90$ mm.
 Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



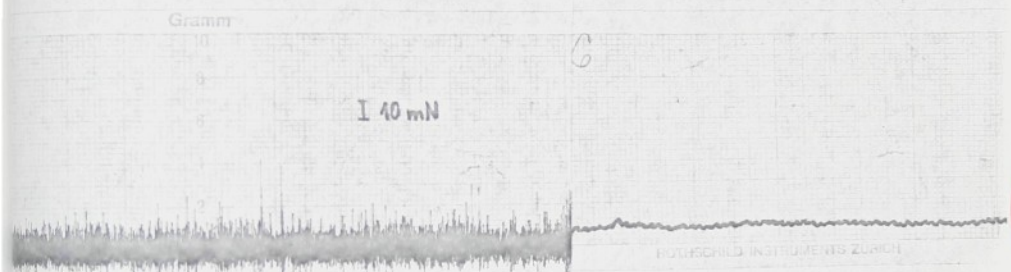
4. Průběh tahových sil za cl, kde $d_c = 240$ mm.
 Materiál : Grisutén/Tesil 20.2tex



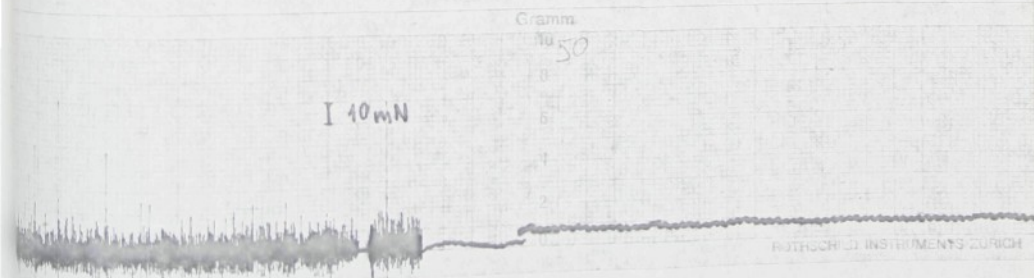
10. Průběh tahových sil za d_c , kde $d_c = 190$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex



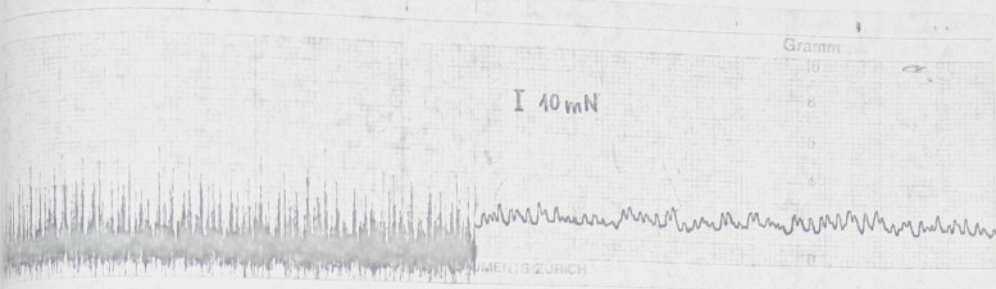
11. Průběh tahových sil za d_c , kde $d_c = 140$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex



12. Průběh tahových sil za d_c , kde $d_c = 90$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex

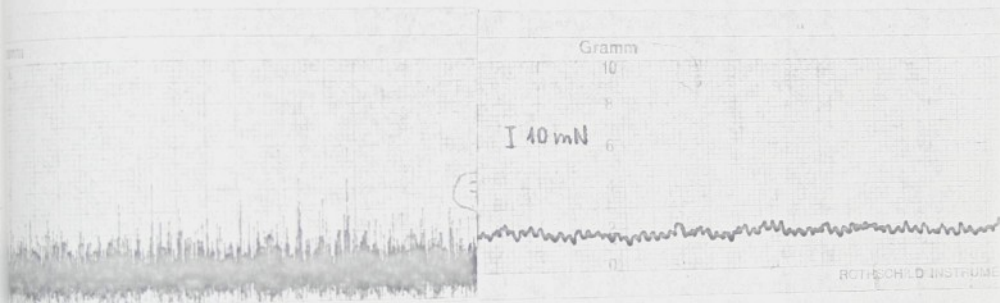


Materiál : ba 20x2 tex



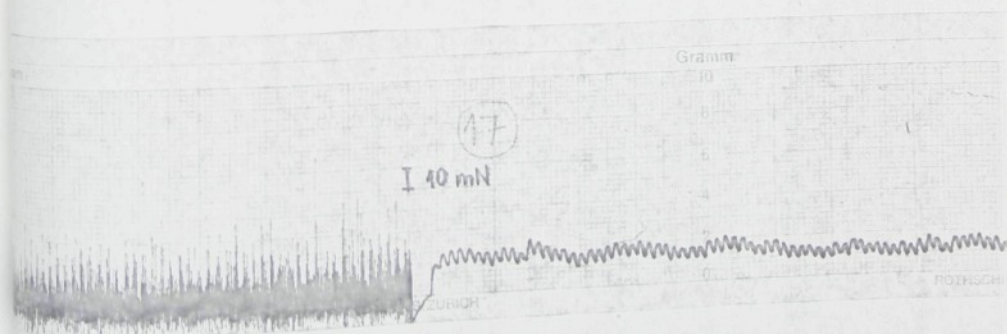
14. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 190$ mm.

Materiál : ba 20x2 tex

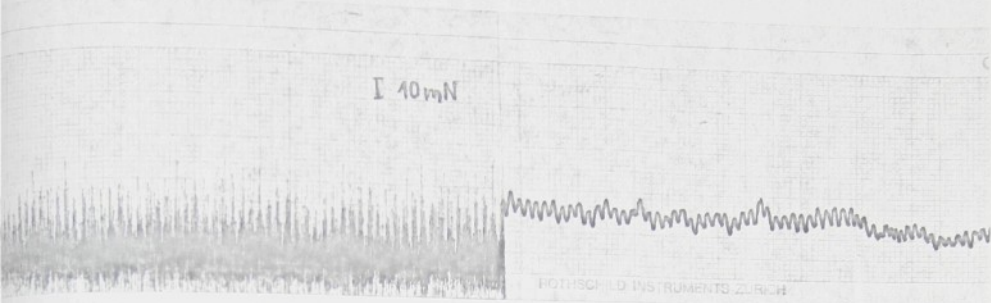


15. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 140$ mm.

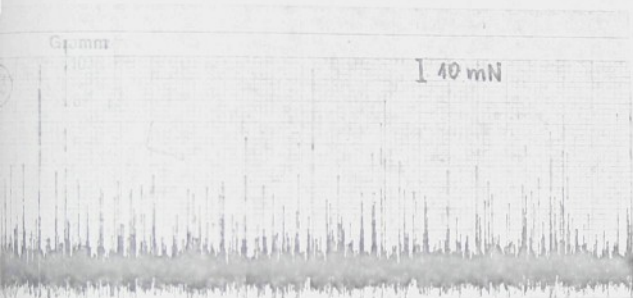
Materiál : ba 20x2 tex



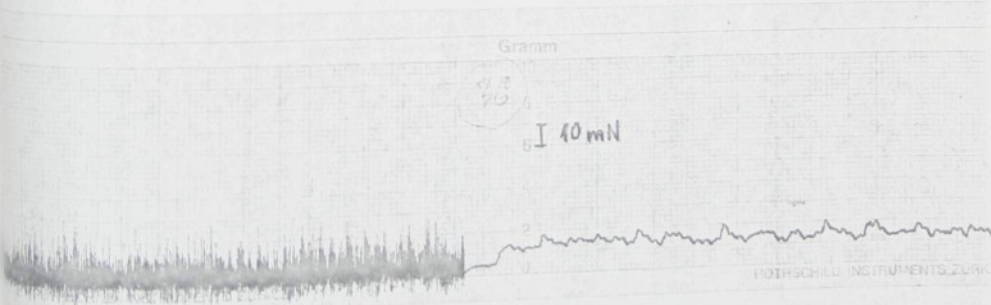
1. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 90$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



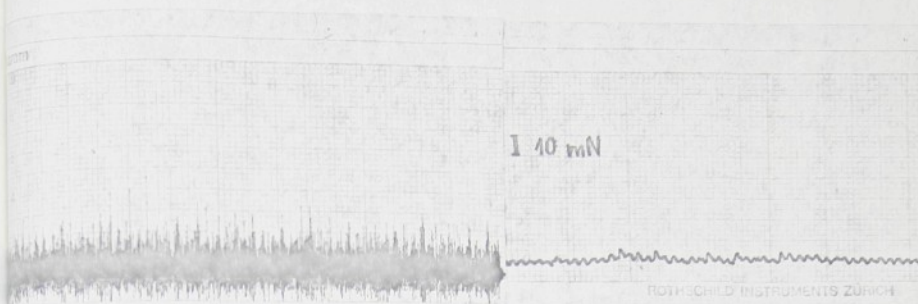
2. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 240$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



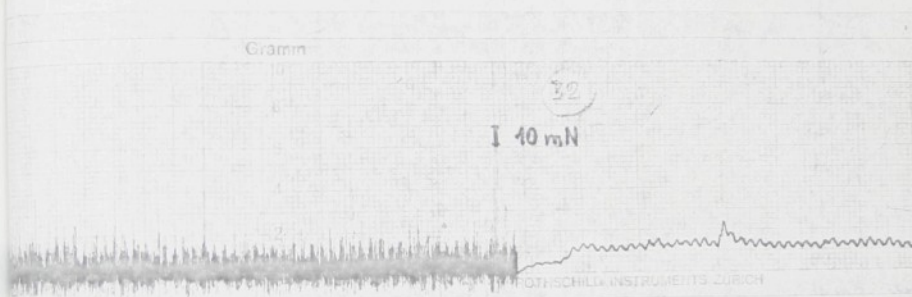
3. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 190$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



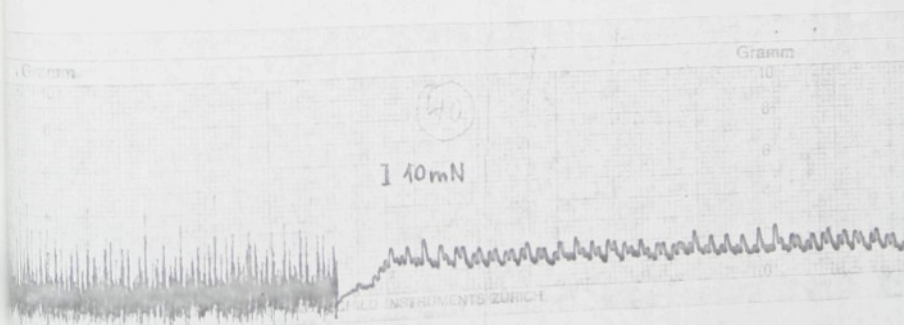
19. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 140$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



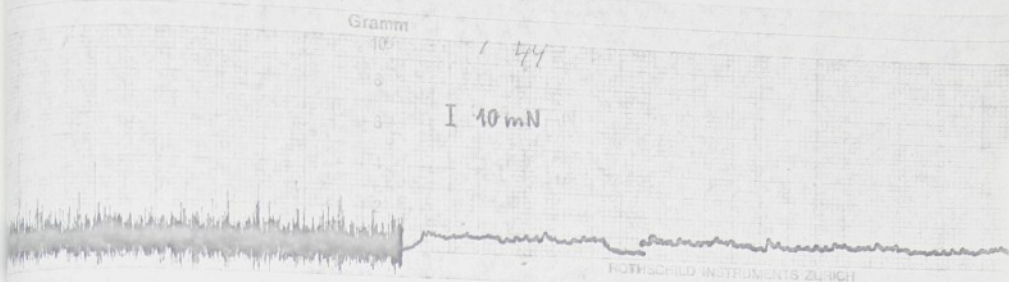
20. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 90$ mm.
Materiál : PES/Tesil 20x2 tex



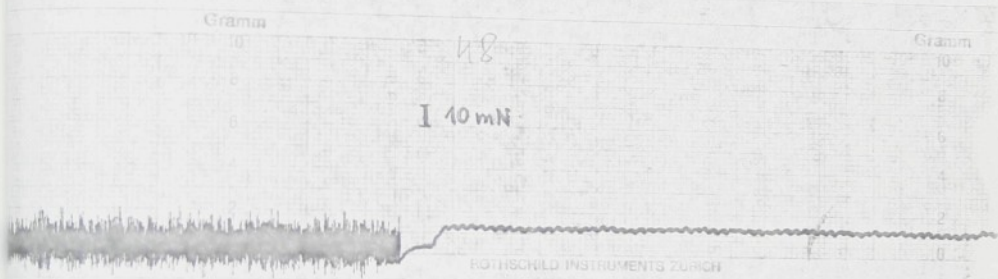
21. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 240$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20x2tex



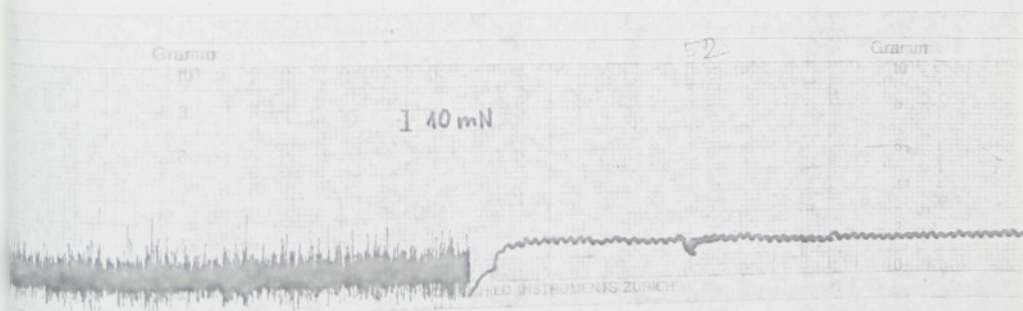
22. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 190$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20.2tex



23. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 140$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20.2tex



24. Průběh tahových sil za c2, kde $d_c = 90$ mm.
Materiál : Grisuten/Tesil 20.2tex



PŘÍLOHA č. 3

DIAGRAMY MĚŘENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI
ZA BRZDOU A PŘED JEHLOU (bez podavače)

Podmínky měření:

Měřicí konstanta k_M je uvedena přímo v diagramech

Posun záznamového papíru $p = 10 \text{ mm s}^{-1}$

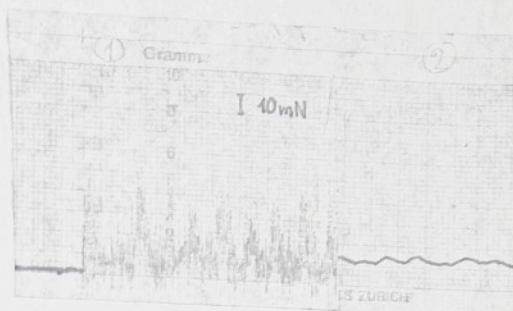
U záznamů s tlumením je časová konstanta $k_t = 1 \text{ s}$

Průměr křížové cívky $d_c = 90 - 240 \text{ mm}$

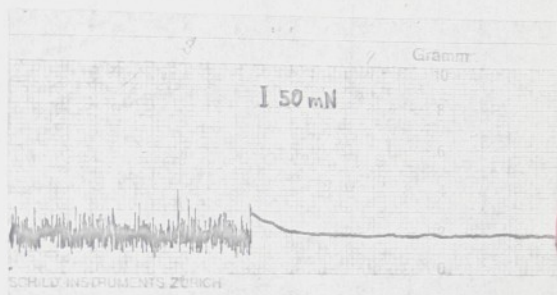
Zkoušený textilní materiál:

- 1) ba 20x2 tex
- 2) PES/Tesil 20x2 tex
- 3) Grisuten/Tesil 20,2tex

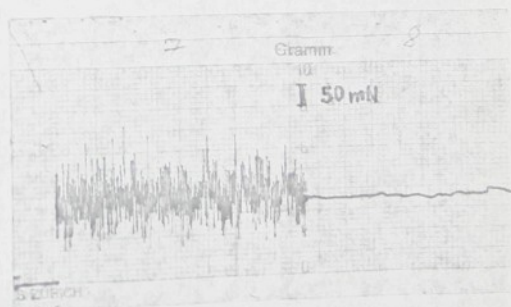
1. Průběh tahových sil za
cívkou, $d_c = 240$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



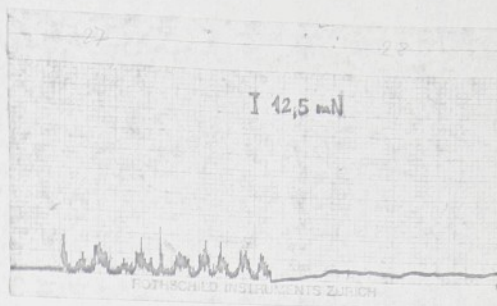
2. Průběh tahových sil za
brzdou, $d_c = 240$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



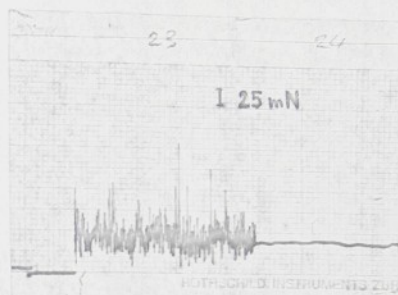
3. Průběh tahových sil před
jehlou, $d_c = 240$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



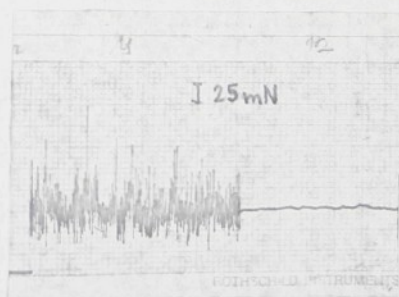
1. Průběh tahových sil za
cívkou, $d_c = 190$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



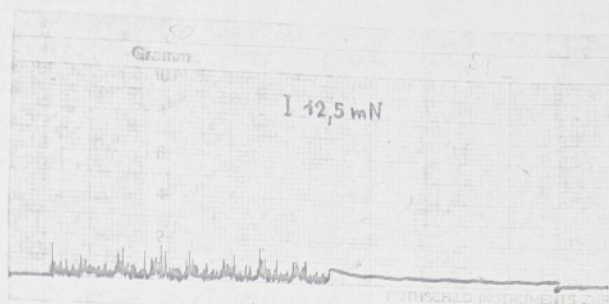
2. Průběh tahových sil za
brzdou, $d_c = 190$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



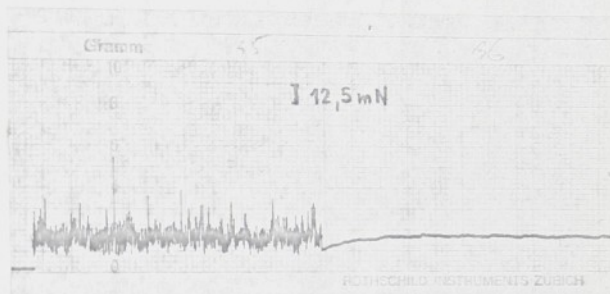
3. Průběh tahových sil před
jehlou, $d_c = 190$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



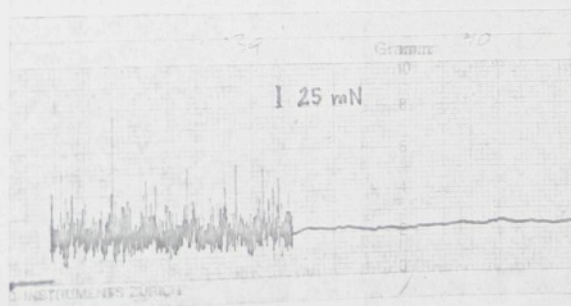
1. Průběh tahových sil za
cívkou, $d_c = 140$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



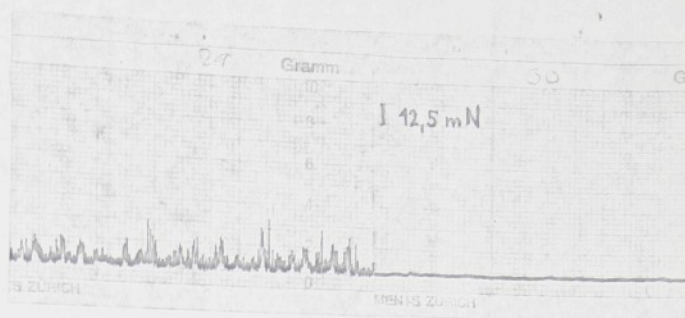
2. Průběh tahových sil za
brzdou, $d_c = 140$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



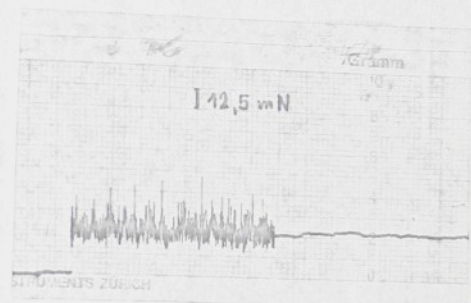
3. Průběh tahových sil před
jehlou, $d_c = 140$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



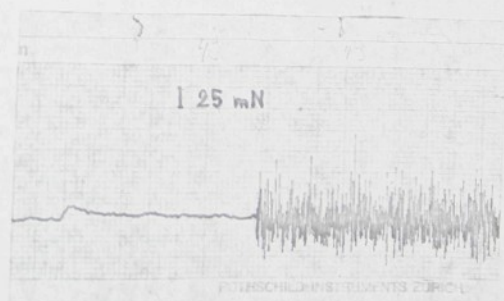
10. Průběh tahových
sil za cívkou,
 $d_c = 90$ mm.
Materiál :
ba 20x2 tex



11. Průběh tahových sil za
brzdou, $d_c = 90$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex

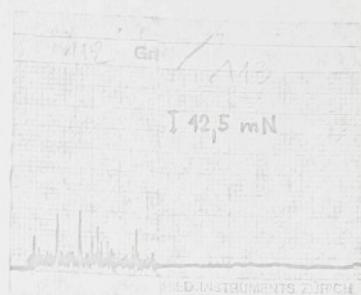


12. Průběh tahových sil před
jehlou, $d_c = 90$ mm.
Materiál : ba 20x2 tex



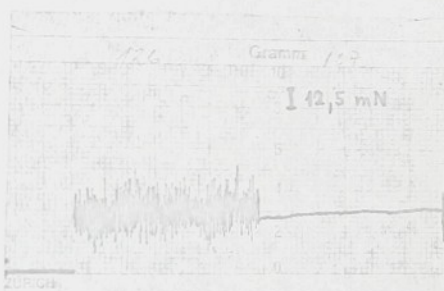
4. Průběh tahových sil za
cívkou, $d_c = 90$ mm.

Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex



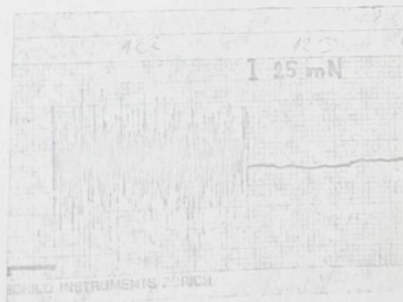
5. Průběh tahových sil za
brzdou, $d_c = 90$ mm.

Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex



6. Průběh tahových sil před
jehlou, $d_c = 90$ mm.

Materiál : Grisuten/Tesil 20,2tex

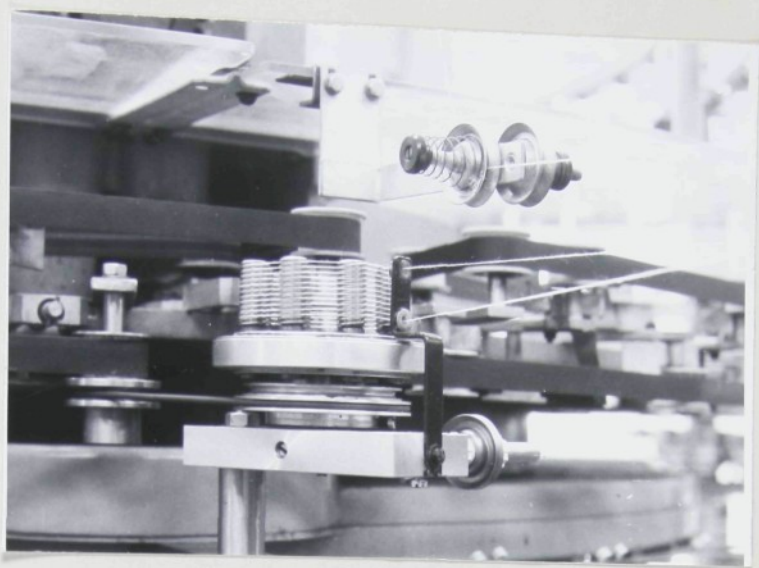


PŘÍLOHA č. 4

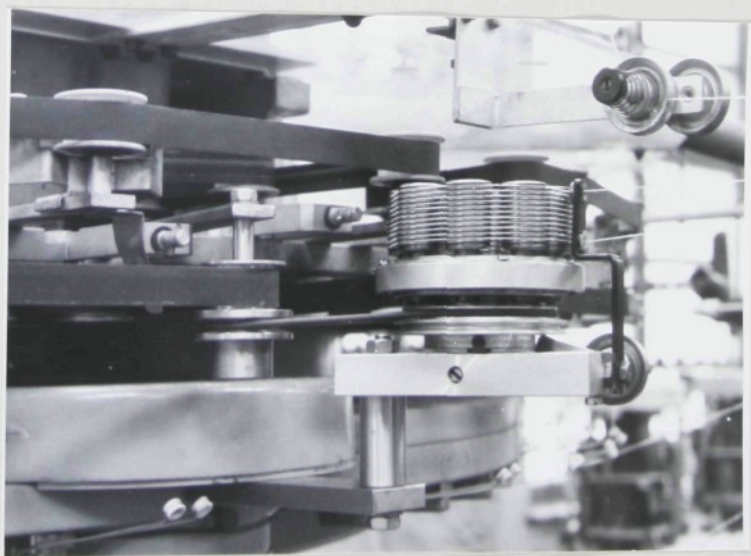
FOTOGRAFIE UPEVNĚNÍ SLEDOVAJÍCÍCH PODAVAČŮ P2, P3, P4
NA INTERLOKOVÉM STROJI "METO"



Fotografie upevnění podavače P2 ("Z" - DTH 7646,
Zbrojovka, Vsetín)



Fotografie upevnění podavače P3 (VŠST-A)



Fotografie upevnění podavače P4 (VŠST-B)

DIAGRAMY MĚŘENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI ZA PODAVAČEM

Podmínky měření:

Měřicí konstanta $k_M = 50 \text{ mN dílek}^{-1}$

Posun záznamového papíru $p = 10 \text{ mm s}^{-1}$

U zápisů s tlumením je časová konstanta $k_t = 1 \text{ s}$

Průměr křížové cívky $d_c = 140 \text{ mm}$

Rychlost podávání nitě $v = 1,54 \text{ m s}^{-1}$

Zkoušený textilní materiál: 1) ba 20x2 tex
2) PES/Tesil 20x2 tex
3) Grisuten/Tesil 20:2tex

Použité typy podavačů a jejich označení:

P1 - páskový podavač (na VPS "Meto")

P2 - "Z"-DTH 7646 (Zbrojovka, Vsetín)

P3 - podavač VŠST (šroubový - malý průměr) A

P4 - podavač VŠST (šroubový - velký průměr) B

P5 - podavač VŠST (hladký) D2

PŘÍLOHA č. 6

DIAGRAMY MĚŘENÍ PRŮBĚHU TAHOVÝCH SIL V NITI ZA PODAVAČEM P5
V ZÁVISLOSTI NA ZMĚNĚ RYCHLOSTI PODÁVÁNÍ NITĚ

Podmínky měření:

Použitý podavač P5 - podavač VŠST (hladký)

Měřicí konstanta k_M je uvedena přímo v diagramech

Posun záznamového papíru $p = 10 \text{ mm s}^{-1}$

U záznamů s tlumením je časová konstanta $k_t = 1 \text{ s}$

Průměr křížové cívky $d_c = 140 \text{ mm}$

Rychlosti podávání nitě jsou uvedeny u záznamů.

Zkoušený textilní materiál: 1) ba 20x2 tex

2) PES/Tesil 20x2 tex

3) Grisuten/Tesil 20x2tex

