

GEOMETRIE A VLASTNOSTI
STAPLOVÝCH PŘÍZÍ

(kandidátská disertační práce)

Liberec, 1975

Aspirant : Ing. Jiří Salaba

Školitel : Prof. Ing. Jaroslav Simon

Mateřské pracoviště : Státní výzkumný ústav textilní, Liberec

Školící pracoviště : VŠST, fakulta textilní, Liberec

R E S U M Ě

V předložené disertační práci je analyzována geometrie zakroucených staplových přízí jednoduchých i skaných. Detailně jsou studovány základní geometrické a strukturální znaky přízí jako zákrut, zpřesněný zákrutový koeficient, průměr příze, šířka a tloušťka zatížené příze, seskání a koeficient zaplnění průřezu příze u přízí jednoduchých, u přízí skaných je teoretickou i experimentální cestou navržen způsob výpočtu konečného zákrutu na jednoduché přízi po skaní.

Na základě stanovení zpřesněných základních geometrických znaků jednoduchých a skaných přízí jsou sledovány souvislosti geometrie a vybraných fyzikálně mechanických vlastností staplových přízí jako pevnost a tažnost při přetrhu, smyčkovitost, oděruodolnost, sráživost příze apod.

Velké množství odvozených projekčních vztahů pro výpočet znaků a vlastností přízí jsou výsledkem teoreticko-experimentální analýzy jako základního prostředku modelování struktury, geometrie a vlastností přízí.

Předmětem studia jsou staplové příze bavlnářské, vlnářské a lnářské.

P ř e d m l u v a

Motto

"Příslušníci vědeckotechnické inteligence a hospodářští pracovníci, prohlubujte poznání jevů a zákonitostí, které přispějí k rozvoji vědeckotechnické revoluce v naší společnosti, rozšiřujte vědecké poznatky mezi pracujícími v závodech a napomáhejte jejich rychlému využití v celé společenské praxi".

Z Provolání ústředního výboru KSČ, vlády ČSSR, Ústřední rady odborů a ústředního výboru SSM.

Význam vědeckotechnického pokroku v programu dalšího všestranného rozvoje naší společnosti vyzvedl XIV. sjezd KSČ. Další zesílení úlohy rozvoje vědy a techniky vyplynulo z květnového zasedání a listopadového zasedání ÚV KSČ v r.1974. Prvořadým společenskopolitickým úkolem je dát potenciál vědy a techniky plně do služeb socialistické výstavby, do efektivního rozvoje ekonomiky a zabezpečení dalšího růstu životní úrovně celé naší společnosti.

Československý textilní průmysl díky sepětí vztahů "věda-výzkum-výroba-užití" se dostává především v oblasti předení a tkaní na světovou špičku.

Státní výzkumný ústav textilní v Liberci řeší v rámci státního výzkumného úkolu "Strukturální změny textilní výroby" neobvykle široký komplex vzájemných vazeb, souvislostí a součinností výrobní činnosti s ekonomikou, spotřebitelskou sférou (užitnými vlastnostmi, cenovou problematikou), průzkumem odbytu, zahraničním odbytem, atd. S tímto řešením je nutné současně zkou-

mat a řešit široké spektrum vzájemně souvisejících technicko-technologických parametrů na jednotlivých stupních textilní výroby. Tato teoretická oblast zastřešuje systém (teorii) projektování v textilní výrobě, který umožní racionálně využívat poznatky základního výzkumu pomocí výpočetní techniky za účelem optimalizace současného sortimentu textilních výrobků.

Aspirant v textu této disertační práce předkládá řešení dílčího úkolu v oblasti přízí.

O těsném sepjetí této práce s úkoly mateřského pracoviště svědčí okolnost, že je současně vydána pro potřeby SVÚT jako výzkumná zpráva. Některé poznatky, výsledky a závěry zde publikované (a převzaté z dřívějších prací autora) byly v průběhu 5.pětiletky využity jako část komplexu vstupních informací pro konstrukci optimalizovaných bavlnářských a lnářských spotřebních i technických textilií.

Po vypracování předložené disertační práce je mou milou povinností vyslovit poděkování svému školiteli prof.ing.J.Simonovi za zájem, se kterým sledoval tuto studii. Ze strany mateřského pracoviště mi poskytli vhodné podmínky pro práci s.ing.Horňák a ing.O.Kazda. Dílčím způsobem a radami mi byli nápomocni spolupracovníci ing.Neckář a ing.Militký. Na přepsání rukopisu a rozmnožení práce se účastnily s.Lochmanová, s.Středová, s.Steinerová a s.Teplá. Všem upřímně děkuji. Děkuji rovněž své rodině za pochopení a podmínky, které mi vytvořila.

Prohlašuji místopřísežně, že tuto kandidátskou disertaci jsem vypracoval samostatně při použití uvedené literatury.

Autor

V Liberci, 1.7.1975

O b s a h

	str.
Titulní list	1
Resumé	2
Předmluva	3
Obsah	5
Seznam použitých symbolů	12
Úvod	17
1.0 GEOMETRIE JEDNODUCHÝCH PŘÍZÍ	20
1.1 Geometrie, zákrut a seskání jednoduché příze	24
1.1.1 Šroubovicový model příze	24
1.1.2 Elementární závislost průměru příze a zákrutu	27
1.1.3 Odvození zákrutového koeficientu $\alpha_{1/2}$ - dle Koechlina	27
1.1.4 Korektury Koechlinova koeficientu zákrutu	28
1.1.4.1 Odvození zpřesněného koeficientu zákrutu	32
1.1.5 Předběžný souhrn poznatků o zpřesněném zákrutovém koeficientu u různých druhů přízí	38
1.1.5 Diskuse o významu a uplatnění zpřesněného zákrutového koeficientu; souvislosti strukturálních znaků a vlastnosti přízí se zpřesněným zákrutovým koeficientem	40
1.1.7 Seskání jednoduché příze	48
1.1.7.1 Teoretické odvození seskání příze	48
1.1.7.1.1 Zhodnocení teoretických analýz seskání příze	61
1.1.7.2 Experimentálně zjištěné vztahy pro seskání příze	63
1.1.7.2.1 Zhodnocení empirických vztahů pro seskání příze	66
1.1.8 Příčné rozměry příze	68
1.1.8.1 Průměr příze	68
1.1.8.2 Metodika měření průměru přízí	84
1.1.8.3 Šířka příze při příčném zatížení	93

1.1.8.4	Tloušťka příze při příčném zatížení	95
1.2	Experimentální část - geometrie jednoduché příze	96
1.2.1	Cíl experimentální práce	96
1.2.2	Bavlnářské příze	97
1.2.2.1	Bavlněné příze mykané	97
1.2.2.1.1	Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí předených z pramene	97
1.2.2.1.2	Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí předených z přástu	103
1.2.2.1.3	Bavlněné příze mykané - poloprovozní a průmyslová výroba přízí	105
1.2.2.1.4	Průměr velmi hrubých přízí a přástů	106
1.2.2.1.5	Šířka a tloušťka zatížené bavlněné mykané příze	107
1.2.2.2	Bavlněné příze česané - průmyslová výroba přízí	108
1.2.2.3	Směsové příze PES/ba M II česaná	109
1.2.2.3.1	Šířka a tloušťka zatížené směsové příze PES/ba M II čes.	112
1.2.2.4	Seskání bavlnářských přízí	113
1.2.3	Lnářské příze	118
1.2.3.1	Režné příze lenky	120
1.2.3.2	Směsové příze PES/lenky režné	123
1.2.3.3	Mokropředené koudelky režné	124
1.2.3.4	Suchopředené lněné příze režné	125
1.2.3.5	Lenky půlbílené	125
1.2.3.6	Směs.příze PES/lenky půlbílené	126
1.2.3.7	Mokropředené koudelky půlbílené	127
1.2.3.8	Suchopředené příze půlbílené	128
1.2.3.9	Analýza a zobecnění poznatků o příčných rozměrech lnářských přízí	130
1.2.3.9.1	Porovnání objemnosti lnářských přízí	130
1.2.3.9.2	Koeficient zaplnění průřezu jednotlivých druhů lnářských přízí	135

1.2.3.9.3	Analýza zjištěných výsledků měření šířek, resp. relativního rozšíření přízí zatížením a tloušťek lnářských přízí	136
1.2.4	Ověření funkce přístroje D-metr konstrukce SVÚT	138
2.0	GEOMETRIE SKANÝCH PŘÍZÍ	142
2.1	Seskání skané příze	144
2.1.1	Teoretické odvození seskání skané příze	144
2.1.2	Empirické vztahy pro výpočet seskání skané příze	146
2.2	Konečný zákrut v jednoduché přízi po skaní	147
2.2.1	Zhodnocení teoretických odvození výpočtu konečného zákrutu jednoduché příze po skaní	161
2.3	Experimentální část - geometrie skané příze	162
2.3.1	Cíl experimentální práce	162
2.3.2	Vlnářské příze skané	162
2.3.2.1	Výpočet konečného počtu zákrutů na jednoduché přízi po skaní (2 způsoby)	164
2.3.3	Bavlnářské příze skané	171
2.3.3.1	Výpočet konečného počtu zákrutů na jednoduché přízi po skaní	172
3.0	SOUVISLOSTI VLASTNOSTÍ PŘÍZE A GEOMETRIE PŘÍZE	173
3.1	Variabilita jemnosti příze	174
3.2	Variabilita zákrutu příze	175
3.3	Tahové namáhání příze	176
3.3.1	Stručný přehled dosavadních poznatků	176
3.3.2	Příspěvek k výpočtu pevnosti a tažnosti bavlnářských přízí při přetrhu	178
3.3.2.1	Bavlnářské příze mykané	178
3.3.2.2	Směsové příze PES/ba M II čes.	183
3.3.2.3	Závěr k výpočetním vztahům pevnosti a tažnosti přízí	187

3.3.3	Složky deformace při namáhání příze v tahu	188
3.4	Torzní vlastnosti - smyčkovitost příze	188
3.4.1	Bavlněné příze mykané	189
3.4.2	Směsové příze PES/ba M II čes.	190
3.5	Srážlivost příze	191
3.5.1	Bavlněné příze mykané	192
3.5.2	Směsové příze PES/ba M II čes.	193
3.6	Hmotná nestejnomořnost příze USTER	194
3.6.1	Bavlněné příze mykané	194
3.6.2	Směsové příze PES/ba M II čes.	195
3.7	Oděruodolnost příze	195
4.0	SOUVISLOSTI VLASTNOSTÍ A GEOMETRIE SKANÝCH PŘÍZÍ	196
4.1	"Průměr" skané příze	197
4.1.1	Vlnářské příze skané	197
4.1.2	Bavlnářské příze skané	199
4.2	Pevnost a tažnost skané příze v tahu	199
4.2.1	Vlnářské příze skané	199
4.2.2	Bavlnářské příze skané	201
4.3	Smyčkovitost skané příze	203
4.3.1	Vlnářské příze skané	203
4.3.2	Bavlnářské příze skané	204
4.4	Oděruodolnost skané příze	204
4.41	Vlnářské příze skané	204
4.42	Bavlnářské příze skané	205

Literatura

Seznam vyobrazení, fotografií
a převzatých grafů

obr.č. 1	...str. 24
obr.č. 2	...str. 49
obr.č. 3, č. 4	...str. 54
obr.č. 5	...str. 65
obr.č. 6	...str. 67
obr.č. 7	za str. 89
obr.č. 8,9,10,11 (fotografie)	za str. 89
obr.č. 12	...str. 93
obr.č. 13	...str. 143
obr.č. 14	...str. 153
obr.č. 15	...str. 167

Seznam grafů experimentální
části

graf E 1, E 2	...za str. 103
graf E 3, E 4	...za str. 111
graf E 5, E 6, E 7	...za str. 112
graf E 8, E 9	...za str. 115
graf E 10	(v příloze V)
graf E 11	...za str. 174
graf E 12, E 13	...za str. 178
graf E 14, E 15	...za str. 179
graf E 16	...za str. 183
graf E 17	...za str. 184
graf E 18	...za str. 190
graf E 19, E 20, E 21	...za str. 192
graf E 22	...za str. 193
graf E 23	...za str. 197
graf E 24	...za str. 198
graf E 25	...za str. 199

graf E 26	... za str. 202
graf E 27	... za str. 203
graf E 28	... za str. 204
graf E 29	... za str. 205

Seznam tabulek teoretické

části

tab. č. 1	...str. 53
tab. č. 2, 3, 4	za str. 79
tab. č. 5	za str. 146
tab. č. 6	...str. 153

Seznam tabulek experimentální

části

tab. E 1	za str. 102
tab. E 2	za str. 104
tab. E 3	za str. 108
tab. E 4	za str. 111
tab. E 5	za str. 113
tab. E 6, E 7	za str. 115
tab. E 8	za str. 122
tab. E 9	za str. 130
tab. E 10	...str. 134
tab. E 11	za str. 135
tab. E 12	za str. 137
tab. E 13	za str. 168
tab. E 14	za str. 169
tab. E 15, E 15 pokrač.	za str. 172
tab. E 16	za str. 183
tab. E 17	za str. 187

P ř í l o h y

- I. Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí
předaných z pramene

P 1, P 2, P 3, P 28, P 31, P 33

- II. Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí
předaných z přástu

P 4

- III. Poloprovozní výroba směsovcých přízí PES/ba M II čes.

P 5, P 6, P 7, P 29, P 30, P 32

- IV. Příčné rozměry lnářských přízí

P 8 - P 15, P 16 - P 23

- V. Ověření funkce přístroje D - metr

graf E 10

- VI. Vlnářské skané příze

P 24, P 25, P 26, P 34

- VII. Bavlnářské skané příze

P 27, P 35

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

$A = \frac{\pi C}{a^{3/4}}$	... konstanta zavedená pro výpočet $\lg \beta$
B	... konstanta zavedená pro výpočet $\lg \beta$
$C = \frac{1128 \cdot 10^{-3}}{f_{pr}^2}$	... konstanta zavedená pro výpočet průměru příze
C_d	... konstanta zavedená pro výpočet průměru příze, rov.(43),(45)
E_e	... relativní podíl elastické složky tanové deformace příze
E_P	... Youngův modul pružnosti příze
E_{PP}	... modul příze při přetrhu
E_V	... modul pružnosti vlákna
E_{VP}	... modul vlákna při přetrhu
F_{PP}	... poměrná pevnost příze při přetrhu
F_{VP}	... poměrná pevnost vlákna při přetrhu
F_t	... pevnost příze při přetrhu (změřená)
$K = 1-B$	... konstanta zavedená pro výpočet průměru příze, rovn.(45),(46)
K_{KOR}	... korekční konstanta pro výpočet průměrů přízí různých směsových poměrů
K_o	... opravný koeficient - viz rov. (80)
K_β	... konstanta odvozená pomocí kritického koeficientu zákrutu, rov.(196)
L	... délka jednoho zákrutu vlákna uloženého na poloměru <u>R</u>
L_M	... délka příze hmotnosti <u>M</u>
O	... odolnost příze v oděru
P_o	... součet všech osových složek napětí vláken v přízi
R	... poloměr příze
R_{OP}	... vzdálenost osy jednoduché příze od osy skané příze
S	... smyčkovitost příze
T, T_{PP}	... tažnost příze při přetrhu
T_{VP}	... tažnost vlákna při přetrhu
T_1, T_2, T_3	... konstanty pro výpočet tažnosti příze, rov. (E 88)
U	... lineární hmotná nestejnomořnost příze USTER
V_P	... objem vlákenné hmoty v přízi
V_V	... objem příze
$V_{K, V}$	... variační koeficient
$X = \left(1 + \frac{4\pi f^2}{h^2}\right)^2$	... substituce při integraci
$\bar{X}$	... aritmetický průměr statistického souboru
Y	... obecný geometrický znak či vlastnost příze
Z	... zákrut příze vztažený na jednotku délky zakroucené příze, tzv. skutečný zákrut
Z_{JP}	... počáteční (přádní) zákrut jednoduché příze
ΔZ_{JP}	... změna počátečního (přádního) zákrutu jednoduché příze skaním
$Z_{JP \text{ abs}}$	... počáteční absolutní (celkový) počet zákrutů na zkoumané délce jednoduché příze před skaním
Z_{JK}	... konečný zákrut jednoduché příze po skaní vzhledem k ose jednoduché příze ve tvaru šroubovice
$Z_{JK \text{ abs}}$	... konečný absolutní (celkový) počet zákrutů jednoduché příze po skaní na zkoumané délce příze
Z_{SK}	... skací zákrut vztažený na 1 m délky skané příze
$Z_{SK \text{ abs}}$	... absolutní (celkový) počet zákrutů vložených při skaní na celkové zkoumané délce skané příze

$Z_{d\ 1,3,5}$	... srážlivost příze po prvním, resp. třetím, resp. pátém praní
Z_i	... i-tý zákrut příze ze sledované zákrutové řady přízí shodné jmenovité jemnosti
Z_1	... výchozí (nejmenší) zákrut příze ze sledované zákrutové řady přízí shodné jmenovité jemnosti
Z_{re}	... reálné (skutečně existující, viditelné) zákruty připadající na 1 ovin příze
Z_{lat}	... latentní (skryté) zákruty ve tvaru rovinných či šroubovicových ovinů připadající na 1 ovin příze
a	... regresní konstanta, rov. (33)
a_d	... šířka zatížené příze
Δa_d	... relativní rozšíření příze příčným zatížením
$a_m = 2 \cdot \dot{c} m^{-2/3}$	... zákrutový koeficient dle Phrise v metrickém číslování
b	... regresní konstanta, rov. (33)
$c = 2\pi RZ_{JP}$	... konstanta zavedená pro výpočet seskání skané příze
$\dot{c} m$	... jemnost příze v metrickém číslování daná délkou příze [m] připadající na hmotnost 1 gramu, číslo metrické
$\dot{c}_a$	... jemnost příze v anglickém číslování daná počtem přaden o délce 840 yardů na hmotnost 1 lb
d	... průměr příze
Δd	... relativní odchylka hodnot změřeného a vypočteného průměru příze
d_f	... průměr příze namáhané tahem
d_o	... průměr příze bez namáhání tahem
d_p	... průměr kružnice, na které jsou umístěny středy vláken periferní vrstvy
d_{OP}	... průměr myšleného válce, na kterém jsou umístěny osy jednoduchých přízí ve skané přízi
d_{SK}	... "průměr" skané příze
d_{sk}	... průměr příze změřený (skutečný)
d_v	... průměr příze vypočtený
$d_{(138)}$	... průměr příze vypočtený z rovnice (138)
$e = \frac{f}{\dot{c}_a}$	... koeficient zploštění příze při příčném zatížení
$f(\)$	... obecná funkce
f	... tahové namáhání příze
$f(\alpha_q^{Tt})$	... obecná funkce, která určuje závislost koeficientu zaplnění k_z na zákrutovém koeficientu α_q^{Tt} , rov. (30)
f_r	... příčné zatížení na délkovou jednotku příze
h_{OP}	... délka jednoho ovinu osy jednoduché příze ve skané přízi ve směru osy skané příze
k_z	... koeficient zaplnění průřezu příze
k_r	... koeficient korelace (lineární regrese)
k_1, k_2	... regresní konstanty pro výpočet seskání příze dle rov. (E 38)
$\bar{c}$	... délka jednoho zákrutu (ovinu) vlákna uloženého na poloměru $\bar{r}$
$\bar{c}$	... délka příze v nezakrouceném stavu, která odpovídá délce jednoho zákrutu příze $\bar{h}$ (je totožná se střední délkou vláken na délce $\bar{h}$ zakroucené příze)
ℓ_{JK}	... délka jednoduché příze po skaní
ℓ_{JP}	... délka jednoduché příze před skaním
ℓ_{OP}	... délka jednoho ovinu šroubovicové osy jednoduché příze ve skané přízi

l_{SK}	... délka skané příze
l_o	... původní délka příze nezakroucené
$\bar{l}_o$	... střední osová složka délky vláken jednotkové délky
l_{o1}	... délka jednoho zákrutu vlákna uloženého na poloměru r podél osy příze
l_i	... délka příze zakroucené zákrutem Z_1
l_k	... konečná délka příze po zakroucení
l_1	... délka příze zakroucené zákrutem Z_1
$\bar{l}_1$	... střední délka vláken na jednotku délky zakroucené příze
l_{or}	... složka délky vlákna jednotkové délky podél osy příze
l_{lr}	... délka vlákna na poloměru r , která odpovídá jednotkové délce osy zakroucené příze
l_N	... délka vláken neutrální vrstvy, která odpovídá jednotkové délce osy zakroucené příze
m	... počet vláken protínajících jednotkovou plochu kolmou k ose příze
n	... počet vláken protínajících jednotkovou plochu kolmou k ose vlákna (v některých případech obecně uvažovaný počet vláken)
n_i	... počet vláken v i -té vrstvě vláken v přízi
n_p	... počet vláken v periferní vrstvě příze
p	... relativní vahový podíl vláknenné komponenty
q	... obecný kvocient, na kterém je definován obecný zákrutový koeficient α_q
r	... poloměr válce, na němž je uložena šroubovicová trajektorie obecně uvažovaného vlákna
r_N	... poloměr válce, na kterém jsou uložena vlákna neutrální vrstvy
s	... seskání příze
s	... směrodatná odchylka
Δs_i	... změna seskání příze způsobená zvýšením zákrutu Z_1 na zákrut Z_i
Δs_{JS}	... změna seskání jednoduché příze v důsledku skaní
s_K	... označení seskání příze vypočteného dle rovnice Korického (87)
Δs_{K_i}	... změna seskání - vypočtená z rovnice (E 37)
s_M	... "modelové" seskání - rovnice (54), resp. (61), resp. (68)
Δs_{M_i}	... změna "modelového" seskání - rovnice (E 36)
s_{SK}	... seskání skané příze vztažené k počáteční délce jednoduchých přízí (před skaním)
s'_{SK}	... seskání skané příze vztažené k délce jednoduché příze po skaní
s_R	... seskání příze dle regresní rovnice (E 41)
Δs_{R_i}	... změna seskání příze dle rovnice (E 41) v důsledku zvýšení zákrutu Z_1 na zákrut Z_i
t	... tloušťka příze příčně zatížená
t_o	... tloušťka příze nezatížená
tex	... jemnost příze systému tex daná hmotností příze (g) připadající na délku příze 1000 m. (It je rezervováno pro označení systému tex)
tex_1	... skutečná jemnost příze zakroucené zákrutem Z_1
tex_i	... skutečná jemnost příze zakroucené zákrutem Z_i
u	... počet ovinů (zákrutů) na jednoduché přízi před skaním
u	... počet ovinů (zákrutů) na jednoduché přízi po skaní
x, y	... označení regresní konstanty

α_4	... obecný zákrutový koeficient definovaný na kvocientu q
$\alpha_5 = \alpha_{0,6}$	... zákrutový koeficient dle Stauba v anglickém číslování
$\alpha_{1/2}^{Tm}$	... zákrutový koeficient dle Koechlina v metrickém číslování
$\alpha_{1/2}^{Tt}$	... zákrutový koeficient dle Koechlina v systému tex
$\alpha_{1/2}^{Tt} = \frac{\alpha_{1/2}^{Tt}}{\sqrt{9p}}$	... "skutečný" (efektivní) zákrutový koeficient - viz rovnice (135)
$\alpha_{1/2}^{Tm SK}$	... zákrutový koeficient dle Koechlina skané příze
$\alpha_{1/2}^{Tm}$	... zákrutový koeficient skutečný (dle skutečného zákrutu) dle Koechlina v metrickém číslování
$\alpha_{1/2}^{Tm SK}$	... zákrutový koeficient teoretický (jmenovitý) dle Koechlina v metrickém číslování
$\alpha_{1/2}^{Tm tear}$	... kritický koeficient zákrutu dle Koechlina
$\alpha_{1/2}^{KR}$	... kritický koeficient zákrutu dle Phrixe
$\alpha_{1/3}^{KR}$	... zákrutový koeficient dle Phrixe v metrickém číslování
$\alpha_{1/3}^{Tm}$	... zákrutový koeficient dle Phrixe systému tex
$\alpha_{1/3}^{Tt}$	... zákrutový koeficient dle Phrixe v metrickém číslování příze se zákrutem Z_1 a jemností tex_1
$\alpha_{1/3}^{Tm}$	... zákrutový koeficient dle Phrixe v metrickém číslování příze se zákrutem Z_1 a jemností tex_1
$\alpha_{1/3}^{Tm}$	... zákrutový koeficient dle Koechlina v anglickém číslování
β	... úhel sklonu periferních vláken příze vzhledem k ose příze
β_1	... úhel sklonu periferních vláken k ose příze jemnosti tex_1 a zákrutu Z_1
β_i	... úhel sklonu periferních vláken k ose příze jemnosti tex_1 a zákrutu Z_1
β_{KR}	... úhel sklonu periferních vláken k ose příze při dosažení kritického koeficientu zákrutu
δ	... úhel sklonu osy jednoduché příze vzhledem k ose skané příze
δ_v	... průměr resp. rozměry příčného průřezu vláken
θ	... úhel sklonu šroubovice vláknů v přízi na poloměru r vzhledem k ose příze
θ^*	... zkroutění přestorové křivky na 1 m délky této křivky
θ_H	... úhel sklonu šroubovic vláken uložených v neutrální vrstvě příze vzhledem k ose příze
θ_i	... úhel sklonu i-té vrstvy vláken vzhledem k ose příze
π	... Ludolfovo číslo
q_p	... měrná hmotnost příze
q_{v_1}	... měrná hmotnost vláknů
$\frac{q_{v_1}}{\Sigma}$	... torze vláken způsobená skácím zákrutem Z_{SK}
τ	... celková torze (zkroutění) vláken
τ_0	... torze vláken způsobená počátečním zákrutem jednoduché příze před skáním Z_{JP}
$S = 1-0,015$	... koeficient seskání
S_{JS}	... koeficient seskání, vyjadřující změnu délky jednoduché příze v důsledku skání
S_{SK}	... koeficient seskání skané příze
$\Phi(\alpha_p^{Tt}, tex)$	... obecná funkce nezávisle proměnných α_p^{Tt} a jemnosti (tex)
ψ	... úhel po otožení kolem osy příze

I n d e x y

Horní indexy

- Tt ... označení systému číslování jemnosti (tex)
Tm ... označení systému číslování v metrické soustavě

Spodní indexy

- JP ... označení pro jednoduchou přízi před skaním
JK, JS ... označení pro jednoduchou přízi po skaní
SK ... označení pro skanou přízi
Z ... označení vztahující se k zákrutu
abs ... označení pro absolutní počet
d ... označení vztahující se k průměru příze
i ... označení i-tého členu
n ... označení n-tého členu
jm ... označení jmenovité (teoretické) hodnoty
sk ... označení experimentálně zjištěné (změřené) hodnoty
v ... označení hodnoty vypočtené

Poznámka

V této dizertační práci je používána pro označení jemnosti příze v systému tex zkratka tex. Označení Tt, resp. Tm je rezervováno pro označení systému číslování jemnosti - tex, resp. metrické soustavy (horním indexem).

Ú V O D

Snaha získat a zpřesňovat popis a znalosti struktury, zna-
ků a vlastností příze je zřejmě stejného stáří jako sama
výroba přízí.

V současné době ovšem nároky na všestranné znalosti o pří-
zích vzrostly úměrně se stupněm poznání a vývoje technolo-
gických procesů výroby přízí, jakož i konstrukce a výroby
režných a upravených textilií vyráběných z přízí.

Podobně jako v jiných průmyslových oborech projevují se
záměry pozdvihnout úroveň potřebných znalostí o surovině,
polotovarech, přízích a tkaninách s cílem účelného a efek-
tivního projektování vlastností textilních polotovarů i
finálních výrobků.

Z hlediska současných potřeb je základní vědeckou formou
identifikace složité struktury a projekčního vyjádření
vlastností textilních struktur a procesů - jak ve výrobní
sféře, tak ve spotřebitelské - matematický popis, resp.
matematické modelování.

Východiskem starších i současných prací o geometrii, ale
i o fyzikálně-mechanických vlastnostech přízí je šroubovi-
cový model.

Z tohoto modelu vychází odvození geometrických charakte-
ristik (zákrutového koeficientu, seskání, průměru příze,
sklon periferních vláken k ose příze atd.), jakož i ana-
lýza fyzikálně-mechanických vlastností (především pevnost-
ních charakteristik).

Po prokázání existence migrace vláken v přízi je odvozený
migrační model použit obzvláště pro interpretaci a vysvět-
lení fyzikálně-mechanických vlastností, ale i např. seskání.

Protože výsledky ryze teoretického řešení v této oblasti zkoumání neumožňují mnohdy bezprostřední použití v praxi, přistupuje značná část výzkumníků k analýzám, které poskytují aproximativní výsledky ve formě empirických vztahů či v poslední době regresních rovnic. Tato cesta je zvýhodněna účinnou pomocí rozvinuté výpočetní techniky.

S velkým rozvojem výroby chemických vláken vyplynuly i větší potřeby projektovat strukturu a vlastnosti vyráběných přízí.

Bez nadsázky lze konstatovat, že značná a významná část systému projektování textilií předem určených užitných vlastností spočívá právě ve zvládnutí problematiky projektování výroby přízí, obzvláště směsových. Zkoumanou problematiku lze z technického hlediska v podstatě v této oblasti rozdělit na konstrukčně-strukturální teorii přízí a teorii užitných vlastností (analogicky jako u výroby tkanin).

Současná metodika výzkumu struktury příze, jejích znaků a vlastností, je - pro účely budovaného systému projektování textilií ve Státním výzkumném ústavu textilním - založena na analýze, která má za účel postihnout současné, technicky reálné rozpětí a varibilitu surovinových a technologických vstupních dat a parametrů - při využití všech dostupných známých vztahů. Analýza základních geometrických a strukturálních znaků přízí a jejích vybraných vlastností využívá výchozí teoretické studie, přičemž je systém stavebnicově doplňován experimentálním sledováním konkrétních druhů příze.

Metodicky jsou zjišťované vztahy odvozeny a přiřazovány k základním, t.j. definičním, nezávisle proměnným veličinám, zejména zákrutovému koeficientu a jemnosti příze.

Výzkum jednotlivých druhů příze je prováděn na experimentální bázi, kterou tvoří obecně-poloprovozně vyrobené výpředové řady přízí v dostatečně širokém rozsahu jemnosti a zákrutů, které jsou doplněny a korigovány výzkumem na průmyslově vyráběných přízích.

Dle tohoto obecného schematu byly zkoumány staplové příze :

bavlněné příze mykané jednoduché i skané, příze PES/ba M II česaná, skané příze PES/vlna. U lnářských a bavlněných česaných přízí byla provedena především studie příčných rozměrů přízí. Vliv parametrů a vlastností suroviny je předmětem sledování poznatků v poměrně bohaté literatuře.

1.0 GEOMETRIE JEDNODUCHÝCH PŘÍZÍ

V části 1.1 jsou uvedeny teoretické analýzy, empirické vztahy a další výsledky experimentálních prací, které lze považovat za výchozí bázi pro orientaci v problematice i pro praktické používání.

Za základní geometrické znaky zakrucované příze jsou v této práci považovány :

jemnost příze

zákrutový koeficient (zpřesněný)

zákrut příze

úhel sklonu periferních vláken k ose příze

seskání

průměr příze, resp. koeficient zaplnění (průměrný)

Z uvedeného souboru znaků příze vyplývá, že analýza souvislostí mezi jednotlivými geometrickými znaky, jakož i souvislostí vlastností příze a těchto základních geometrických znaků - je založena na tzv. "vnějších" geometrických znacích příze. Vnitřní struktura příze není řešena.

Jsem toho názoru, že řešení problematiky dalších strukturálních znaků, např.

migrace vláken,

radiální změny koeficientu zaplnění průřezu příze

a dalších charakteristik vnitřní struktury příze,

tvaru, rozměrů a variace průřezu příze,

hmotné nestejnoměrnosti příze v podélném směru,

slabých a silných míst,

nopků a vad přízí,

chlupatosti příze apod.

je nutné považovat za nadstavbu analýzy geometrie příze.

Z tohoto tvrzení vyplývá :

- a) "základním kamenem" analýzy a modelování struktury příze z obecného hlediska je řešení vztahů základních geometrických znaků výše uvedeného souboru na dostatečně přesné úrovni;
- b) diskuze o vhodnosti principiálního modelu zakrucované příze aplikací šroubovicového či migračního modelu je rozhodnuta ve prospěch šroubovicového.
Pro toto stanovisko svědčí několik dalších důvodů:

- 1) Ovlivnění sledovaných vlastností a znaků přízí charakteristikami migrace nelze podcenit, na druhé straně však nelze jejich význam ani přeceňovat. (Např. Treloar [63] prokázal, že vliv periody migrace na geometrické a mechanické vlastnosti příze není podstatný.)

Z metodologického hlediska je třeba přisoudit stejný význam - co do ovlivnění vlastností příze - jak variabilitě migrace, tak i např. hmotné nestejnoměrnosti, vadám příze, chlupatosti apod. Migraci je tedy třeba posuzovat jako rovnocenný "madvbový kámen" analýzy a modelování struktury příze ostatním strukturálním znakům a charakteristikám (vyjma základních).

- 2) Teorie vytvořené pro ideální, resp. modifikovaný migrační model či např. teorie řešící ideální (limitní) hmotnou nestejnoměrnost přízí, je v praxi nutné srovnávat se zjištěnými experimentálními hodnotami.

Pro vytvoření základních modelových charakteristik přízí je bezesporu vhodnější postup takový, kdy kombinací teoreticko-experimentálních metod lze zjistit dostatečně přesné funkční vztahy -

např. pro zpřesněný zákrutový koeficient, koeficient zaplnění průřezu příze nebo průměr příze apod. - na rozdíl od postupu, kdy je nutno teoretické odvození konfrontovat se skutečnými poměry.

- 3) Matematické modelování struktury a vlastností příze pro potřeby projektování vlastností přízí je zjednodušeno použitím šroubovicového modelu uspořádání vláken příze. Zjednodušení vyplývá z deterministického (fenomenologického) charakteru veličin. Pro migrační model je typický v současné době stochastický charakter veličin.

Při posouzení problematiky a analýzy struktury a vlastností příze z hlediska současného stavu poznání je užitečné postupovat při efektivně zaměřeném teoreticko-experimentálním výzkumu určitého sledovaného druhu přízí následovně :

- 1) S využitím poznatků teoretických analýz geometrie příze stanovit z experimentálních dat zpřesněné funkční závislosti základních geometrických znaků příze.
- 2) Z matematického hlediska při modelování jednotlivých znaků a vlastností příze vyplývá, že parametry charakteru nezávisle proměnných lze označit za definiční znaky. Ostatní znaky a vlastnosti přízí lze stanovit funkčním vyjádřením v závislosti na definičních znacích, takže je lze označit za odvozené. S výhodou lze za definiční znaky příze považovat: jemnost příze (tex) zpřesněný zákrutový koeficient α_z - viz část 1.1.4.1. Pro libovolný geometrický znak či vlastnost příze Y lze tedy psát obecně :

$$Y = f(tex, \alpha_p)$$

Tato funkce v konkrétním tvaru však platí pouze pro zkoumané příze vyrobené z jednotné suroviny a při dodržení jednotné technologie.

- 3) Rozšíření platnosti odvozených vztahů pro příze z jednotné suroviny a technologie daného druhu s přihlédnutím na variabilitu předuva a technologických parametrů lze postupně realizovat dalším zahrnováním vlivů variabilních parametrů (délka, jemnost, pevnost vlákna atd.), což je postup běžně používaný ve stávající výzkumné i průmyslové praxi. Pro rozšíření platnosti je tedy možné využívat a zpřesňovat dosavadní teoretické studie a empirické či experimentálně odvozené rovnice, které popisují závislosti vlastností vláken, technologických podmínek při předení a vlastností přízí.

Experimentální část této práce si klade za cíl prokázat vhodnost uvedeného postupu při výzkumu přízí řešením bodu ad 1). Řešení bodu ad 2) se omezuje na stanovení souvislostí některých vybraných vlastností příze a definičních znaků příze.

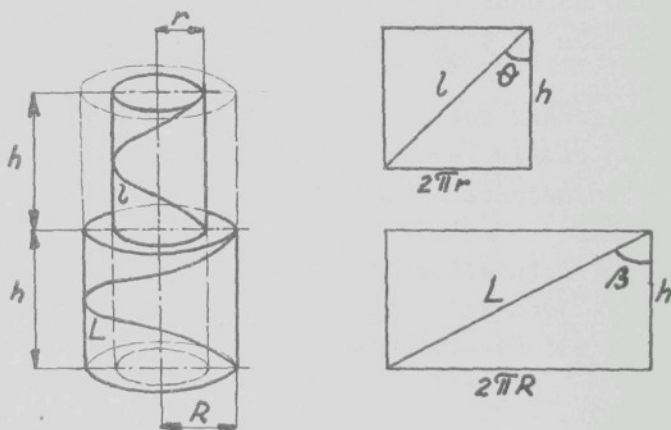
Stručně nastíněnou koncepci tvorby matematického modelu struktury a vlastností příze nelze považovat za obecně platný princip. Akceptovaný postup vyplývá z potřeb projektování vlastností přízí při respektování současného stavu poznání.

Projekční vztahy odvozené pro vybrané znaky a vlastnosti přízí jsou zahrnovány do celkového systému navrhování textilií podle požadovaných užitečných vlastností.

1.1 GEOMETRIE, ZÁKRUT A SESKÁNÍ JEDNODUCHÉ PŘÍZE

1.1.1 Šroubovicový model příze

Mnoho teorií struktury a mechaniky příze s výhodou používá ideálního šroubovicového modelu geometrie příze - viz obr.1



Obr.č.1

Pro tento model (v angloamerické literatuře se používá rovněž označení "model koaxiální spirály") jsou vysloveny zpravidla tyto předpoklady:

- 1) Příze má kruhový tvar příčného průřezu
- 2) Příze je složena z velkého počtu vláken ve tvaru koncentrických válců různého poloměru
(některé "čistě" teorie zavádí pojmy nekonečného množství vláken nekonečně malého průměru)

- 3) Každé vlákno svým umístěním v přízi sleduje stejnoměrnou šroubovicovou trajektorii ovinutou kolem koncentrického válce, takže vzdálenost od osy příze (radiální poloha) zůstává konstantní.
Vlákno ve středu příze má dráhu totožnou s osou příze.
- 4) Dráha vláken mimo střed příze má postupně větší úhel šroubovice ϕ (měření od přímky rovnoběžné s osou příze) s větší radiální polohou od středu příze. Počet zákrutů na jednotku délky zůstává konstantní pro všechny vrstvy.
- 5) Hustota vláken v přízi je uvažována konstantní přes celý průřez příze, t.j. počet vláken na jednotku plochy kolmou k vláknům je konstantní.

Velký počet geometrických vztahů užitečných jak pro teoretické studie mechaniky příze, tak např. pro studie zákrutů a zákrutových koeficientů lze odvodit následujícím způsobem při označení :

- R ... poloměr příze [m]
 r ... poloměr válce, na němž je uložena šroubovicová trajektorie uvažovaného vlákna [m]
 Z ... zákrut příze na jednotku délky [m]
 h ... délka jednoho zákrutu podél osy příze [m]
 β ... povrchový úhel šroubovice omezený osou vlákna na povrchu a přímkou rovnoběžnou ose příze [rad]
 ϕ ... odpovídající úhel šroubovice u vlákna na poloměru r [rad]
 l ... délka jednoho zákrutu (ovinu) vlákna na poloměru r [m]
 L ... délka jednoho zákrutu vlákna na poloměru R [m]

Ze zavedení veličin vyplývá

$$h = \frac{1}{Z} \quad (1)$$

Dále z obr.1 plyne :

$$l^2 = h^2 + 4\pi^2 r^2 \quad (2)$$

$$L^2 = h^2 + 4\pi^2 R^2 \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{2\pi r}{h} \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2\pi R}{h} = \frac{\pi d}{h} \quad (5)$$

Při zavedení polárních souřadnic pro model :

l_0 ... délka podél osy příze [m]

γ ... úhel pootočení kolem osy příze [rad]

r ... radiální vzdálenost vlákna od osy příze [m]

dostáváme rovnice

$$r = \text{konst} \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{2\pi l_0}{h} \quad (7)$$

pro délku vlákna podél jeho osy l :

$$\begin{aligned} l &= \frac{l_0}{\cos \theta} = l_0 \left(1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2} \right)^{1/2} = \\ &= l_0 \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \operatorname{tg}^2 \beta \right]^{1/2} \end{aligned} \quad (8)$$

1.1.2 Elementární závislost průměru příze a zákrutu

Představa dvou přízí odlišných jemností, tj. průměrů d_1 a d_2 [m] (poloměrů příze R_1 a R_2) - analogicky k obr.1 - vede k následujícímu vyjádření pro případ shodnosti sklonu periferních vláken dle předpokladů ideálního šroubovicového modelu :

$$\beta_1 = \beta_2$$

$$\tan \beta_1 = \tan \beta_2$$

kde β_1, β_2 jsou úhly sklonů periferních vláken obou přízí;

z rovnice 5 plyne :

$$\frac{2\pi R_1}{h_1} = \frac{2\pi R_2}{h_2}$$

užitím rovnice 1 poté :

$$R_1 Z_1 = R_2 Z_2 \quad (9)$$

použitím průměrů přízí d_1, d_2 :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (10)$$

1.1.3 Odvození zákrutového koeficientu α_{Koech} dle Koechlina

Znáznorníme nejdříve postup odvození koeficientu zákrutu dle Koechlina : z definice jemnosti příze pomocí čísla metrického plyne :

$$\xi_m = \frac{L_m}{1000M} = \frac{4L}{1000\pi d^2 L \cdot \rho_p} = \frac{4}{1000\pi d^2 \rho_p} \left[= \frac{1000}{\text{tex}} \right] \quad (11)$$

kde: L_m ... délka příze [m]

M ... hmotnost příze o délce L_m [kg]

ρ_p ... měrná hmotnost příze [kg.m⁻³]

Aplikací vztahu (11) do vztahu (10) pro průměry d_1, d_2 obdržíme :

$$\left(\frac{\check{c}m_2}{\check{c}m_1}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{Z_2}{Z_1} \left[\frac{tex_2^{\frac{1}{2}}}{tex_1^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (12)$$

při předpokladu, že měrné hmotnosti přízí jsou stejné.

Zákrutový koeficient $\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m}$ (dle Koechlina) byl zaveden v metrickém číslování z rovnice (12) při položení $\check{c}m_1 = 1$ a $Z_1 = \alpha$:

$$\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} = Z \cdot \check{c}m^{-\frac{1}{2}} ; Z = \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} \cdot \check{c}m^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

V systému číslování tex $[g/1000 \text{ m}] = \frac{1000}{\check{c}m}$ podobně zavedeme zákrutový koeficient $\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_t}$:

$$\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_t} = Z \cdot tex^{\frac{1}{2}} ; Z = \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_t} \cdot tex^{-\frac{1}{2}} \quad (14)$$

Pro přepočet $\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m}$ a $\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_t}$ platí vzorec odvozený sloučením z rovnic (13) a (14) :

$$\alpha_{\frac{1}{2}}^{T_t} = (1000)^{\frac{1}{2}} \cdot \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} = 31,6 \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} \quad (15)$$

1.1.4 Korektury Koechlinova koeficientu zákrutu

Koechlinův vzorec (13) je odvozen z ideálního šroubovicového modelu pro dosažení stejného sklonu periferálních vláken na přízi za předpokladu shodných měrných hmotností příze. Praxe ovšem dávno zjistila, že např. pro vyšší jemnosti bavlněných přízí musí být hodnota zákrutového koeficientu $\alpha_{\frac{1}{2}}$ zvýšena, aby byly dosaženy srovnatelné výsledky vlastností, např. poměrné pevnosti. Dřívější zdůvodnění to přikládala např. vyšší nestejnoměrnosti jemnějších přízí nebo poklesu napětí vláken a tím i třecích sil u jemnějších přízí [1] .

Staub - viz [1] - zjistil, že vyhovující kroucení

přízí pro dosažení stejných úhlů periferních vláken vzhledem k ose u přízí odlišných jemností zajišťuje empirická rovnice :

$$Z = \alpha_s \cdot \dot{c}m^{0,6} \quad (16)$$

Braschler tuto rovnici potvrdil měřením zmíněných úhlů. Nutno však podotknout, že i v současné době jsou tyto experimentální práce provázeny velkými obtížemi a především časovou náročností.

Johannsen [1] považuje zvýšení kroucení dle vztahu (16) za příliš velké a doporučuje menší zvyšování koeficientu zákrutu.

Uvedme Johannsenovu interpretaci Staubovy rovnice (16) : ve své publikaci [1], str.180 zavádí pro modifikovaný Koechlinův (resp. Staubem stanovený) koeficient α_s :

$$\alpha_s = \alpha \cdot \dot{c}_a^{\sqrt[4]{10}} \quad (16a)$$

kde α ... původní Koechlinův zákrutový koeficient
 $\dot{c}_a$... anglické číslo příze,

takže dosazením modifikovaného koeficientu zákrutu do Koechlinovy formule obdržíme :

$$Z = \alpha_s \cdot \dot{c}_a^{\sqrt[4]{10}} = \alpha \cdot \dot{c}_a^{\sqrt[4]{10}} \cdot \dot{c}_a^{\sqrt[4]{10}} = \alpha \dot{c}_a^{\sqrt[4]{16}} \quad (16b)$$

což formálně (zdánlivě) správně odpovídá Staubově rovnici (16). Tato interpretace je ovšem nesprávná a její omyl spočívá ve směšování kvocientů (exponentů). Rovnice kroucení v obecném tvaru (pro obecný kvocient q) je stanovena :

$$Z = \alpha_q \cdot \dot{c}m^q \quad (16c)$$

a převádění na jiné zákrutové koeficienty vyplývá

z položení rovnosti zákrutů, např. :

$$Z = \alpha_q \cdot \check{cm}^q = \alpha_{1/2} \cdot \check{cm}^{1/2} \quad (16d)$$

takže pro $\alpha_{1/2}$ plyne :

$$\alpha_{1/2} = \alpha_q \cdot \check{cm}^{q-1/2} \quad (16e)$$

resp. pro α_q :

$$\alpha_q = \alpha_{1/2} \cdot \check{cm}^{1/2-q} \quad (16f)$$

Dosazením $q = 0,6$ (Staub) dle tohoto schématu získáme :

$$\alpha_s = \alpha_{0,6} = \alpha_{1/2} \cdot \check{cm}^{-1/10} \quad (16g)$$

Rovnice (16g) se liší od rovnice (16a) znaménkem exponentu.

Omyl Johannsenovy interpretace spočívá ve ztotožnění obou zákrutových koeficientů (dle Koechlina a dle Stauba) v rovnici (16b). Johannsen navrhuje tabelárně na základě dlouhodobých zkoušek ve Zkušebním úřadu pro textilní materiály, Reutlingen, hodnoty zvýšení zákrutového koeficientu dle Koechlina s vyšší jemností příze. Toto zvýšení číselné hodnoty zákrutového koeficientu je doporučeno separátně pro staplovou délku krátkovláknenné, středněvláknenné a dlouhovláknenné bavlny. Pro hrubší příze je rozdíl v procentech srovnávaných zákrutových koeficientů pro středněvláknennou a dlouhovláknennou bavlnu cca 10,5 %, pro jemné příze pak 13 % (nižší hodnoty má zákrutový koeficient pro předivo z dlouhovláknenné bavlny).

Redtenbacher se pokoušel zpřesnit Koechlinův vzorec zavedením délky vláken $\underline{\ell}$ ve vztahu

$$Z = C_z \sqrt{\frac{T_m}{\ell}} \quad (17)$$

kde C_z je konstanta $\sim$ koeficientu zákrutu. Tato rovnice bere ohled na délku použitého předuva, je ovšem zatížena již zmíněnými nedostatky Koechlinovy rovnice. Velmi známou úpravou vyjádření zákrutového koeficientu a používanou v ČSSR při výrobě bavlnářských (ČSN 802120) i vlnářských přízí (ON 802320) je Phrixův vzorec :

$$Z = \alpha_{2/3}^{T_m} \cdot \text{cm}^{2/3} = 100 \alpha_{2/3}^{T_m} \cdot \text{tex}^{-2/3} = \alpha_{2/3}^{T_t} \cdot \text{tex}^{-2/3} \quad (18)$$

přičemž bylo zavedeno :

$$\alpha_{2/3}^{T_t} = 100 \alpha_{2/3}^{T_m} \quad (19)$$

Tento vztah při použití konstantního zákrutového koeficientu $\alpha_{2/3}$ zapříčiňuje intenzivnější kroucení jemnějších přízí (z hlediska sklonu periferních vláken).

Můžeme tedy vyslovit domněnku o tom, že ani při předení z jednotné (stejně) bavlněné suroviny neobdržíme prakticky shodné geometrické uspořádání (dle sklonu periferních vláken) u přízí odlišných jemností zakrucovaných dle vztahu (13) resp. (18).

Za účelem vyjasnění otázky : "Která rovnice definující zákrutový koeficient α zajišťuje při konstantní hodnotě α i konstantní úhel sklonu periferních vláken u přízí rozdílných jemností ?" a prověření Staubovy empirické rovnice i Braschlerových experimentů byla vypracována v SVÚT Liberec studie [2], která se experimentální částí analýzy na rozdíl od měření úhlů sklonu periferních vláken opírala o měření průměrů, jemností a zákrutů příze.

Uveďme způsob odvození.

1.1.4.1 Odvození zpřesněného koeficientu zákrutu

Základní podmínka pro řešení je :

$$\underline{\text{tg } \beta = \text{konst}}$$

Značnou nevýhodou měrné hmotnosti příze (která obecně není konstantní) je její závislost na měrné hmotnosti suroviny, tj. vláknenné hmoty. Z těchto důvodů byl zaveden (průměrný) koeficient zaplnění průřezu příze $\underline{k_z}$:

$$k_z = \frac{V_v}{V_p} = \frac{\rho_p}{\rho_v} \quad (20)$$

kde V_v ... objem vláknenné hmoty v přízi $[\text{m}^3]$

V_p ... objem příze $[\text{m}^3]$

ρ_p ... měrná hmotnost příze $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

ρ_v ... měrná hmotnost vláknenné hmoty $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

Na bázi takto zavedeného koeficientu zaplnění lze již srovnávat např. dvě příze, vyrobené z různých surovin (různých měrných hmotností).

Pro bavlněné příze mykané bylo na základě měření průměrů přízi zjištěno, že koeficient zaplnění je závislý na variaci zákrutového koeficientu a jemnosti příze. Pro rozsah $\alpha_{2/3}^{\text{rel}} = 4500$ až 7500 a $\text{tex} : (100 \text{ až } 17)$ byla nalezena hodnota $k_z = 0,3$ až $0,6$ (minimální hodnota platí pro hrubé příze s nízkým zákrutem a maximální hodnota pro jemné příze s vysokým zákrutem) [2]. Lze tedy předpokládat závislost koeficientu zaplnění $\underline{k_z}$ na volbě obecného zákrutového koeficientu $\underline{\alpha_q^{\text{rel}}}$ a tex danou obecně funkcí Φ :

$$k_z = \Phi(\alpha_q^{\text{rel}}, \text{tex}) \quad (21)$$

kde

$$\alpha_q^{\text{rel}} = Z \cdot \text{tex}^q \quad (22)$$

Rovnice (22) je definice obecného zákrutového koeficientu definovaného na kvocientu $\left(\frac{q}{\rho}\right)$ (zvláštními případy jsou i Koechlinova (13) a Phrixova (18) rovnice).

Z rovnice (11) lze vyjádřit základní vztah pro průměr příze v závislosti na jemnosti příze $[\text{tex}]$ a měrné hmotnosti příze ρ_p $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$:

$$d = \left(\frac{4 \text{ tex}}{10^6 \pi \cdot \rho_p} \right)^{1/2} = 1,128 \frac{\sqrt{\text{tex}}}{\sqrt{\rho_p}} \cdot 10^{-3} \quad (23)$$

s použitím vztahu (20) :

$$d = \left(\frac{4 \text{ tex}}{10^6 \pi \rho_v k_z} \right)^{1/2} = \frac{C}{\text{tex}^{-1/2} \cdot k_z^{1/2}} \quad (24)$$

kde

$$C = \left(\frac{4}{10^6 \pi \rho_v} \right)^{1/2} = \frac{1,128 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\rho_v}} \quad (25)$$

Měrná hmotnost ρ_v bavlněného vlákna se zpravidla uvažuje $1,5 \cdot 10^3 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$.

Z rovnice (1) a (5) plyne známý vztah :

$$t_g \beta = 2\pi R Z = \pi d Z \quad (26)$$

Dosadíme-li do této rovnice vztah (24) resp. (25), dostáváme

$$t_g \beta = \frac{\pi C Z}{\text{tex}^{-1/2} \cdot k_z^{1/2}} = \left[\frac{1,128 \cdot 10^{-3} \pi Z}{\text{tex}^{-1/2} k_z^{1/2} \rho_v^{1/2}} = \frac{1,128 \cdot 10^{-3} \alpha_q^{1/2}}{\sqrt{\rho_p}} \right] \quad (27)$$

po dosazení za $\underline{Z}$ z rovnice (22) a $\underline{k_z}$ z rovnice (21)

$$t_g \beta = \frac{\pi \cdot C \cdot \alpha_q^{1/2}}{\text{tex}^2 \cdot \text{tex}^{-1/2} [\Phi(\alpha_q^{1/2}, \text{tex})]^{1/2}} = \frac{\pi C \alpha_q^{1/2}}{\text{tex}^{3/2} [\Phi(\alpha_q^{1/2}, \text{tex})]^{1/2}} \quad (28)$$

Sloučením rovnic (27) a (28) plyne vztah

$$\frac{Z}{\text{tex}^{-1/2} \cdot k_z^{1/2}} = \frac{\alpha_q^{1/2}}{\text{tex}^{3/2} [\Phi(\alpha_q^{1/2}, \text{tex})]^{1/2}} = \left[\frac{t_g \beta}{\pi C} \right] \quad (29)$$

Na levé straně rovnice (29) jsou veličiny $\underline{Z}$, $\underline{\text{tex}}$ a $\underline{k_z}$ experimentální cestou zjistitelné. (Po zjištění

průměru a jemnosti dané příze vyplývá koeficient zaplnění k_z z rovnice (24).)

Pro úpravu pravé strany rovnice (29) nyní lze uplatnit podmínku pro existenci hledaného kvocientu $\frac{q}{\alpha_q}$ a na něm definovaného zákrutového koeficientu α_q , totiž že při $\alpha_q = \text{konst.}$ je i $\text{tg } \beta = \text{konst.}$

Tato podmínka je zřejmě splněna pouze tehdy, když :

$$k_z = \Phi(\alpha_q^{\text{rt}}, \text{tex}) = \text{tex}^{1-2q} \cdot f(\alpha_q^{\text{rt}}) \quad (30)$$

kde $f(\alpha_q^{\text{rt}})$ je funkce, která určuje závislost koeficientu zaplnění k_z na zákrutovém koeficientu α_q^{rt} .

Pouze při platnosti podmínky dané rovnicí (30) lze psát pro $\alpha_q = \text{konst.}$ pravou stranu rovnice (29) :

$$\frac{\alpha_q^{\text{rt}}}{(f(\alpha_q^{\text{rt}}))^{\frac{1}{2}}} = \text{konst} \quad (31)$$

jak určuje výraz v závorce v rovnici (29), takže rovnice (31) je pouze funkcí α_q a není funkcí jemnosti příze.

Úpravou rovnice (29) umocněním při zahrnutí rovnice (31) jako pravé strany dostáváme :

$$\frac{k_z}{Z^2 \cdot \text{tex}} = \frac{f(\alpha_q^{\text{rt}})}{(\alpha_q^{\text{rt}})^2} = \left[\left(\frac{\pi C}{\text{tg } \beta} \right)^2 \right] \quad (32)$$

Otázkou nyní je, jaká je závislost koeficientu zaplnění k_z na zákrutovém koeficientu, čili stanovení funkce $f(\alpha_q)$. V literatuře uvádí např. Hearle a Merchant [3, 32] tabelárně a graficky zpracované výsledky změny koeficientu zaplnění, resp. měrného objemu příze v závislosti na koeficientu zákrutu.

Podobné výsledky publikuje i Raes a Singh [38] - podrobně viz str. 78 této dizertační práce, van Issum a Chamberlain [29] a mnozí další autoři, většinou ve spojitosti s průměrem příze. Jelikož se však zpravidla (s výjimkou [38]) tyto studie blíže nezabývají analýzou rovnice kroucení z hlediska nalezení zákrutového koeficientu α_z s výše osvětleným významem, nelze z nich čerpat na úrovni exaktního, resp. dostatečně přesného závěru.

Je pouze dostatečně známo, že se koeficient zaplnění příze, resp. měrná hmotnost příze zvyšuje s vyšším zákrutem.

Z výsledků experimentů na výpředech bavlněných, PES/ba a lnářských přízí prováděných aspirantem (viz experimentální část) lze potvrdit oprávněnost navržené regresní funkce $f(\alpha_z)$ jako obecné paraboly.

To znamená, že i výraz $\frac{f(\alpha_z)}{(\alpha_z)^2}$ lze nahradit obecnou parabolou.

Z hlediska potvrzení prováděné teoretické analýzy je zavedení regresní funkce pro $f(\alpha_z)$ nezbytností.

Pouze na základě experimentu je možné ověřit správnost výše uvedených úvah.

Po zavedení

$$\frac{f(\alpha_z)}{(\alpha_z)^2} = a (\alpha_z)^b \quad (33)$$

kde a , b jsou konstanty hledané pro daný výpřed přízí

lze psát rovnici (32)

$$\frac{k_z}{Z^2 \text{ tex}} = a (\alpha_z)^b \quad (34)$$

Pro vlastní řešení této rovnice je třeba za α_q dosadit vztah (22) :

$$\frac{k_z}{Z^2 \text{tex}} = a (Z \cdot \text{tex}^q)^b \quad (35)$$

Do této rovnice je třeba dosadit experimentálně známé veličiny koeficientu zaplnění příze k_z , zákrutu příze Z a jemnost příze $[\text{tex}]$.

Neznámé jsou konstanty a , b , q .

Rovnici nelze řešit přímo. Lze použít např. následujícího způsobu : Pro parametricky volené q lze stanovit konstanty a , b tak, aby pro správně zvolené q byla hodnota korelačního koeficientu mezi výrazy

$\frac{k_z}{Z^2 \text{tex}}$ a $a(Z \cdot \text{tex}^q)^b$ teoreticky rovna 1, prakticky lze ovšem vyhledat pouze nejvyšší hodnotu ze všech zjištěných korelačních koeficientů < 1 pro soustavu konstant q , a , b .

Lze však použít i jiné optimalizační metody.

Uveďme ve stručnosti některé dosažené výsledky experimentů, které jsou podrobně zpracovány v experimentální části této dizertační práce :

- a) pro 20 bavlněných přízí mykaných (v rozsahu $(100 \div 17) \text{tex}$) předených z pramene jednotné suroviny (poloprovozní výpřed v SVÚT) bylo popsáním postupem zjištěno :

$$q = 0,518$$

- b) pro 12 bavlněných přízí mykaných (v rozsahu $(42 \div 17) \text{tex}$) předených z přástu jednotné suroviny (poloprovozní výpřed v n.p. Seba Tanvald) bylo zjištěno :

$$q = 0,570$$

- c) pro 51 bavlněných přízí mykaných z poloprovozní i průmyslové výroby (v rozsahu (100 ± 17) tex) bylo zjištěno :

$$q = 0,551$$

- d) pro skupinu dalších 51 bavlněných přízí mykaných (v rozsahu (100 ± 17) tex) bylo zjištěno :

$$q = 0,577$$

- e) pro 16 přízí manipulace PES/ba M II čes. 65/35% (poloprovozní výroby ÚZCHV Česká Třebová - v rozsahu (30 ± 15) tex) bylo zjištěno :

$$q = 0,569$$

- f) pro 8 druhů lnářských přízí (lenky, koudelky, PES/lněné příze a suchopředené příze - vše zkoušeno v rezném i půlbíleném stavu v celém rozsahu jemností přízí vyráběných v průmyslu v ČSSR) bylo zjištěno, že dostatečně přesně lze z výše uvedeného hlediska pro rovnici kroucení používat zákrutový koeficient definovaný na kvocientu :

$$q \approx 0,5$$

viz pramen [34].

Na závěr tohoto pojednání o korekturách zákrutového koeficientu dle Koechlina nutno upozornit, že formálně shodnou korekturu s navrhovanou doporučují Raes a Singh [38].

Vychází rovněž ze vztahu (27) :

$$\tan \beta = \frac{1,128 \cdot 10^{-3} \pi \alpha_{1/2}^{7/2}}{\sqrt{\rho_p}}$$

kde navrhuji modifikaci teoretického (modelového) zákrutového koeficientu dle Koechlina zavedením "skutečného" zákrutového koeficientu $\alpha_{1/2}^{7/2}$ t.j.

takového, pro který platí úměrnost s úhlem sklonu periferních vláken k ose příze :

$$\alpha_{1/2 \text{ sk}}^{\gamma_1} = \frac{\alpha_{1/2}^{\gamma_1}}{\sqrt{Q_P}} \quad \text{viz rov. (13)}$$

Pro tento vztah je ovšem v každém jednotlivém případě výpočtu "skutečného" zákrutového koeficientu nutno zjistit měrnou hmotnost vyšetřované příze, resp. dodatečně zjistit měrnou hmotnost či koeficient zaplnění jako funkci jemnosti a zákrutu daného druhu přízí. Funkční závislost získaná např. uvedeným předcházejícím postupem teoreticko-experimentální studie - je výhodnější.

1.1.5 Předběžný souhrn poznatků o zpřesněném zákrutovém koeficientu u různých druhů přízí

Uvedená teoretická analýza doplněná výsledky experimentálních prací názorně ukazuje neshodu teorie Koechlina s praxí zakrucování bavlnářských přízí, resp. pouze velmi hrubou platnost jak rovnice kroucení příze odvozené ze šroubovicového modelu (Koechlinův vzorec), tak v ČSSR pro bavlnářské příze používané rovnice kroucení (Phrixův vzorec) s přihlédnutím k základnímu požadavku na rovnici kroucení, tj. - při $Q = \text{konst.}$ je i úhel sklonu periferních vláken u přízí různých jemností konstantní. Koechlinova a Staubova rovnice kroucení přibližně odpovídá v některých mezích případech kroucení bavlněných přízí tomuto požadavku. Předložené výsledky lze předběžně zobecnit následovně :

- a) pro oblast zakrucování sledovaných bavlnářských přízí byl nalezen kvocient zákrutového koeficientu, resp. exponent u jemnosti příze z rovnice kroucení:

$$Z = \alpha_q \cdot \text{tex}^{-q}$$

q v rozsahu $0,52 \div 0,58$. Tato hodnota se nachází přibližně v $(1/8 \text{ až } 1/2)$ intervalu omezeném zcela Koechlinovým kvocientem $q = 0,5$ a shora Phrixovým kvocientem $q = 2/3$.

V ČSSR normativně daný koeficient zákrutu $\alpha_{2/3}$ (Phrixův) je nutno označit z výše uvedeného hlediska za nevhodný pro výpočet zákrutů bavlnářských přízí.

- b) pro oblast lnářských přízí a chemického hedvábí lze konstatovat oprávněnost používání $q = 0,5$ v rovnici kroucení. [34], [36]

Zdůvodnění skutečnosti, že pro různé druhy bavlnářských přízí byl nalezen poněkud odlišný kvocient q , je třeba hledat u konkrétních případů experimentální praxe - v odlišných vlastnostech použitého předu a polotovaru, jakož i v odchylkách použitých technologických parametrů předení, především u do-
přádání.

Oblast vlnářských přízí nebyla z hlediska uvedené analýzy zákrutového koeficientu dostatečně prozkoumána. Z fyzikálního hlediska lze ovšem vyslovit následující hypotézu :

Z dosavadních experimentů vyplývá, že s klesajícím (průměrným) koeficientem zaplnění průřezu přízí k_{pr} z různých přediv kvocient q zpřesněného zákrutového koeficientu α_q naopak roste.

Vzhledem ke známé relativně velké objemnosti vlnářských přízí, tj. nízkému koeficientu zaplnění - lze očekávat dle názoru aspiranta optimální kvocient zpřesněného zákrutového koeficientu v intervalu $q = (0,6 \div 0,666)$.

Bude-li potvrzeno toto očekávání, potvrdí se současně opodstatněnost používání Phrixova vzorce ($q = 2/3$) v ČSSR pro výpočet zákrutů vlnářských přízí (ON 80 2320).

1.1.6 Diskuze o významu a uplatnění zpřesněného zákrutového koeficientu; souvislosti strukturálních znaků a vlastností přízí se zpřesněným zákrutovým koeficientem

- a) Uvedme na prvním místě prioritní význam zákrutového koeficientu pro výpočet zákrutů :

Rovnice pro kroucení příze obecného tvaru

$$Z = \alpha_z^{\pi} \cdot tex^{-2}$$

kde α_z je zákrutový koeficient definovaný na kvocientu q tak, aby pro $\alpha_z = \text{konst.}$ platilo: $tg\beta = \text{konst.}$ pro příze odlišných jemností, byla teoretickou analýzou a zavedením dílčí regrese rovnice získané z experimentálních dat měření zákrutu, jemnosti a průměru příze odvozena v předcházejícím oddíle.

Ze základního požadavku na zpřesněný koeficient zákrutu vyplývá pro sklon periferních vláken přízí daného předu a souboru technologických parametrů : $tg\beta = f(\alpha_z)$.

Pro zjištěný kvocient q u zkoumaného sortimentu přízí lze $tg\beta$ nalézt nyní bez použití vztahu

$$(26): (\operatorname{tg} \beta = \pi dZ);$$

odvození vyplývá např. ze sloučení rovnice (32) - části v závorce a pravé strany rovnice (33).

$$\left(\frac{\pi C}{\operatorname{tg} \beta}\right)^2 = a \cdot \alpha_q^b \quad (36)$$

Explicitní tvar pro $\operatorname{tg} \beta$:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi C}{a^{1/2} \cdot \alpha_q^{b/2}} \quad (37)$$

a protože lze konstanty C , a , b pro daný sortiment přízí vyčíslit, vyplývá po zavedení

$$\frac{\pi C}{a^{1/2}} = A \quad (38) \quad - \frac{b}{2} = B \quad (39)$$

velmi jednoduchý vztah pro $\operatorname{tg} \beta$:

$$\operatorname{tg} \beta = A \cdot \alpha_q^B \quad (40)$$

Nutno upozornit, že vztah (40) nedeterminuje v konkrétním experimentálním případě $\operatorname{tg} \beta$ naprosto přesně. Je to podmíněno tím, že koeficient q , jakož i koeficient zákrutu má charakter aritmetického průměru vypočítaného ze souboru přízí různého zákrutu a různé jemnosti daného druhu přízí.

Pro výpočet sklonu periferních vláken na základě rovnice (26) je ovšem potřebné změřit, resp. vypočítat průměr příze a zákrut příze, což jsou v praxi rovněž veličiny charakteru aritmetického průměru.

Pozn.:

Převádění na koeficient zákrutu $\alpha_{1/3}$ normovaný v ČSSR se provádí analogicky rovnicí (16d).

- b) Uplatnění zpřesněného zákrutového koeficientu je možné i při výpočtu koeficientu zaplnění průřezu příze k_z :

sloučením rovnic (30) a (33) vyplývá :

$$k_z = \text{tex}^{1-2q} \cdot f(\alpha_q) = \text{tex}^{1-2q} \cdot a(\alpha_q)^{b+2} \quad (41)$$

Obdobně jako v předchozím případě určení úhlu sklonu periferních vláken (ad a)), také rovnice (41) "nahrazuje" definiční rovnici (20) pro koeficient zaplnění průřezu příze k_z . Pro určitý druh přízí, pro který byl odvozen zákrutový koeficient α_q není tedy třeba zjišťovat měrnou hmotnost příze či průměr příze.

- c) Souvislost seskání a zpřesněného zákrutového koeficientu:

V oddíle "teoretické odvození seskání" je uveden vzorec (54), resp. (61), resp. (68) vyplývající z analýz za odlišných podmínek a předpokladů. Tomuto vzorci je proto prisuzován v této práci hlubší význam (modelová představa), který podporují i experimentální výsledky na přízích z nekonečných vláken. [3], [7], [40]. Při dostatečné přesnosti vzorce pro seskání

$$s = 100 \text{tg}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) [\%]$$

můžeme vzhledem k rovnici (40):

$$\text{tg} \beta = A \cdot \alpha_q^B$$

konstatovat :

- 1) při $\alpha_q = \text{konst}$: $\text{tg} \beta = \text{konst}$, tedy i

$$s = 100 \text{tg}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) = \text{konst}$$

- 2) při $\alpha_q \neq \text{konst}$ je $\text{tg} \beta$, tedy i $\text{tg}^2(\frac{\beta}{2})$ pouze funkcí α_q .

Z naznačených závislostí základních strukturálních znaků příze (jako je sklon periferních vláken v přízi, průměrný koeficient zaplnění, seskání) na zpřesněném zákrutovém koeficientu vyplývají i závislosti dalších znaků a vlastností přízi na tomto koeficientu :

d) Souvislost průměru příze a zpřesněného koeficientu zákrutu

Tato souvislost vyplývá např. z rovnice (24) prostřednictvím vyjádření koeficientu zaplnění :

$$d = \frac{C}{\text{tex}^{-1/2} k_z^{1/2}}$$

po dosazení k_z z rovnice (41) lze obdržet:

$$d = \frac{C}{\text{tex}^{-1/2} (\text{tex}^{-2q} \cdot a \cdot \alpha_q^{b+2})^{1/2}} = \frac{C}{\text{tex}^{-q} \cdot a^{1/2} \cdot \alpha_q^{b/2+1}} \quad (42)$$

po zjednodušení

$$C_d = \frac{C}{a^{1/2}} = \frac{A}{\pi} \quad (43)$$

dostáváme pro průměr příze

$$d = \frac{C_d}{\text{tex}^{-q} \cdot \alpha_q^{b/2+1}} \quad (44)$$

Pozn.:

K rovnici (44) pro průměr příze lze dojít i použitím rovnice (26). Explicitní tvar pro průměr příze

$$d = \frac{\text{tg} \beta}{\pi Z}$$

kde dosazením za $\text{tg} \beta$ ze vzorce (37) a za zákrut Z z rovnice (22) plyne :

$$d = \frac{\pi C}{a_q^{1/2} \alpha_q^{3/2} \cdot \pi \alpha_q \cdot \text{tex}^2} = \frac{C}{\text{tex}^2 \cdot a_q^{1/2} \alpha_q^{5/2}} = \frac{C_d}{\text{tex}^2 \cdot \alpha_q^{5/2}}$$

Tento výraz je ovšem identický s rovnicí (44).

Rovnici (44) lze obecně psát pro průměr příze následovně :

$$d = \frac{C_d \cdot \text{tex}^2}{\alpha_q^K} \quad (45)$$

$$\text{kde} \quad K = \frac{b}{2} + 1 = 1 - B \quad (46)$$

s přihlédnutím na rovnici (39).

Pro daný vyšetřovaný druh přízí (jednotné předivo a obdobná technologie) jsou C_d , K a q konstanty, pro různé druhy přízí však tyto konstanty nabývají jiných hodnot.

Považujeme-li konstantu C_d za "materiálovou", tj. danou především použitým materiálem, ale i technologií předení, můžeme z rovnice (45) učinit závěr:

Průměr příze je závislý na použitém předivu a technologii výroby příze (viz "materiálová" konstanta C_d), jemnosti příze (tex) a zákrutu příze, zastupovaným zákrutovým koeficientem α_q . Srovnáme rovnici (45) s nejznámějším vztahem pro výpočet průměru příze typu :

$$d = \frac{\text{konst}}{\sqrt{\text{cm}}} , \text{ resp. } d = \text{konst} \cdot \text{tex}^{1/2}$$

Je zřejmé, že oba exponenty u jemnosti příze (tex) jsou totožné s kvocienty, na nichž jsou definovány příslušné používané zákrutové koeficienty, resp. jsou totožné s kladnými exponenty jemnosti (tex) v příslušných rovnicích

kroucení pro výpočet zákrutu :

$$Z = \alpha_q \cdot tex^{-2}, \text{ resp. } Z = \alpha_{1/2} \cdot tex^{-1/2}$$

Zpřesněný kvocient q zákrutového koeficientu α_q nahrazuje tedy kvocient $1/2$ Koechlinova zákrutového koeficientu $\alpha_{1/2}$ nejen v rovnici pro výpočet zákrutu, ale i v rovnici (45) pro výpočet průměru příze.

Navíc je v rovnici (45) brán ohled i na vliv zákrutu (zákrutového koeficientu) na průměr příze. Rovnice (45) tedy představuje teoreticky zobecnění, při praktickém používání pak zpřesnění výpočtu průměru příze (viz experimentální část).

Následující souvislosti jsou naznačeny pouze orientačně. Protože téma této dizertační práce je omezeno především na analýzu geometrie přízí a souvislosti geometrie příze a jejich vlastností, nejsou uvedeny detailní analýzy studující pevnost, smyčkovitost, sráživost přízí apod. Z toho důvodu jsou souvislosti zpřesněného zákrutového koeficientu s těmito vlastnostmi naznačeny pouze schematicky a verbálně.

a) Souvislost kritického koeficientu zákrutu
a zpřesněného zákrutového koeficientu

Pojem "kritický koeficient zákrutu" α^{KR} byl zaveden E. Müllerem (podobně Gégauff : "Torsion su-
turante") pro označení hodnoty zákrutového koe-
ficientu, při které je dosaženo maximální pev-
nosti příze při přetrhu. Pod touto hodnotou i
nad ní je pevnost menší. Jak již bylo uvedeno
výše - zavedení a používání Koechlinova součini-
tele zákrutů nevede u bavlněných přízí k dosaže-
ní maximální pevnosti příze při přetrhu při shod-
né číselné hodnotě koeficientu zákrutu $\alpha_{1/2}^{KR}$.
Pro vyšší jemnosti přízí je nutno hodnotu kri-
tického $\alpha_{1/2}^{KR}$ zvyšovat. Naopak při zavedení Phri-
xova zákrutového koeficientu je třeba hodnotu
kritického $\alpha_{3/3}^{KR}$ pro vyšší jemnosti (nižší tex)
snižovat.

Vzhledem k tomu, že shodné hodnoty zpřesněného
zákrutového koeficientu α_z zajišťují pro různé
jemnosti přízí (v rozsahu, ze kterého byl pro
daný druh přízí tento zpřesněný zákrutový koe-
ficient odvozen) shodný sklon periferních vlá-
ken a tedy přibližně analogickou geometrii sle-
dovaných přízí, je možné očekávat, že zmíněné
funkci kritického koeficientu zákrutu přibližně
vyhoví zde odvozený zpřesněný zákrutový koe-
ficient. Tento předpoklad shodnosti α^{KR} a určité
konstantní hodnoty α_z bude ověřen v experimentál-
ní části pro vyšetřované druhy přízí.

f) Souvislost smyčkovitosti příze a zpřesněného zákrutového koeficientu

Smyčkovitost příze, která vyjadřuje zbytkový torzní moment zakroucené příze ("živost") je obvykle vyjadřována v závislosti na uděleném zákrutu, resp. zákrutovém koeficientu příze.

Podobně jako pro kritický koeficient zákrutu je možné i zde vyslovit předpoklad o úzké souvislosti smyčkovitosti příze a zpřesněného zákrutového koeficientu, který umožňuje posoudit geometrii zakroucené příze z hlediska sklonu periferních vláken.

g) Souvislost sráživosti a zpřesněného zákrutového koeficientu příze

Ve studii [2] byla vyvinuta teorie o vzniku sráživosti staplových přízí. Výsledky analýzy sráživosti bavlněné mykané příze vedly k hypotéze o příčině vzniku sráživosti staplové příze. Základním kvalitativním faktorem, který zapříčiňuje vznik sráživosti je botnavost vláken.

Za hlavní kvantitativní faktor, t.j. příčinu velikosti sráživosti bavlněných přízí je možno na základě experimentálních výsledků (viz oddíl "souvislosti vlastností přízí a geometrie přízí") označit velikost zakroucení příze.

V daném případě nejlépe vyhovuje jako zákrutová charakteristika - zpřesněný zákrutový koeficient.

1.1.7 Seskání jednoduché příze

1.1.7.1 Teoretické odvození seskání příze

Seskání příze budiž definováno změnou délky příze jejím zakrucováním : $s[\%] =$

$$\frac{\text{délka nezakroucené příze} - \text{délka zakroucené příze}}{\text{délka nezakroucené příze}} \cdot 100$$

Velikost seskání lze odvodit z popsaného ideálního šroubovicového modelu - část 1.1.1, předpoklady $1 \div 5$ a rovnice (1) $\div$ (5), přesněji řečeno z jeho geometrie při uvažování migrace vláken v přízi. Tento zdánlivý paradox je nutné vysvětlit. Existence migrace vláken nekonečné délky v přízi umožňuje vyrovnaní délek vláken při zakrucování na různých radiálních vzdálenostech od středu příze. Potřeba větší délky u vlákna zakrucovaného blízko povrchu příze je vyrovnána v důsledku migrace případem, kdy je totéž vlákno v blízkosti středu příze.

Zásadní předpoklad pro analýzu seskání je tedy zaveden tak, že u všech vláken v přízi je vlivem migrace dodržena shodná délka.

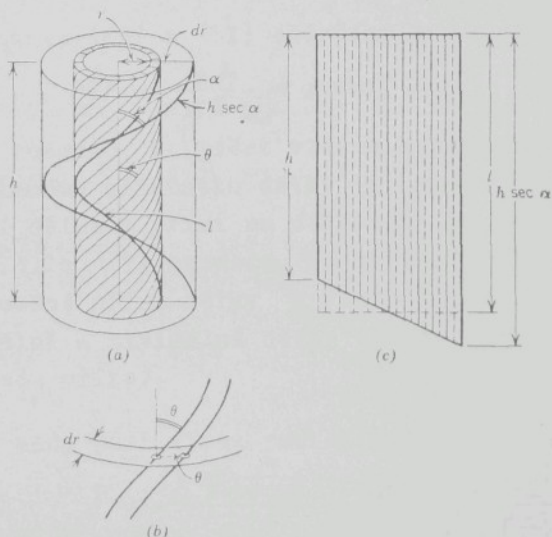
Dále uvedený výpočet seskání je tedy zajímavým příkladem řešení, kdy úvaha o existenci "pomalé" migrace umožňuje použít vztahů odvozených z geometrie ideálního šroubovicového modelu. Je třeba zdůraznit skutečnost, že se předpokládá neproduktivnost vláken.

Hearle [2] uvádí pro tyto podmínky následující odvození seskání :

je uvažován úsek zakroucené příze délky $\underline{h}$ (délky jednoho zákrutu příze) - viz obr. č.2, která v nezakrouceném stavu má délku $\bar{\underline{l}}$, což je i střední délka vláken na délce $\underline{h}$ zakroucené příze. Cílem řešení je nalézt $\bar{\underline{l}}$ pro výpočet seskání s dle vzorce :

$$s = \left(\frac{\bar{\underline{l}} - h}{\bar{\underline{l}}} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{h}{\bar{\underline{l}}} \right) \cdot 100 [\%] \quad (47)$$

Pro předpoklad konstantní hustoty vláken ve přízi (viz předpoklad ad 5) šroubovicového modelu), neboli pro koeficient zaplnění $k_z = \text{konst.}$ po celém průřezu příze vyplývá, že počet vláken $\underline{n}$ protínajících jednotkovou plochu kolmou k ose vláken je konstantní. Uvažujme element plochy mezikruží kolmý k ose příze, který protínají vlákna pod úhlem - viz obr.č.2b.



Obr.č.2

- a) vlákna v zakroucené přízi
- b) řez elementem o šířce dr
- c) rozdělení délek vláken

Počet vláken protínajících element o ploše $2\pi r dr$ je :

$$dn = n \cdot 2\pi r dr \cdot \cos \theta \quad (48)$$

jelikož rovnice (4) :

$$2\pi r = h \cdot \operatorname{tg} \theta$$

po diferenciaci :

$$2\pi r dr = \frac{h}{\cos^2 \theta} d\theta$$

po dosazení do rovnice (48) dostáváme :

$$dn = n \cdot h^2 \left(\frac{1}{2\pi} \right) \frac{\operatorname{tg} \theta}{\cos \theta} d\theta \quad (49)$$

s přihlédnutím k upravené rovnici (8):

$$l = \frac{h}{\cos \theta} \quad (50)$$

a po diferenciaci

$$dl = \frac{h \cdot \sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta = \frac{h \operatorname{tg} \theta}{\cos \theta} d\theta \quad (51)$$

z rovnic (49) a (51) obdržíme :

$$\frac{dn}{dl} = \frac{n h}{2\pi} = \text{konst} \quad (52)$$

což znamená, že počet vláken odpovídající libovolně zvolenému přírůstku délky je konstantní, tj. rozdělení délek v přízi na délce h je lineární - viz obr.č.2c. To znamená, že střední délka vláken v zakroucené přízi délky h bude aritmetický průměr maximální a minimální délky vláken (na povrchu a ve středu příze).

Lze tedy psát výraz pro střední délku vláken $\bar{l}$:

$$\bar{l} = \frac{h + \frac{h}{\cos \beta}}{2} = \frac{h}{2} \left(1 + \frac{1}{\cos \beta} \right) \quad (53)$$

Seskání vypočteme dosazením $\bar{l}$ do rovnice (47) :

$$S = \left(1 - \frac{2}{1 + \frac{1}{\cos \beta}}\right) \cdot 100 = \frac{1 - \cos \beta}{1 + \cos \beta} \cdot 100$$

po úpravě

$$S = 100 \tan^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) \quad (54)$$

Tento výraz v podstatě odvodil i Braschler [4] , Morton a Hearle [5] , Gracie [6] a Treloar [7] . Treloar ve své studii geometrie skané příze z nekonečných vláken rovněž odvodil výraz pro seskání zakrucované jednoduché příze. Uvedme i jeho postup odvození, neboť vede k překvapivému výsledku.

V předpokladech modelu geometrie příze (část 1.1.1) je změněn pouze předpoklad ad 5). Treloar předpokládá : počet vláken protínajících jednotku plochy kolmou k ose příze je konstantní v celém průřezu příze. To znamená, že hustota vláken, resp. koeficient zaplnění k_z na obecném poloměru r neodpovídá stejnoměrnému rozdělení po průřezu příze, nýbrž roste úměrně s $1/\cos \theta$. Je tedy funkcí radiální polohy vlákna.

Vlákna jsou opět považována za nepodlužitelná. Předpoklad o existenci „pomalé“ migrace (jejíž perioda je mnohem větší než stoupání šroubovice) vede ke shodnosti délek všech vláken na dostatečně dlouhém úseku příze.

Z rovnic (2) a (4) plyne pro délku vlákna l :

$$l = h^2 + 4\pi^2 r^2 = h^2 (1 + \tan^2 \theta) \quad (55)$$

Uvažujeme-li $l = 1$ (vlákno jednotkové délky), pak jeho složka podél osy příze l_{or} při radiální poloze r :

$$l_{or} = (1 + t \varrho^2 \theta)^{-1/2} = \left(1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2}\right)^{-1/2} \quad (56)$$

Jestliže $\underline{m}$ je počet vláken na jednotkovou plochu příčného průřezu, pak celková (kumulativní) osová složka délek vláken (každé jednotkové délky) v elementu, který je tvořen válcovým mezikružím tloušťky dr je :

$$2\pi m r \left(1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2}\right)^{-1/2} dr \quad (57)$$

střední osová složka délky pro celý souhrn vláken jednotkové délky $\bar{l}_o$:

$$\bar{l}_o = \frac{1}{\pi m R^2} \left[2\pi m \int_0^R r \left(1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2}\right)^{-1/2} dr \right] \quad (58)$$

po integraci, kterou provedeme např. pomocí substituce:

$$1 + \frac{4\pi^2 r^2}{h^2} = X^{1/2}$$

$$\bar{l}_o = \frac{2h^2}{4\pi R^2} \left[\left(1 + \frac{4\pi^2 R^2}{h^2}\right)^{1/2} - 1 \right] = \frac{2}{t \varrho^2 \beta} \left[\left(1 + t \varrho^2 \beta\right)^{1/2} - 1 \right] \quad (59)$$

pak seskání s [%]

$$s = (1 - \bar{l}_o) \cdot 100 \quad (60)$$

dosazením rovnice (59) do rovnice (60) obdržíme po úpravě :

$$s = 100 t \varrho^2 \left(\frac{\beta}{2}\right) \quad [\%] \quad (61)$$

což je výraz pro seskání shodný s výsledkem řešení dříve uvedeným - rovnice (54).

Střední délka vláken vyšetřovaných dle obou modelů lišících se zavedením konstantní, resp. zvyšující se hustoty vláken směrem k povrchu příze (dle vztahu $1/\cos \theta$) - je shodná. To je velmi zajímavé zjištění.

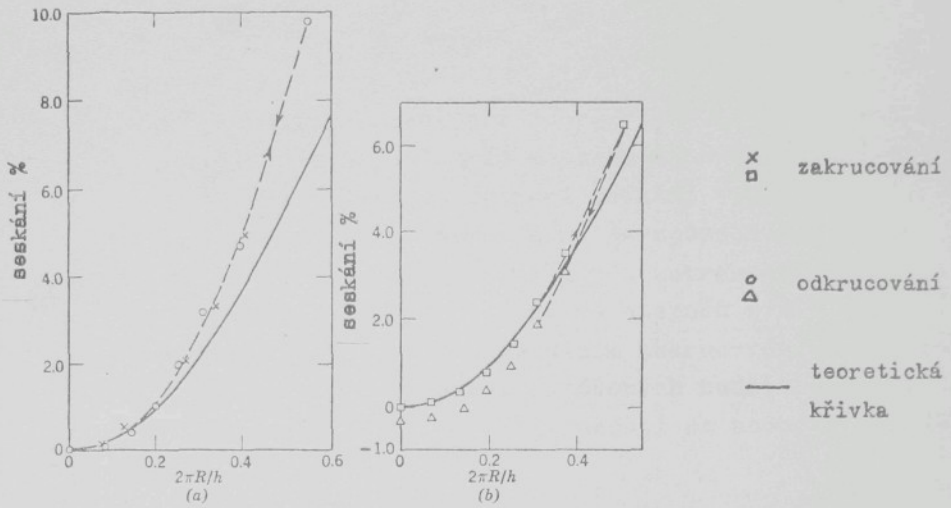
Seskání příze dle modelu

Tab. č.1

úhel sklonu zakroucených periferních vláken k ose příze β	seskání [%] $S = 100 \cdot \lg^2 \left(\frac{\beta}{2} \right)$	koefficient seskání φ $\varphi = 1 - 0,01s$
0°	0	1
10°	0,8	0,992
20°	3,1	0,969
30°	7,2	0,928
40°	13,2	0,868
50°	21,7	0,738

Tabulka č. 1 obsahuje hodnoty (teoreticky) vypočteného seskání [%] resp. koeficientu seskání $\varphi = 1 - 0,01s$ v závislosti na úhlu sklonu zakroucených periferních vláken k ose příze .

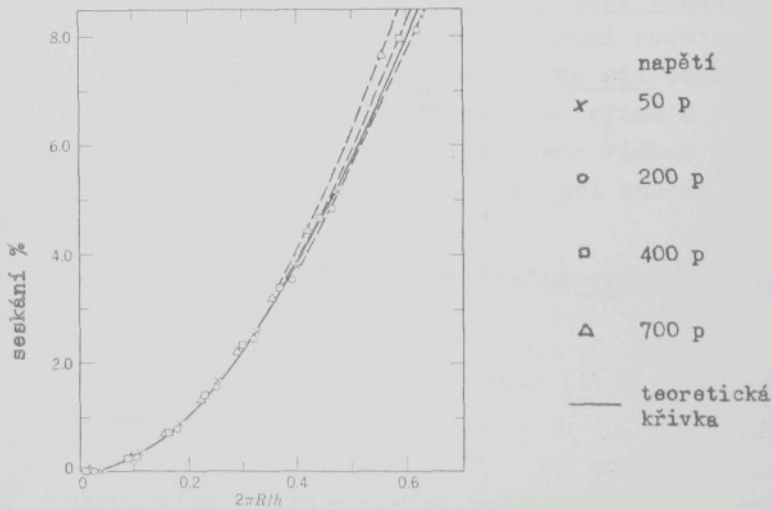
Výsledky Treloarovy teoretické studie [7] porovnávali někteří autoři s výsledky experimentálních prací. Pro ilustraci uveďme např. práci Ridinga [57]. Při měření seskání během "statického" zakrucování (tedy nikoliv na pohybující se přízi kontinuálně zakrucované na stroji) nebyla nalezena dobrá shoda s teoretickou křivkou, která je vynesena v závislosti na $\lg \beta = \frac{2\pi R}{h}$ viz obr.č. 3. Pro přízi zakrucovanou při nízkém napětí se obdržely



Obr. č.3

Riding (1959), seskání "staticky" zakrucované příze Tenasco 183 tex (1650 den)

- a) zakrucování při napětí 100 p
- b) zakrucování při napětí 500 p



Obr. č.4

Riding (1959), seskání kontinuálně zakrucované příze Tenasco

vysoké hodnoty seskání při dobré reverzibilitě, zatím co při vysokém napětí bylo seskání naměřeno nižší při nízké reverzibilitě. Negativní seskání (prodloužení) při odkroucení na nulový zákrut je způsobeno trvalou deformací prodloužených vláken při zakroucení. Zkoušky, které byly provedeny se stejnou přízí z nekonečných vláken při kontinuálním zakrucování na stroji, prokázaly dobrou shodu naměřených hodnot seskání s teorií - viz obr.č. 4. Vliv napětí na hodnoty seskání byl velmi malý.

Shodný výraz pro seskání přízí ze staplových vláken byl odvozen i Vorošilovem [8] a pro příze z nekonečných vláken Korickým [9].

Předpoklady dle Korického se odlišují ve srovnání s předchozími analýzami ve dvou aspektech :

- 1) vlákna jsou uvažována prodlužitelná. Výpočet je prováděn na základě analýzy deformací vláken proměnlivých po průřezu příze. Základní rovnice řešení je postavena na podmínce rovnováhy sil působících pro tahování vláken poblíž povrchu příze a stlačování vláken ve středu příze. Migrace vláken se neuvažuje, přesto že její zavedení při značné periodě migrace je formální.
- 2) Řešení používá pojmu neutrální vrstvy vláken, která se nedeformují.

V naší symbolice plyne z rovnic (1) a (4) výraz pro délku vlákna.

$$\lg \theta = 2\pi r Z \quad (62)$$

Délka vlákna odpovídající jednotkové délce osy zakroucené příze :

$$l_{\pi r} = \frac{1}{\cos \alpha} = \left(1 + 4\pi^2 r^2 Z^2\right)^{1/2} \quad (63)$$

Nechť obdobně jako Treloarem [7] je zaveden předpoklad proměnné hustoty vláken po průřezu příze. Jednotková plocha průřezu příze tedy obsahuje $\underline{m}$ vláken. V diferenciální vrstvě mezikruží je obsaženo $2\pi m r dr$ vláken. Napětí vláken vznikající od deformace vláken v různých radiálních polohách jsou - vztaženo na celý průřez příze - v rovnováze. V tomto průřezu tedy existuje tzv. neutrální vrstva vláken, které nepodléhají žádné deformaci. Délka vláken této vrstvy určuje vlastně délku nezakrouceného úseku příze a tedy i seskání. Jestliže jsou vlákna neutrální vrstvy uložena pod úhlem θ_N k ose příze, pak základní rovnice řešení plyne z podmínky rovnováhy pro průřez příze :

$$\int_0^R 2\pi m r \cos \theta dr - \pi R^2 m \cos \theta_N = 0 \quad (64)$$

odtud plyne

$$\cos \theta_N = \frac{2}{R^2} \int_0^R r \cos \theta dr \quad (65)$$

a protože $r = \frac{tg \theta}{2\pi Z}$, viz rovnice (62)

obdržíme po substituci a záměně mezi v integrálu

$$\cos \theta_N = \frac{2}{tg^2 \beta} \int_0^\beta \frac{tg \theta}{\cos \theta} d\theta = \frac{2 \cos \beta}{1 + \cos \beta} = 1 - tg^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) \quad (66)$$

Seskání je po dosazení odpovídajících délek do vztahu (33)

$$S = \frac{l_N - 1}{l_N} \cdot 100 = \left(1 - \frac{1}{l_N} \right) 100 \quad (67)$$

kde $l_N = 1/\cos \theta_N$, viz vztah (63).

Seskání :

$$S = (1 - \cos \theta_N) \cdot 100 = 100 tg^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) \quad (68)$$

s využitím vztahu (66).

Srovnaj s rovnicemi (54) a (61).

Obecně se lze vyjádřit o platnosti rovnic (54), (61) a (68) v tom smyslu, že dobře vystihují poměry seskání u přízí z nekonečných vláken. Odchylky se vyskytují u přízí s nestejným zákrutem a u přízí, kde vlákna nesplňují předpoklad o uložení na šroubovicích, dále u hedvábí, kde dochází v důsledku velkého zakroucení k trvalým deformacím periferních vláken či ke vzpěru vláken umístěných blízko osy příze. Některými z těchto otázek se zabývá Kilby [58].

Balakrishna Iyer a Phatarfod [40] se zabývají teoretickým odvozením a následnou aproximací případu, kdy se příze skládá z relativně malého počtu vláken v průřezu (1 až 37 vláken). Výpočet seskání je založen na předpokladech pouze geometrických :

- koeficient zaplnění po průřezu příze konstantní
- plástová (hexagonální) struktura
- úvaha tzv. "pomalé" a pravidelné migrace (tzn. že každé vlákno zaujímá určitou polohu v příčném řezu příze stejně často)

Vztah pro seskání příze vychází z průměrné délky vláken na jednotku délky zakroucené příze :

$$\bar{L} = \frac{\sec \theta_1 + \sec \theta_2 + \dots + \sec \theta_n}{n} \quad (63a)$$

kde $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n \dots$ úhly sklonu šroubovic jednotlivých vláken

$n \dots$ celý počet vláken

Seskání pak vyplývá ze vztahu

$$S = \left(\frac{\bar{L} - 1}{\bar{L}} \right) \cdot 100 [\%] \quad (67a)$$

Balakrishna a Phatarfod rovněž uvádí, že relativní chyba při výpočtu seskání způsobená zanedbáním eliptič-

nosti řezů vláken v rovině kolmé k ose příze činí pro daný typ příze o 37 vláčknech pouze 1,5 %.

Z dalších studií, zabývajících se teoretickým odvozením seskání, lze připomenout práci Sokolova [10]. V této publikaci věnuje Sokolov velkou pozornost do té doby navrženým vzorcům pro seskání a podrobuje je kritice. Zvláštní pozornost je věnována rozlišení teoretických a skutečných hodnot zákrutů, měrných hmotností příze, zákrutových koeficientů a průměrů přízí ve vztahu k jejich používání v analýzách a rovnicích.

Sokolov považuje za "základní matematický zákon slučující velikost zákrutu s jemností příze" rovnici

$$\varphi = \sqrt[3]{\left(\frac{\alpha_{1/2 \text{ teor}}}{\alpha_{1/2 \text{ sk}}}\right)^2} \quad (69)$$

kde φ ... koeficient seskání

$$\varphi = \frac{\text{délka zakroucené příze}}{\text{délka nezakroucené příze}} = 1 - 0,01s$$

$\alpha_{1/2 \text{ teor}}^{T_m}$... teoretický koeficient zákrutu (vypočtený ze jmenovitého zákrutu)

$\alpha_{1/2 \text{ sk}}^{T_m}$... skutečný koeficient zákrutu (vypočtený ze skutečného zákrutu)

Srovnáním s experimenty navrhuje zavedení vzorce tvaru

$$\varphi = \sqrt[3]{(1 - \text{konst} \cdot \alpha_{1/2 \text{ teor}})^2} \quad (70)$$

pro výpočet koeficientu seskání, přičemž však upozorňuje na vliv napětí příze při dopřádání, který není v rovnici zahrnut. Z provedených výsledků experimentů doporučuje vyčíslení konstanty ve vztahu (70) ... 0,0006.

Fejman ve statích [11], [12] uvádí následující postup pro výpočet seskání :

vychází z upravené rovnice (5):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi d_p}{h} = \frac{n_p \cdot \delta_v}{h} \quad (71)$$

kde d_p ... průměr koncentrické kružnice, na které jsou umístěny středy vláken periferní vrstvy

δ_v ... průměry či rozměry příčného průřezu vláken

n_p ... počet vláken v periferní vrstvě

Při shodnosti průměrů všech vláken v průřezu příze uvažuje :

$$\operatorname{tg} \theta_i = \operatorname{tg} \beta \frac{n_i}{n_p} \quad (72)$$

kde θ_i ... úhel sklonu vláken i-té vrstvy k ose příze

n_i ... počet vláken v i-té vrstvě

a dále

$$l_i = h \frac{\operatorname{tg} \theta_i}{\sin \theta_i} \quad (73)$$

kde l_i ... délka vláken v i-té vrstvě vztažených na délku jednoho zákrutu podél osy příze ($\underline{h}$)

Pro $h = 1$:

$$l_i = \frac{\operatorname{tg} \theta_i}{\sin \theta_i} \quad (74)$$

a

$$\sum_1^p (l_i n_i) \cdot h = (l_1 n_1 + l_2 n_2 + \dots + l_p n_p) h \quad (74a)$$

Délka vláken l_N v neutrální vrstvě

$$l_N = \frac{\sum_1^p (l_i n_i)}{\sum_1^p n_i} = \frac{1}{\varphi} \quad (75)$$

kde φ ... koeficient seskání

$$\text{Seskání } s [\%] : s = \frac{\sum_1^p (l_i n_i) - \sum_1^p n_i}{\sum_1^p (l_i n_i)} \cdot 100 \quad (76)$$

Při praktickém používání je tento vzorec závislý na přesnosti následujících přiblížení :

1) d_p se vypočítá ze změřeného průměru příze d

$$d_p = d - \delta = (2i - 2)\delta \quad (77)$$

2) pro stanovení počtu vrstev i a počtu vláken v i -té vrstvě nutno přihlížet k uspořádání vláken v průřezu příze (Fejman počítá s kruhovou strukturou, tj. kruhovými koncentrickými vrstvami - dle Solovjeva [13] uspořádanými vlákny ve vrstvách o počtu

$$n_i = 1 + 6 + 14 + 21 + 28 + 36 + 44 + \dots)$$

Pro běžné používání Fejman doporučuje vzorec odvozený empiricky :

$$\text{tg } \theta_H = \frac{\pi d}{h \sqrt{2}} \Rightarrow s = \left(1 - \frac{\sin \theta_H}{h \cdot \text{tg } \theta_H}\right) \cdot 100 \quad (78)$$

Hodnoty seskání získané postupem dle Fejmana odpovídají velmi přibližně empiricky stanovené rovnici Korického - viz část 1.1.7.2, rovnice (87).

Tyto vztahy Fejman doporučuje i pro případ výpočtu seskání u vícenásobně skaných přízí [12].

Budnikov a kol. [14] analyzoval seskání příze pro případ, kdy vlákna neproklouzávají, nýbrž přenášejí napětí. Za předpokladu platnosti Hookeova zákona a kruhové struktury příze, po integraci po průřezu příze obdržel rovnici pro koeficient seskání φ :

$$\varphi = \frac{\frac{2\pi P_0 Z^2}{E_p} - \ln \cos \beta}{\frac{1}{\cos \beta} - 1} \quad (79)$$

kde P_0 ... součet všech osových složek namáhání vláken v přízi

E_p ... Youngův modul pružnosti příze

β ... úhel sklonu periferních vláken k ose příze

Překážkou pro použití v praxi je vyjádření hodnoty P_0 včetně předpokladu Hookeova zákona. Uvádí ovšem Kozlovovy výsledky experimentů, kterými prokazuje pro odlišná napětí příze při dopřádání a stejné zakrucování - seskání v rozmezí $(1,8 \pm 5,2) \%$.

Pro případ $P_0 = 0$ plyne :

$$\varphi = \frac{\ln \frac{1}{\cos \beta}}{\frac{1}{\cos \beta} - 1} \quad (79a)$$

Vztah (79a) vede po aplikaci Taylorova rozvoje a aproximaci (omezením na první člen rozvoje) rovněž na vyjádření, které dává seskání :

$$s = 100 \operatorname{tg}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) [\%]$$

viz rovnice (54), (61) a (68).

1.1.7.1.1 Zhodnocení teoretických analýz seskání příze

Naprostá většina teoretických odvození seskání příze vychází pouze z předpokladů o geometrii a struktuře příze a základních vlastnostech vláken :

- prodlužitelnost či neprodužitelnost vláken,
- konstantní resp. proměnná hustota vláken v průřezu příze
- šroubovicový model příze (příp. s „pomalou“ migrací) atd.

Bylo dokázáno, že uvedené teoretické analýzy seskání po sjednocení symboliky a úpravách vedou ke shodnému výsledku, a to i v případě uvažování zjednodušených silových poměrů v zakrucené přízi. Z této skutečnosti lze vyvodit závěr o hlubším významu a širší použitelnosti rovnice (54) resp. (61) resp. (68). Experi-

mentální práce [7], [57], [58] potvrzují dobrou shodu teorie s výsledky měření u přízí z nekonečných vláken.

U staplových přízí byly nalezeny větší odchylky měřených-teoretických hodnot. Důvod je třeba zřejmě hledat ve skutečných poměrech při tvorbě staplové příze :

- 1) vlivem napětí při tvorbě příze dochází ke skluzům a deformacím vláken, a to diferencovaně po průřezu příze v závislosti na vzdálenosti od osy příze
- 2) poměry při tvorbě příze jsou ovlivněny charakteristikami pružnosti, ohebnosti, povrchovými vlastnostmi vláken apod.

což má ve svém souhrnu vliv na odlišnost teoretických a experimentálních výsledků seskání.

Důsledkem neúplné výstižnosti modelových představ a teoreticky odvozených vztahů pro seskání je odvozování empirických rovnic pomocí experimentálního zjišťování. Nevýhodou těchto empirických výrazů je zpravidla platnost pouze v rozsahu daném experimentem. Protože často nebývá tento rozsah platnosti buď vůbec či dostatečně přesně vymezen, je ještě více ztížena možnost používání. Přesto mají v praxi tyto vztahy svůj význam.

V následující stati jsou uvedeny některé vybrané empirické rovnice seskání.

1.1.7.2 Experimentálně zjištěné vztahy pro seskání příze

Empirické vztahy pro výpočet seskání mají své opodstatnění především při výpočtech prováděných za účelem využití v průmyslové praxi. Jak již bylo řečeno, mají zpravidla omezené možnosti použití.

Z literatury posledních 40 let jsou nejznámější následující vztahy :

Braschler [4] kromě teoreticky odvozeného a upraveného vztahu (54) doporučuje pro výpočet koeficientu seskání bavlněných přízí :

$$\varphi = \frac{2}{1 + \sqrt{1 + 0,876 K_0^2 \alpha_{1/2}^2}} \quad (80)$$

kde K_0 ... koeficient odvozený z poměru vizuálně zjištěvaného průměru příze k průměru odpovídajícímu průřezu vláken (substančnímu)

$\alpha_{1/2}^{T_m}$... Koechlinův zákrutový součinitel v metrickém číslování

Budnikov + kol. - viz [10] vedle již zmíněného vztahu (79) uvádí pro koeficient seskání

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,006 (\alpha_{1/2}^a)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,66 \cdot 10^{-5} \alpha_{1/2}^2}} \quad (81)$$

kde $\alpha_{1/2}^a$... Koechlinův zákrutový součinitel v anglickém číslování ($\alpha_{1/2}^{T_m} = 30,25 \alpha_{1/2}^a$)

Podobně Obuchův vzorec, viz [10] a [51]

$$\varphi = \sqrt{1 - 0,0045 (\alpha_{1/2}^a)^2} = \sqrt{1 - 0,49 \cdot 10^{-5} \alpha_{1/2}^2} \quad (82)$$

kde je třeba uvažovat zákrutový koeficient teoretický. Výchozí vzorec Obucha

$$\varphi = \cos \theta_n = \frac{1}{\sqrt{(2\pi r_n Z)^2 + 1}} \quad (83)$$

viz též (66)

viz též vzorec (66), teoreticky odvozený z předpokladu existence neutrální vrstvy, kde nejsou vlákna namáhána ($r_N \dots$ poloměr, na kterém se nachází vlákna neutrální vrstvy pod úhlem φ_N)

upravují Kovaňko ($r_N = R$)

Tabak a Pikovski ($r_N = \frac{2}{3}R$)

Smirnov ($r_N = (0,7 \div 0,8) R$).

Obuch doporučuje $r_N = 0,607 R$, viz (82).

Afončikov - viz [10] navrhuje jednak vzorec pro koeficient seskání :

$$\varphi = \frac{1}{1 + 0,001907 \alpha_{1/2}^2} \quad (84)$$

dále odlišný vzorec pro seskání - viz [14] :

$$s = \frac{1}{0,01 + \frac{1045(\alpha_{1/2} + 838,4)}{\alpha_{1/2}(\alpha_{1/2}^2 + 0,39 \text{ tex}^2)}} [\%] \quad (85)$$

Opět další hodnoty uvádí Afončikov ve "Spravočniku po chlopkoprjaděniyu", viz též [10] str.137, ve formě tabulárního zpracování. Hodnoty zde uváděného koeficientu seskání jsou korigované údajně autorem dle velikosti napětí při dopřádání příze. Dle těchto hodnot přísluší větší seskání - $s[\%]$ - hrubším přízím, menší seskání pak jemnějším přízím.

Sokolovovy vzorce [10] :

$$s = \frac{\alpha_{1/2 \text{ teor}}^2}{4350} [\%] \quad (86)$$

$$\varphi = \sqrt[3]{(1 - 0,0006 \alpha_{1/2 \text{ teor}})^2} \quad \text{viz (70)}$$

$\alpha_{1/2 \text{ teor}}$... teoretický (jmenovitý) koeficient zákrutu dle Koechlina v metrickém číslování

Korickij [15] doporučuje pro bavlněné příze vzorec

$$s = \frac{0,0009 \alpha_{1/2}^2}{\sqrt[3]{c_{m_{jmen}}}} = 0,0009 (\alpha_{1/2}^{7m})^2 [\%] \quad (87)$$

Nötzold [16] uvádí pro bavlněné a vlněné příze vzorec, který po úpravě dává pro seskání :

$$s = (1 - \sqrt{1 - 4,92 \cdot 10^{-8} \alpha_{1/2}^2}) \cdot 100 [\%] \quad (88)$$

Pro obvyklé hodnoty zákrutů činí vypočítané hodnoty seskání (1÷2) %, což dle názoru jiných autorů včetně mého je hodnota příliš malá.

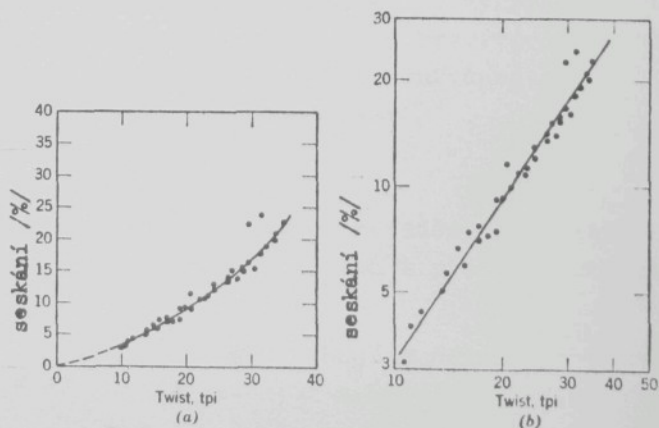
Pro seskání lněné příze doporučuje Komarov [17] vzorec

$$s = (6,46 - 0,71 \sqrt{\frac{1000}{tex_{jmen}}}) \alpha_{1/2}^2 [\%] \quad (89)$$

který později upravuje (18) na tvar :

$$s = (7,68 - 0,81 \sqrt{\frac{1000}{tex_{jmen}}}) \alpha_{1/2}^2 [\%] \quad (90)$$

Seskáním bavlněné příze se zabýval i Landstreet, Ewald a Simpson [60] .



Obr. č. 5

V obr.č. 5 jsou vyneseny typické hodnoty seskání v závislosti na zákrutech $[1 \cdot \text{inch}^{-1}]$. Je pozoruhodné, že seskání dosahuje pro zákrut $35 [1 \cdot \text{inch}^{-1}] = 1378 [1.\text{m}^{-1}]$ hodnoty 20% pro blíže neurčenou jemnost příze.

Dle mého názoru vyplývajícího z výsledků zkoušení bavlněných přízí (vyrobených ze středněvláknenné sovětské bavlny) nejvíce odpovídá zjištěným výsledkům vzorec prof. Korického (87).

Z vlastních výsledků [39], (viz též experimentální část) byla odvozena regresní rovnice pro seskání bavlněných přízí

$$s = 0,000485 \cdot (\alpha_{2/3}^{T_m})^{2,232} [\%] \quad (91)$$

kde $\alpha_{2/3}^{T_m}$ je zákrutový koeficient definovaný na exponentu 2/3 (Phrixův) vypočtený ze skutečně zjištěných zákrutů. Tento vztah poskytuje mírně vyšší hodnoty seskání oproti vztahu prof. Korického (87).

1.1.7.2.1 Zhodnocení empirických vztahů pro seskání příze

I bez úplného vzájemného srovnání a vyčíslení vybraných nejznámějších empirických vzorců pro výpočet seskání stapolových přízí je možné potvrdit skutečnost, že tyto výpočetní vztahy jsou značně odlišné.

Příčin je několik :

- experimentální práce jsou prováděny za odlišných podmínek jak při výrobě příze, tak i při vlastním způsobu zjišťování seskání příze;
- zjištěné výsledky se vztahují k odlišným surovinám (i uvnitř oblasti bavlněných mykaných přízí);
- někteří autoři zanedbávají vliv základních geometrických

charakteristik příze;

- v poslední řadě je třeba hledat důvod odlišnosti vztahů i v poměrně velké variabilitě hodnot seskání. V této situaci je značně problematické hledání kompromisu mezi kvalifikovaným zanedbáním variability a dostatečně přesným vyjádřením.

Pokus o stanovení vhodného výpočetního vztahu (regresní funkce) pro seskání bavlněné mykané příze je uveden v experimentální části.

1.1.8 Příčné rozměry příze

1.1.8.1 Průměr příze

Znalost průměru, event. dalších příčných rozměrů příze je bezpodmínečně nutná při technologických a konstrukčních výpočtech v provozu přádelen, připraven a tkalcoven. Zvlášť značné nároky na znalost hodnot příčných rozměrů přízí jsou kladeny při výpočtech konstrukce tkanin a dalších plošných textilií. Z tohoto hlediska je nezbytnou součástí ucelených konstrukčně-strukturálních teorií textilií i studie příčných rozměrů přízí.

V úvodu studie o tzv. "průměru" příze je nutné podat charakteristiku a bližší vysvětlení tohoto pojmu.

Vzhledem k tomu, že příze - obzvláště staplová - není kompaktním tělesem s jasně vymezitelnými a ohraničitelnými příčnými rozměry, lze za "průměr" příze považovat průměr určitého válce, ve kterém je soustředěna podstatná část hmoty příze. Exaktní definici nelze zřejmě podat, protože tzv. "průměr" příze z hlediska uvedeného rozložení hmoty postrádá geometrický a fyzikální smysl.

Opodstatnění při používání tento pojem nabývá v jakékoliv studii teprve zavedením dalších upřesňujících definičních podmínek. V laboratorní praxi bývá jako usanění upřesňující podmínka nejčastěji stanoveno, že průměrem příze se rozumí veličina naměřená stanoveným postupem na popsaném experimentálním zařízení a následovně vyhodnocená.

Použitá metodika měření a vyhodnocení průměru přízí pro potřeby této i jiných studií bude uvedena v části 1.1.8.2 "Metodika měření průměrů přízí".

Teoretickým rozбором na základě značně zjednodušených představ o struktuře příze lze dospět - viz např. [1] - k obecně známému a dosud velmi používanému výrazu pro výpočet průměru příze. Explicitním vyjádření průměru příze z rovnice (11) plyne :

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi \text{čm} \cdot \varrho_p}} = \frac{\text{konst}}{\sqrt{\text{čm} \cdot \varrho_p}} = \frac{\text{konst} \sqrt{\text{tex}}}{\sqrt{\varrho_p}} \quad (92)$$

a při předpokladu konstantní měrné hmotnosti příze ϱ_p :

$$d = \frac{\text{konst}}{\sqrt{\text{čm}}} = \text{konst} \sqrt{\text{tex}} \quad (93)$$

Na základě měření pak různí autoři doporučují různé hodnoty konstanty. Např. rozsah konstanty při vyjádření jemnosti v [čm] dle různých autorů pro bavlněné příze je značný : 1,15 ÷ 1,65, nejčastěji 1,25 - přičemž průměr příze je vypočten v [mm].

Vztah měrné hmotnosti příze ϱ_p k měrné hmotnosti použitého vlákna ϱ_v byl řešen většinou značně nepřesně a výsledný empirický vztah neřeší zpravidla ani vliv zákrutů na průměr příze.

Použijme rozdělení vztahů pro výpočet průměru příze do 4 skupin.

I. skupina :

Příkladem z velkého počtu nejjednodušších vzorců první skupiny jsou vztahy typu rovnice (93) :

Johannsen [1] doporučuje pro bavlněné příze :

$$d = \frac{1,24}{\sqrt{\text{č}_a}} = \frac{1,614}{\sqrt{\text{čm}}} = \frac{1,614 \sqrt{\text{tex}}}{3,16} [\text{mm}] \quad (94)$$

Pierce - viz citace [29] - pro bavlněné příze :

$$d = \frac{36}{\sqrt{\text{č}_a}} [\text{mils}] = \frac{1,19}{\sqrt{\text{čm}}} = \frac{1,19 \sqrt{\text{tex}}}{3,16} [\text{mm}] \quad (95)$$

Dalidovič - citace [25] - pro bavlněné příze :

$$d = \frac{125}{\sqrt{cm}} = \frac{125\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (96)$$

Budnikov + kol. [14] - pro bavlněné příze :

$$d = \frac{1,15 \div 1,30}{\sqrt{cm}} = \frac{(1,15 \div 1,30)}{31,6} \sqrt{tex} [mm] \quad (97)$$

- pro vlněné příze :

$$d = \frac{125 \div 140}{\sqrt{cm}} = \frac{(125 \div 140)}{31,6} \sqrt{tex} [mm] \quad (98)$$

Spravočník po chlopkoprjadeníju [26] - pro mykané a česané vlněné příze :

$$d = \frac{1,33}{\sqrt{cm}} = \frac{1,33\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (99)$$

lněné příze a přírodní hedvábí :

$$d = \frac{125}{\sqrt{cm}} = \frac{125\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (100)$$

viskózové příze :

$$d = \frac{123}{\sqrt{cm}} = \frac{123\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (101)$$

acetátové příze :

$$d = \frac{148}{\sqrt{cm}} = \frac{148\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (102)$$

polyamidové příze :

$$d = \frac{150}{\sqrt{cm}} = \frac{150\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (103)$$

viskózové hedvábí :

$$d = \frac{120}{\sqrt{cm}} = \frac{120\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (104)$$

Cholostov - citace [25] - pro příze z umělého a přírodního hedvábí :

$$d = \frac{130}{\sqrt{cm}} = \frac{130\sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (105)$$

Simon [25] pro viskóзовé příze :

$$d = \frac{141}{\sqrt{cm}} = \frac{141 \sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (106)$$

vlněné česané příze :

$$d = \frac{146}{\sqrt{cm}} = \frac{146 \sqrt{tex}}{31,6} [mm] \quad (107)$$

Další obdobné vztahy uvádí např. Ashenhurst - viz citace [29], Law - viz citace [29], a další autoři.

II. skupina :

Empirické vztahy této skupiny zahrnují vliv zákrutu příze na její průměr.

Braschler [4] pro obvyklé zákruty a jemné bavlněné příze :

$$d = \frac{1,89}{31,6} \cdot \sqrt{tex} (0,0254 \cdot Z)^{-0,161} [mm] \quad (108)$$

Afončikov - viz citace [14] - pro středně jemné bavlněné příze :

$$d = \frac{1,186 \cdot \sqrt{tex}}{\sqrt{10^3 \cdot \rho_v}} \sqrt{\frac{10^3 (\alpha_{1/2}^{T_m})^2 + 390400 tex}{[(\alpha_{1/2}^{T_m})^2 + 1525] tex}} [mm] \quad (109)$$

Budnikov + kol. [14] - pro široký rozsah jemností a zákrutů bavlněných přízí :

$$d = \frac{1,17 \sqrt{tex}}{31,6} \left[\frac{4685}{1055 + (\alpha_{1/2}^{T_m})^2 \frac{31,6}{\sqrt{tex}}} + 1 \right] [mm] \quad (110)$$

SVÚT [27] - pro bavlněné mykané příze širokého rozsahu jemnosti a zákrutu :

$$d = (3,707 tex - 0,67 \alpha_{1/2}^{T_m} + 162,3) \cdot 10^{-2} [mm] \quad (111)$$

Fejman [28] - pro bavlněné příze :

$$d = \frac{1,65 \sqrt{tex}}{31,6} - 0,0258 \sqrt{\frac{T_m}{\alpha_{1/2} tex} \frac{31,6}{tex}} [mm] \quad (112)$$

mokropředené lněné příze : $\text{tex} < 62$

$$d = \frac{1361\sqrt{\text{tex}}}{31,6} - 0,0256 \sqrt{\alpha_{\frac{7m}{12}} \frac{31,6}{\sqrt{\text{tex}}}} \quad [\text{mm}] \quad (113)$$

mokropředené lněné příze : $\text{tex} > 62$

$$d = \frac{1359\sqrt{\text{tex}}}{31,6} - 0,0476 \sqrt{\alpha_{\frac{7m}{12}} \frac{31,6}{\sqrt{\text{tex}}}} \quad [\text{mm}] \quad (114)$$

van Issum a Chamberlain [29] - pro
bavlněné příze :

$$d = 0,0485\sqrt{\text{tex}} + (0,0991 - 0,155 \cdot Z \cdot 10^{-3}) \quad [\text{mm}] \quad (115)$$

viskózové příze :

$$d = 0,0442\sqrt{\text{tex}} + (0,0860 - 0,168 \cdot Z \cdot 10^{-3}) \quad [\text{mm}] \quad (116)$$

dvakrát skané česané vlněné příze :

$$d = 0,0475\sqrt{\text{tex}} + (0,0445 - 0,071 \cdot Z \cdot 10^{-3}) \quad [\text{mm}] \quad (117)$$

jednoduché česané vlněné příze :

$$d = 0,0465\sqrt{\text{tex}} + (0,0508 - 0,516 \cdot Z \cdot 10^{-3}) \quad [\text{mm}] \quad (118)$$

mykané vlněné příze :

$$d = 0,0554\sqrt{\text{tex}} + (0,0711 - 0,245 \cdot Z \cdot 10^{-3}) \quad [\text{mm}] \quad (119)$$

Gulati a Turner [53] , viz též cit. [51], str. 42 - pro
bavlněné příze :

$$d = 0,065 + \frac{0,065 \text{ tex}}{\sqrt{\alpha_{\frac{7m}{12}}} \left(1 + \frac{47}{\text{tex}}\right)} \quad [\text{mm}] \quad (120)$$

pro rozsah $90 < \alpha_{\frac{7m}{12}} < 210$ doporučují pak použít vzorec

$$d = \frac{6,2 \sqrt{\text{tex}}}{\sqrt{1000} \cdot \sqrt[4]{Z}} \quad [\text{mm}] \quad (121)$$

a v případě přízí z jiných vláken předaných bavlnářským

způsobem :

$$d = \frac{\sqrt[4]{\frac{Z \cdot \sqrt{t_{ex}}}{\rho_v}}}{\sqrt{Z}} \quad [mm] \quad (122)$$

O vzorci (120) poznamenává Žurek [51] , že dává nejshodnější výsledky se změřenými hodnotami.

III. skupina :

Tato skupina vztahů zahrnuje vliv tahového napětí či prodloužení na průměr příze. Zpravidla se vychází ze srovnání s průměrem příze tahem nezatižené.

Barella - viz cit. [29] pro česané příze :

$$d_f = d_0 - K \sqrt{f} \quad [mm] \quad (123)$$

kde d_f ... průměr příze při napětí f [p]

d_0 ... průměr příze bez napětí [mm]

f ... napětí [p]

K ... konstanta (pro česané příze $K \approx 0,0045$)

Tabelárně uvádí výsledky vlivu protažení přízí z nekonečných vláken na průměr příze Hearle [3, str.252] s těmito závěry :

- 1) Při protažení příze klesá objem příze s rostoucím protažením; pokles se zmiňuje při protažení blízkém tažnosti při přetrhu.
- 2) Poměr relativní změny průměru příze ku relativnímu prodloužení je obvykle větší než hodnota 0,5 jak je obvykle předpokládáno pro malé deformace. Obecně tedy neplatí předpoklad o deformaci protažením při zachování konstantního objemu.

Někteří autoři zachycují vliv napětí na průměr příze pouze graficky:

Selivanov [30] se zabývá bavlněnými mnohonásobně skanými přízemi při zatížení až do 90 % pevnosti nití při přetrhu. Dochází k závěru, že při těchto zatíženích se měrná hmotnost příze zvětšuje až dvakrát vzhledem ke stavu bez zatížení.

Hearle a Merchant [32] po grafickém vyjádření změny průměru staplové polyamidové příze v závislosti na napětí stanoví :

Průměr klesá se zvyšujícím se napětím příze :

- 1) prakticky lineárně u ostře a středně kroucených přízí
- 2) velmi značně u měkce točené příze

Rice [52] - uvádí vzorec, který respektuje i Žurek [51] :

$$d_f = d_o \left(1,13 - \frac{0,0265}{tg\beta} - 0,12 \sqrt[4]{E} \right) [mm] \quad (124)$$

kde

$$tg\beta = \pi d_o Z = \frac{0,112 \frac{m}{d_{1/2}}}{\sqrt{\rho_p}}$$

ε ... poměrné prodloužení příze [%]

IV. skupina :

Zde zařadíme vztahy pro výpočet průměru příze odvozené z rovnice (92), kdy však měrná hmotnost příze ρ_p není uvažována jako konstantní pro daný druh příze (v opačném případě tyto vztahy rezultují na výsledky analogické vztahům ze skupiny I.).

Toto zpřesnění výpočetního vztahu je třeba obecně chápat tak, že měrná hmotnost přízí daného druhu je funkcí jak jemnosti příze, tak i zákrutu příze, event. i složení směsi (u směsových přízí).

Přechod k tomuto pojetí, které lze nazvat v rámci teorie struktury příze obecným, je možné spatřovat v empirickém tvaru uvedených rovnic Afončikova, Budnikova, Fejmana a SVÚT - viz skupina II., kde není průměr příze vyjádřen pouze funkcí druhé odmocniny z jemnosti příze, nýbrž složitější funkcí.

Pozn.: Všechny vzorce pro průměr příze, ve kterých je závislost vyjádřena pouze druhou odmocninou z jemnosti příze svědčí o předpokladu konstantní měrné hmotnosti pro všechny příze daného druhu.

Poměrně jednoduchý pohled na měrnou hmotnost přízi podal r.1950 Barella [59], který uvažoval pouze vliv zákrutu :

Měrná hmotnost pro přízi bavlněnou :

$$\rho_p = 560 + 2,8 \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} [kg \cdot m^{-3}] \quad (125)$$

česanou přízi vlněnou :

$$\rho_p = 580 + 2,5 \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} [kg \cdot m^{-3}] \quad (126)$$

mykanou přízi vlněnou :

$$\rho_p = 470 + 2,8 \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} [kg \cdot m^{-3}] \quad (127)$$

viskózové hedvábí :

$$\rho_p = 600 + 2,7 \alpha_{\frac{1}{2}}^{T_m} [kg \cdot m^{-3}] \quad (128)$$

Tyto rovnice lze označit za poměrně hrubé přiblížení skutečnosti. Odpovídají rovnicím II.skupiny.

Měrnou hmotností příze ve vztahu k jemnosti příze se např. zabývá Meňšikova [31], která vychází z rovnice (92) a stanoví hodnoty měrné hmotnosti příze ρ_p pro různé druhy přízi různých jemností. Konstatuje, že měrná

hmotnost bavlněných přízí se pohybuje v širokém rozsahu jemností ($84 \div 12$) tex v rozmezí ($530 \div 730$) $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$, zatímco v literatuře se uváděla obvykle hodnota ($800 \div 900$) $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$. Na základě měření pak dospívá k vyjádření hyperbolické závislosti průměru příze a čm příze :

$$d = \frac{a}{cm} + b = A \cdot tex + b \quad (129)$$

Pro měrnou hmotnost příze pak navrhuje typ rovnice

$$\rho_p = \frac{cm}{C + f \cdot cm} = \frac{1000^2}{C tex + F tex} \quad (130)$$

kde $a, b, C, f, A, F \dots$ konstanty

konkrétně pro bavlněnou přízi :

$$d = 0,00482 tex + 0,092 \text{ [mm]} \quad (131)$$

$$\rho_p = \frac{1000^2}{13 tex + 1130} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (132)$$

I proti tomuto postupu a jemu podobným však nutno vznést námitky, protože je jednak zcela zanedbán vliv zákrutu na průměr příze, jednak studie zhodnocuje pouze výsledky experimentálních prací bez vytvoření teoretického modelu.

Komarov [33] doporučuje pro lněné příze následující rovnici pro výpočet měrné hmotnosti příze :

$$\rho_p = a - \frac{b \cdot 10^3}{\frac{31,62}{\sqrt{tex}} \left(\frac{cm}{100} - 0,06 \right)} \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (133)$$

kde $a = 1,23$, $b = 0,76 \dots$ pro lněné mokropředané příze

$a = 1,21$, $b = 0,93 \dots$ pro lněné suchopředané příze

na základě předchozí rovnice pak stanoví průměr příze :

$$d = \frac{113 \cdot 10^{-3}}{\left(a - \frac{b}{\frac{1000}{\sqrt{tex_{jm}}} \left(\frac{cm}{100} - 0,06 \right)} \right) \frac{1}{tex_{sk}}} \text{ [mm]} \quad (134)$$

kde tex_{jm} ... jmenovitá jemnost

tex_{sk} ... skutečná jemnost

Pro výpočty průměru příze v běžné praxi se dle Komarově může užívat rovnice (93) :

$$d = \frac{C \sqrt{\text{tex}}}{31,62} \quad [\text{mm}]$$

kde C ... konstanta závislá na jemnosti příze:

jemnost lněné

mokropředené

C

příze /tex/

133	1,2
105	1,168
69	1,12
62,5	1,11
55,5	1,105
50	1,1
41,7	1,09

Pro potřeby konstrukce tkanin je důležitý poznatek, který vyplynul z výsledků experimentálních prací Komarova, týkající se průměru lněných přízí před a po chemickém zpracování, tj. bělení. Přestože dochází ke snížení lineární hmotnosti příze i měrné hmotnosti příze, příčný řez a průměr příze nemění svou velikost.

Salaba [34] tento poznatek potvrzuje u přízí lněných, resp. koudelových, neplatí ovšem pro směsové příze polyester/len. Průměr těchto přízí se bělením zvětšuje.

Pro daný případ byl zjištěn přírůstek 10,5 % na průměru vzhledem k rezné přízi. U suchopředených přízí byla nalezena odlišná relace. Na bázi rezných přízí je průměr suchopředených přízí cca o 8 % větší jak u lenek, avšak u púlbílených přízí pouze v průměru o 0,25 %.

Z řady studií dalších autorů je možno upozornit na výsledky Hearlea, El-Beheryho a Thakura, kteří tabelárně vyjádřili závislost měrného objemu a koeficientu zaplnění na zákrutu pro nekonečné hedvábí - viz tab.č.2.

Pro shodnou jemnost stoupá koeficient zaplnění k_z např. z hodnoty 0,4 na 0,73 pro viskóзовé hedvábí 11/40 tex pro velmi široký rozsah zákrutů. [35]

Pojednejme nyní o výhodách plynoucích ze zavedení koeficientu zaplnění k_z .

Značnou nevýhodou měrné hmotnosti příze ρ_p je její závislost na měrné hmotnosti použitého vlákna ρ_v ; na bázi měrné hmotnosti příze nelze tudíž srovnávat dvě příze vyrobené z odlišných surovin.

Výhodou koeficientu zaplnění k_z zavedeného rovnicí (20)

$$k_z = \frac{\rho_p}{\rho_v}$$

je právě možnost srovnání na této bázi. Využívají toho např. autoři publikací [2], [34], [35], [36], [37], [38].

Raes a Singh [38] v teoretické části své studie o sledování vlivu zákrutu na měrnou hmotnost přízí vychází z rovnic (23) a (26). Dospívají nejprve k vyjádření obvyklého zákrutového koeficientu za předpokladu konstantní měrné hmotnosti příze, tj. kdy úhel kroucení periferních vláken na přízi je proporcionální zákrutovému koeficientu $\alpha_{1/2}$

$$\alpha_{1/2}^{rt} = Z \sqrt{tex} \quad (14)$$

Tab.č. 2

příze	zákrutový koeficient $\alpha_{\eta z}^{T^2}$ [tex ² m ⁻¹]	měrný objem ρ_p [10 ⁻³ kg.m ⁻³]	koeficient zaplnění k_z
11 tex/ 40 vláken VS hedvábí	390	1,67	0,40
	1450	1,21	0,54
	2950	1,11	0,59
	4270	1,01	0,65
	6990	0,94	0,70
	10210	0,90	0,73
11 tex/ 28 vláken acetát. hedvábí	180	2,10	0,36
	1560	1,20	0,63
	2760	1,12	0,68
	4130	1,12	0,68
	6960	1,01	0,76
	10190	0,96	0,89
11 tex/ 34 vláken PAD hedvábí / Nylon /	100	3,12	0,25
	1680	1,35	0,65
	2610	1,20	0,73
	3700	1,23	0,72
	6270	1,15	0,76
	9750	0,99	0,89
11 tex/ 48 vláken PES hedvábí / Terylen /	50	2,65	0,27
	1360	1,16	0,63
	2760	1,05	0,69
	4250	1,03	0,70
	5790	0,98	0,74
	8290	0,97	0,75
	11390	0,97	0,75

Pro skutečnost, kdy je odlišná měrná hmotnost příze pro různé druhy přediv i jejich směsí, doporučují Raes a Singh použití rovnice :

$$\alpha_{1/2 SK}^{rt} = Z \sqrt{tex} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho_p}} \quad (135); \quad \alpha_{1/2 SK}^{rt} = \frac{Z \sqrt{tex}}{\sqrt{\rho_v \cdot k_z}} \quad (136)$$

kde $\alpha_{1/2 SK}^{rt}$... "skutečný" zákrutový koeficient

Protože však je obvykle velmi nesnadné určit měrnou hmotnost příze, navrhla ISO uvažovat zaplnění průřezu příze konstantní pro všechny druhy přízí. V rovnici (135) je tedy pro tento případ zaměněna měrná hmotnost příze ρ_p měrnou hmotností vlákna ρ_v , takže navrhovaný koeficient zákrutu dle ISO :

$$\alpha_{1/2 ISO}^{rt} = \frac{Z \sqrt{tex}}{\sqrt{\rho_v}} \quad (137)$$

Použití této rovnice je omezené vzhledem k tomu, že pro obvyklý rozsah zákrutů a pro odlišná přediva ve skutečnosti nacházíme koeficient zaplnění značně rozdílný. Raes a Singh toto dokazují experimentální částí své studie, kdy zjišťují pro stejnou jemnost vybraných přízí a stejný zákrutový koeficient $\alpha_{1/2}^{rt}$ (dle rovnice (14)): nejvyšší koeficient zaplnění u PES přízí, nižší u směsí PES/ba, resp. PES/VS, ještě nižší pro česanou bavlnu a nejnižší koeficient zaplnění pro mykanou bavlnu. (Tab.3.)

Znamená to, že bavlněné příze vykazují větší průměr příze než příze z PESs. Znamená to také dále, že úhel zakroucení periferních vláken je vyšší u bavlněné příze než u PESs příze, což potvrzují autoři vypočtením hodnot zákrutového koeficientu (z rovnice (135)).

Pro shodné hodnoty $\alpha_{1/2}^{rt} = 2880$ (z rov.(14)) a shodný počet zákrutů/m se obdrží $\alpha_{1/2 SK}^{rt}$ (z rov.(135)) pro bavlnu mykanou ... 4400, pro PES přízi ... 3670. Viz tab. 4.

Tab.: 3 Raes a Singh : hodnoty měrné hmotnosti a koeficientu zaplnění
přízí různých druhů pro různé zákruty.

P.č.	Surovina	délka vlákna / mm /	měrná hmotnost příze ρ_p / kg/m ³ / při úrovních zákrutu			koef. zaplnění k_z při úrovních zákrutu		
			A	B	C	A	B	C
1	PESs	40	615	737	740	0,445	0,534	0,537
2	PESs 67%	40	561	692	699	0,384	0,474	0,429
	ba Peru 33%	36 - 40						
3	PESs 65%	40	562	702	696	0,385	0,480	0,477
	VSS 35%	60						
4	VSS	40	595	736	727	0,397	0,491	0,485
5	PESs 65%	40	608	714	740	0,416	0,489	0,507
	VSS 35%	40						
6	bavlna	36 - 40	455	608	635	0,303	0,405	0,423
	česaná							
7	bavlna	36 - 40	429	562	591	0,276	0,375	0,394
	mykaná							

Tab. : 4 Raes a Singh : hodnoty zákrutových koeficientů vypočtených
z rovnic (14), (135), (137)

P.č.	Tt z rovnice $\alpha_{1/2}$ (14)			Tt z rovnice $\alpha_{1/2}$ skutečný " (135)			Tt dle ISO $\alpha_{1/2}$ z rovnice (137)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	2880	3840	4800	3670	4470	5580	2450	3260	4080
2	2880	3840	4800	3840	4610	5740	2380	3170	3970
3	2880	3840	4800	3840	4580	5740	2380	3170	3970
4	2880	3840	4800	3730	4470	5620	2350	3130	3910
5	2880	3840	4800	3690	4540	5580	2380	3170	3970
6	2880	3840	4800	4270	4920	6200	2350	3230	3910
7	2880	3840	4800	4400	5120	6240	2350	3170	3910

I přes to, že zkoumaná PESs příze má "skutečný" koeficient zákrutu (dle rovnice (135)) menší než bavlněná příze, byl u ní nalezen vyšší koeficient zaplnění.

Závěrem Raes a Singh konstatují, že ani "skutečný" zákrutový koeficient nemůže být kritériem měrné hmotnosti příze při srovnání různých druhů přízí.

Práce Raese a Singha [38] potvrzuje výsledky prací provedených v SVÚT Liberec. Ve studii [2] byl rovněž nalezen zpřesněný zákrutový koeficient, který teoreticky vychází v podstatě ze vztahu (135) - viz pravá strana vzorce (27) v závorce. Vztah (135) ovšem neřeší výpočet zákrutového koeficientu obecně, protože měrná hmotnost příze nebývá a priori známa (např. jako analytický tvar v závislosti na jemnosti a zákrutu příze).

Tento nedostatek je řešen - pro několik základních druhů přízí i experimentálně - v této dizertační práci. Na základě experimentálních prací, které zahrnují dostatečný počet reprezentativních vzorků přízí pro každý druh, byl pro jednotlivé druhy přízí odvozen zpřesněný zákrutový koeficient, který je výsledkem kombinace teoretické analýzy a zhodnocení experimentálních výsledků.

Postupem uvedeným v oddíle 1.1.6 "Diskuze o významu a uplatnění zpřesněného zákrutového koeficientu ..."

až d) "Souvislost průměru příze a zpřesněného koeficientu zákrutu" byl nalezen výsledný vztah pro výpočet průměru příze obecného tvaru : (45)

$$d = \frac{C_d \cdot t_{ex}^2}{d_f^K} \quad (45)$$

Vztah (45) zahrnuje vliv zákrutu a jemnosti příze, nezahrnuje vliv napětí příze, což v dosavadních pracích aspiranta nebylo předmětem řešení.

Vyšetřeme nyní detailní analýzou rovnice (45) její význam, stupeň zobecnění a použitelnost pro výpočet průměru

příze.

Rovnice (45) je výsledným vztahem, který byl odvozen úpravou vztahů (20) a (25) :

$$d = \sqrt{\frac{4 \text{ tex}}{10^6 \pi \rho_v \cdot k_z}} = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3}}{\text{tex}^{-1/2} \cdot k_z^{1/2} \cdot \rho_v^{1/2}} \quad [m]$$

což je tvar odvozený způsobem ryze teoretickým.

Uplatněním podmínky pro existenci zpřesněného zákrutového koeficientu α_z (zavedeným tak, že při $\alpha_z = \text{konst.}$, je i sklon periferních vláken konstantní pro příze odlišných jemností), kterou vyjadřuje rovnice (30) :

$$k_z = \text{tex}^{1-2\gamma} \cdot f(\alpha_z^{Tt})$$

a dále zavedením regresní funkce obecného mocninného tvaru :

$$f(\alpha_z^{Tt}) = a \cdot (\alpha_z^{Tt})^{b+2} \quad (33)$$

kde a , b jsou konstanty odvozené z experimentálních dat, lze psát sloučením rovnic (20), (25), (30) a (33) rozepsaný tvar rovnice (42) :

$$d = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3}}{\text{tex}^{-1/2} \rho_v^{1/2} [\text{tex}^{1-2\gamma} \cdot a (\alpha_z^{Tt})^{b+2}]^{1/2}} \quad [m] \quad (42a)$$

po úpravě :

$$d = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3}}{\text{tex}^{\gamma} \rho_v^{1/2} a^{1/2} (\alpha_z^{Tt})^{b/2+1}} \quad [m] \quad (42b)$$

po zavedení souhrnných konstant C_d a K dle rovnic (43) a (46) :

$$C_d = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3}}{\rho_v^{1/2} \cdot a^{1/2}} \quad (43); \quad K = \frac{b}{2} + 1 \quad (46)$$

plyne rovnice (45)

$$d = \frac{C_d \cdot \text{tex}^{\gamma}}{(\alpha_z^{Tt})^K} \quad [m] \quad (45)$$

Z rozepsaného tvaru rovnice (42b) vyplývá, že průměr příze je závislý na měrné hmotnosti použitého předuva ρ_v , jemnosti příze T_t [tex], zákrutovém koeficientu α_g a konstantách a , b . Je třeba se blíže zmínit o fyzikálním smyslu konstant a , b . Navržená rovnice (33) umožní řešení rovnice (30) pro stanovení funkční závislosti koeficientu zaplnění k_z , jemnosti příze [tex] a zpřesněného zákrutového koeficientu α_g :

$$k_z = tex^{1-2g} \cdot a (\alpha_g^{74})^{b+2} \quad (41)$$

Konstanty a , b je nutno obecně stanovit vždy pro soubor přízí shodného surovinového složení a shodné technologie výroby. Jen tehdy je oprávněn předpoklad pro dobrou shodu vypočtených hodnot koeficientu zaplnění z aproximativní regresní rovnice (41) se skutečnými hodnotami koeficientu zaplnění vyplývajících z měření průměru příze. Hodnoty konstant a , b jsou tedy závislé na použitém materiálu a jeho vlastnostech a použité technologii výroby příze. Při podstatné změně předuva či technologie výroby je nutné předpokládat i změnu hodnot konstant a , b . (Konkrétní příklady viz experimentální část,)

Obdobně se lze vyjádřit o souhrnné konstantě C_d , která je funkcí měrné hmotnosti předuva a konstanty a - a konstantě $K = \frac{b}{2} + 1$.

Stupeň zobecnění a použitelnost rovnice (45) pro výpočet průměru příze je dán v konkrétním případě možností variace a nalezení optimálních konstant a , b a kvocientu g zákrutového koeficientu α_g . Variací těchto tří konstant pomocí vhodných optimalizačních metod lze stanovit rovnici (41) a (45) pro daný druh příze. Shodu vypočtených hodnot průměrů příze se změřenými lze charakterizovat např. korelačním koeficientem (u stejnoměr-

ných přízí dosahuje i hodnot vyšších jak 0,99) nebo názorněji např. vyjádřením absolutních i relativních odchylek (pro PESs/ba česané příze nepřesahuje odchylka vypočtené hodnoty průměru od změřené $\pm 0,005$ mm, resp. $\pm 2,5$ %). Takový výsledek je nutné dle dosavadních zkušeností označit za velmi dobrou shodu.

Pro splnění i poměrně náročných požadavků na přesnost vypočítávaných hodnot průměrů příze lze doporučit vypracování vzorců reprezentujících každý druh přízí : např. vzorec pro bavlněné příze mykané, resp. bavlněné příze česané, resp. příze lenky, koudelky atd.

Uvnitř těchto druhů přízí lze prakticky docílit ještě větší přesnosti vzorce s přihlédnutím k další specifikaci příze, t.j. vzorce stanoveného ze souboru přízí - např. bavlněná příze mykaná předená ze přástu, resp. z pramene atd.

Ve Státním výzkumném ústavu textilním Liberec se osvědčilo používání vzorců reprezentujících konkrétní druh příze.

Pro bavlněnou přízi mykanou dopřádanou na prstencovém stroji je vypočítáván průměr příze dle rovnice

$$d = \frac{0,28765 \cdot tex^{0,60007}}{(\alpha_{2/3}^{74})^{0,25727}} \cdot 10^{-3} \quad [m] \quad (138)$$

s dostatečnou přesností v rozsahu $(50 \div 15)tex$ a

$$\alpha_{2/3}^{74} = (4200 \div 8000), \text{ t.j. } (a_m) = (42 \div 80).$$

Maximální zjištěná odchylka u hrubších přízí ~ 50 tex nepřesahuje 0,025 mm, t.j. 8 % aritmetického průměru.

Jelikož neexistuje exaktní definice průměru příze, je zřejmé, že jakákoliv podrobnější diskuze o uvedených či jiných existujících vzorcích pro jeho výpočet musí

zahrnovat i vysvětlení, jakým experimentálním způsobem byly změřeny průměry přízí.

Z toho důvodu následuje text pojednávající o nejznámějších metodikách měření průměru přízí.

1.1.8.2 Metodika měření průměru přízí

Jak již bylo uvedeno, za "průměr" příze lze považovat průměr jistého - konvencí více či méně přesně definovaného - válce opsaného "hmotnému" tělesu příze, t.j. takovému, ve kterém je soustředěna podstatná část hmoty této příze. V laboratorní praxi bývá v podstatě usanční definiční podmínka zavedena tak, že se za průměr příze pokládá veličina naměřená stanoveným postupem pomocí daného experimentálního zařízení. Je možné konstatovat, že předchozí úvahy o vymezení pojmu "průměr" příze jsou zcela obecné a zahrnují veškeré případy v historii i v současnosti se vyskytujících experimentálních principů a metod užívaných pro zjišťování průměru příze. Následovně budou uvedeny nejdůležitější a nejužívanější metody pro zjišťování průměru příze.

I. Princip optického zjišťování

spočívá v používání běžných optických zvětšovacích zařízení, jako jsou mikroskopy, lanametry a profilprojektory. Pracovník - subjekt - odečítá na zvětšeném obrazu průmětu příze (zpravidla se užívá zvětšení $20 \div 250$) rozměr "průměru" příze. Interně je třeba v každém případě upřesnit způsob odečítání průmětu "hmotného" průřezu příze. Modifikace této metody je známa i ve zprostředkovaném využití fotografické techniky, což princip metody v podstatě nemění.

Do této kategorie lze patrně přiřadit i metody, při kterých se příze navíjí prakticky bez napětí na cívku těsně

přilehlými oviny a odečítá se příčný rozměr např. 50ti ovinů.

Jednoduché mikroskopické měření průměru příze se používá často i v poslední době. Nejobvyklejší a nejpoužívanější metodou určení průměru příze pomocí zvětšovacího zařízení je měření průmětu zvětšeného obrazu příze v rovině kolmé k příčnému řezu, t.j. podél osy příze.

Tímto způsobem pracuje např. Hearle a Merchant [32], Balakrishna Iyer a Phatarfod [40], Meňšíkova [31], Selivanov [30] a mnoho dalších.

Rovněž na pracovišti aspiranta je tato metoda používána a bylo tak zpracováno mnoho desítek tisíc měření.

Princip metody SVÚT :

Používá se profilprojektor Somet II se zvětšením 100x. Příze se ručně dle potřeby protahuje mezi 2 brzdíčkami vyvozujícím napětí cca 0,1 p/tex. Takto vyrovnaný úsek příze se promítá na stínítko. Zvětšený obraz průmětu příze se ohraničí dvěma liniemi, které jsou vedeny rovnoběžně s myšlenou osou příze (pomocí průhledných pravítek) a tvoří přibližně střední čáru každého obrysu příze v délce 200 mm obrazu příze, t.j. 2 mm délky příze. Kolmá vzdálenost takto nastavených linií je odečítána pomocí dalšího pravítka. Počet měření pro každou položku bývá stanoven 250. Výsledek je dán aritmetickým průměrem tohoto souboru. Prokládání linií je upřesněno v tom smyslu, že se nebere zřetel na odstávající vlákna z příze, nýbrž uvažuje se tzv. "hmotný", v celé proměřované délce tmavý a uzavřený profil průmětu příze. Přesto je třeba používat zapracované pracovní síly, aby se předešlo nekontrolovatelným subjektivním chybám. Způsob prokládání dvou linií obrysovým čarám příze se zdá vhodnější než původně používané přímé odečítání na

kolmici k podélné ose příze. Dociluje se totiž určitého zprůměrování na délce příze 2 mm.

Nevýhodou metod založených na odečítání pouze jednoho průmětu příze kolmého na podélnou osu je ta skutečnost, že neumožňuje proměření příze z více radiálních směrů (tzv. "kruhovitost" příze), resp. neumožňuje stanovení velikosti příčného řezu příze. Tuto nevýhodu lze obejít několika způsoby :

- metoda řezů : příze se zalévá vhodným fixujícím prostředkem, poté se získává řezáním preparát vhodný k proměření plochy průřezu ve směru osy příze na optickém zvětšovací zařízení (mikroskop).

Tato metoda je poměrně značně rozšířená. V SSSR ji pracoval prof.Kukin [41], na VŠST Liberec byla používána např. pro zjišťování rozdělení vláken v příčném řezu tvarované příze [42]. Nevýhodou při využití metody řezů je působení fixačního prostředku na přízi a tím vznik deformace průřezu příze.

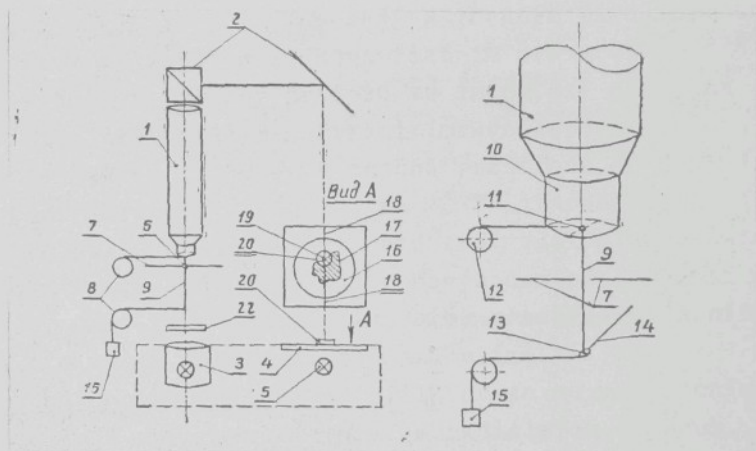
- metoda pootáčení příze : [41] příze se pootáčením kolem její osy proměří ve více radiálních směrech. Nepřesnost ovšem vzniká v důsledku neevidovaných výstupků a prohlubní na povrchu příze mezi proměřovanými průřezy.

Obě tyto metody jsou velmi pracné.

- metoda "bezřezového" měření průřezu příze : v SSSR byla vyvinuta metoda umožňující získání velikosti příčného řezu a jeho obrysu bez řezání.

Pjatnickij [43], Pjatnickij a Kiselev [44] a Šelepugin, Pjatnickij [45] postupně zdokonalují původní návrh spočívající v systému měření na zařízení : mikroskop, kreslicí přístroj a planimetr - viz obr.č. 6. Tvar a rozměr příčného řezu příze umístěné v optické ose mikroskopu se sleduje pomocí regulované hloubky

ostrosti řádově shodné s tloušťkou vlákna. Regulace hloubky ostrosti se provádí změnou numerické apertury objektivu a změnou celkového zvětšení mikroskopu. Vývoj metody usnadnil vyhodnocování velikosti plochy příčného řezu příze nahrazením jednoduchého kreslicího zařízení a planimetru poloautomatickým vyhodnocením plochy průřezu pomocí speciálního fotoelektrického zařízení a galvanometru.



Obr.č.6

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 - mikroskop | 11 - štěrбина |
| 2 - kreslicí zařízení | 12 - cívka s přízí |
| 3 - osvětlení mikroskopu | 13 - očko vodiče |
| 4 - mléčné sklo | 14 - vodič příze |
| 5 - osvětlení mléčného skla | 15 - závaží |
| 6 - diafragma | 16 - světlé pole |
| 7 - roina zaostření | průmětu diafragmy |
| 8 - podávací zařízení | 17 - průmět obrysů |
| 9 - zkoumaný úsek příze | průřezu příze |
| 10 - objímka | 18 - referenční linie |
| | na mléčném skle |
| | 19 - černý bod (planimetru) |
| | 20 - obtah.sklo planimetru |

Kromě vlastní metody měření jsou zajímavé i závěry výzkumníků [44] ke stanovení průměru příze odlišnými způsoby :

- a) metodou planimetrování celé plochy průřezu příze
- b) metodou zjišťování průměru příze z jednoho průmětu
- c) metodou výpočtu průměru příze představujícího aritmetický průměr z hodnot maximální šířky průmětu a šířky průmětu ve směru kolmém na maximální šířku.

Z výsledků vyplynulo, že ve všech případech srovnání je střední plocha průřezu příze změřeného dle způsobu ad a) menší než plocha průřezu vypočtená ze střední hodnoty jednoho průmětu ad b) za předpokladu kruhového průřezu příze. Přitom střední hodnota průměru odvozená z jednoho průmětu (ad b)) se téměř neliší od hodnoty průměru vypočteného z maximální šířky průmětu a kolmice na tuto (ad c)).

Objasnění tohoto důležitého poznatku je možné podat následujícím příkladem :

plocha elipsy sestavené na délkách os rovných d_1 a d_2 (d_1 ... maximální šířka průmětu příze, d_2 ... šířka průmětu kolmého na maximální) je vždy menší než plocha kruhu s průměrem rovným aritmetickému průměru ... $\frac{d_1 + d_2}{2}$

II. Princip fotometrického zjišťování

Kromě obvyklých fotometrických metod používajících zpravidla fotometrů přizpůsobených měření průměru příze - viz práce např. Bareilly [47], Fostera [48], Natusa [49], Kawaty a Segawy [50] - je zajímavou kombinací technika použitá van Issumem a Chamberlainem [29]:

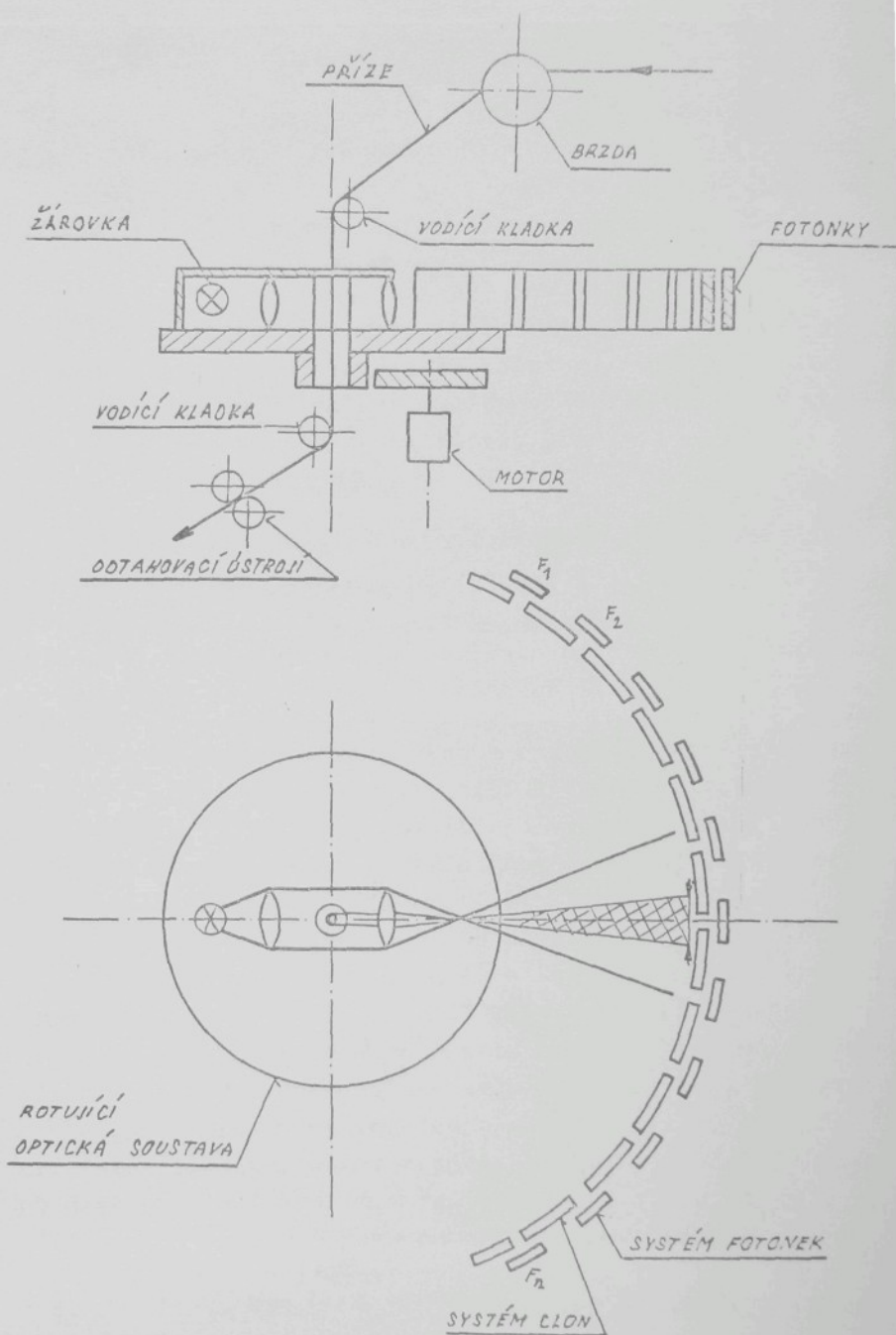
mikrofotografická kamera zachycuje prostřednictvím mikroskopu obraz pohybující se příze na fotografickou desku. Tímto způsobem je "zprůměrován" vliv volných odstávajících

cích vláken na okrajích průmětu příze. Tento "rozmazaný" a zprůměrovaný obraz příze je vyhodnocován na základě dalších upřesňujících podmínek na fotometru - usazení obrysy příze jsou dány poloviční expozicí.

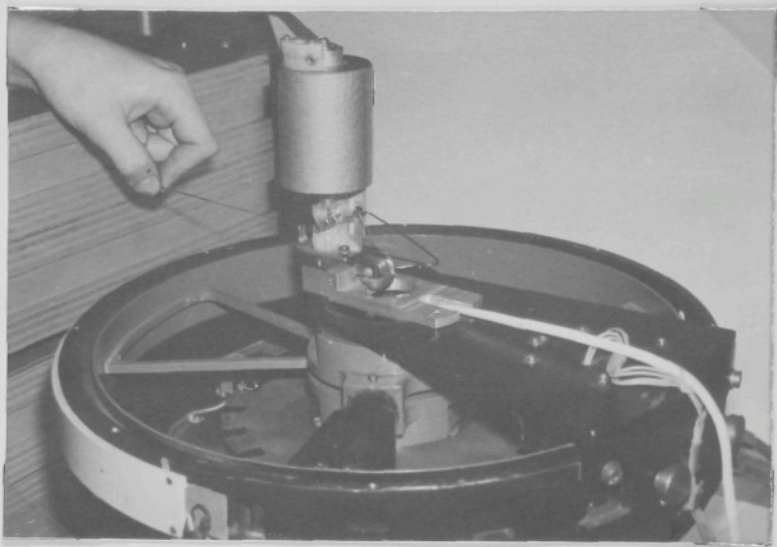
V SVÚT Liberec byl za přímé spoluúčasti aspiranta, který upřesnil základní technické podmínky, v matematicko-fyzikálním oddělení za spolupráce oddělení textilní technologie vyvinut a zkonstruován přístroj na měření průměru příze, tzv. D-metr.

Pro měření průměru příze byla zvolena metoda promítání zvětšeného obrazu (stínu) příze na fotoelektrické snímače. Vzhledem k tomu, že měření na tomto přístroji je uvedeno v experimentální části této práce, bude konstrukce přístroje D-metr popsána podrobněji: obr.7,8,9,10,11.

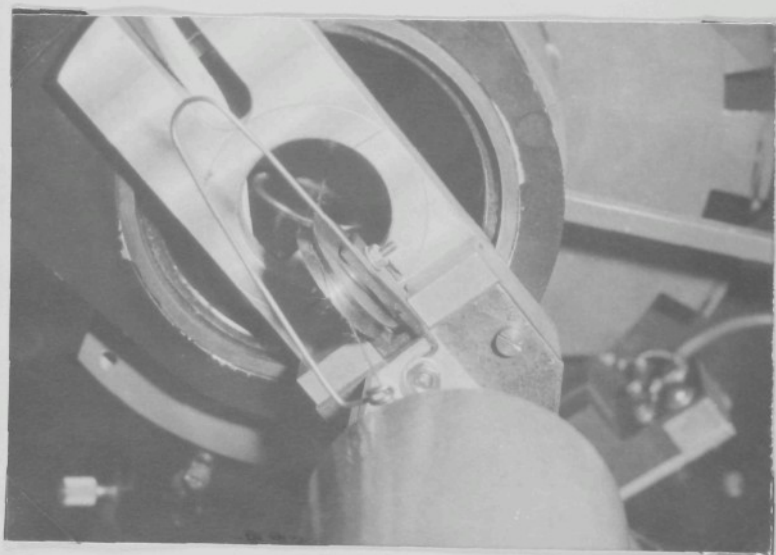
Příčný rozměr příze je zjišťován v deseti radiálních směrech. Optickou soustavou rotující kolem svislé osy příze konstantní úhlovou rychlostí je vytvářen stín, jehož velikost odpovídá rozměru příslušného meridiálního řezu příze násobenému optickým zvětšením soustavy - 20x. Rotující stín příze je promítán na štěrbinu stínítka, za kterým jsou umístěny fotonky - celkem 10 na části kružnice omezené úhlem 180° . Každá z fotonek při přechodu světelného rozhraní světlo - stín otevírá hradlo čítače, při přechodu rozhraní stín - světlo je uzavírá. Na vstup čítače jsou přiváděny impulzy s velmi stabilní frekvencí. Počet impulzů, které projdou hradlem čítače, je úměrný době otevření hradla, t.j. velikosti stínu, tedy i sledovanému příčnému rozměru příze. Elektronická vyhodnocovací jednotka zprostředkuje udání příčného rozměru příze v mikrometrech. Na tuto jednotku je možné připojit rychlotiskárnu, která vytiskne pro jeden sledovaný úsek délky příze (0,4 mm) hodnoty všech 10 průmětů příze,



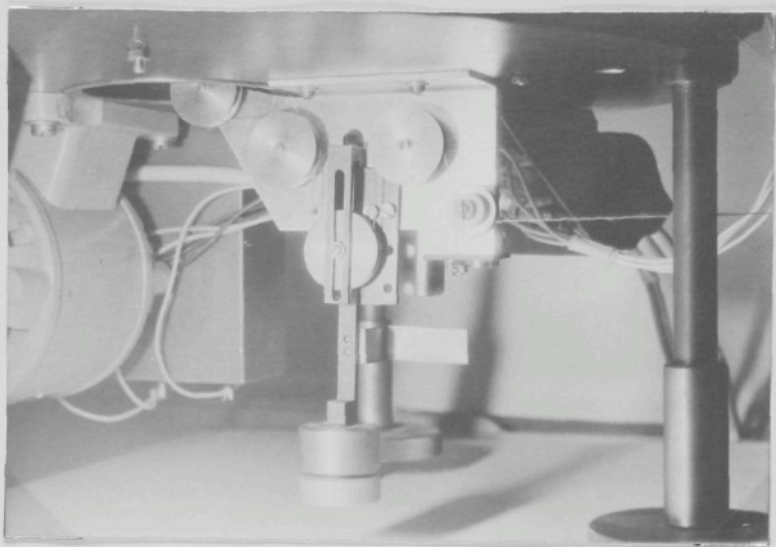
Princip měření



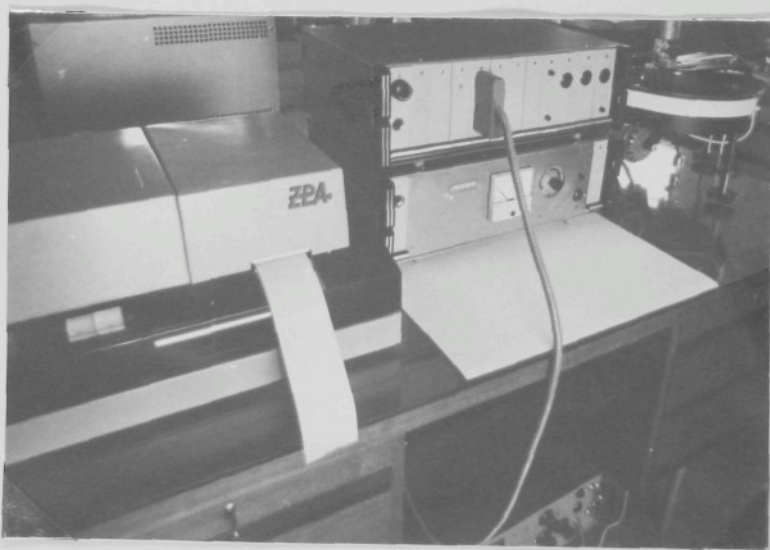
Obr.č.8 Pohled na měřicí jednotku s horní částí
napínacího a vodícího zařízení přístroje D-metr



Obr.č.9 Detail horní části vodícího a napínacího ústrojí



Obr.č.10 Detail spodní části vodícího a napínacího ústrojí přístroje D-metr



Obr.č.11 Celková sestava přístroje D-metr:
vpravo - měřicí jednotka, uprostřed dole -
řídící jednotka, uprostřed nahoře - vyhod-
nocovací jednotka, vlevo - rychlotiskárna

rovněž v mikrometrech.

Není-li potřebné sledování nekruhovitosti příze, lze odečíst na displeji umístěné na panelu vyhodnocovací jednotky aritmetický průměr z 10 průmětů, resp. i maximální a minimální hodnotu z těchto 10 průmětů. Hodnoty těchto aritmetických průměrů lze rovněž samočinně vytisknout na pásce rychlotiskárny, resp. po připojení děrovače na děrnou pásku.

Měření je zcela automatické - posuv příze měřicí jednotkou je zajištěn automatickým odtahem po každém měření.

Doba a rychlost posuvu příze je nastavitelná.

Odtahové zařízení rovněž vyvozuje předpětí příze při měření, aby bylo zajištěno vyrovnaní příze.

Vedení příze v ose otáčení optické soustavy je zajištěno pro různé průměry přízí.

Úroveň světelné pohltivosti, která odpovídá nastavení na pětí na výstupu vyhodnocovacího zesilovače, je nastavitelná. Potřebné nastavení úrovně světelné pohltivosti, t.j. úrovně, která odpovídá pro daný měřený nekонтрастní předmět určitému příčnému rozměru, bylo zjištěno během základního ověření funkce přístroje.

Technické parametry přístroje D-metr

1. Přístroj měří průmět příze v rozsahu $(0,005 \div 1,000)$ mm
2. Délka měřeného úseku příze : 0,4 mm
3. Výsledek měření je indikován na 3 desetinná místa.
Dle potřeby přístroj zaznamená (např. na pásku rychlotiskárny) hodnoty všech 10 průmětů nebo jejich aritmetický průměr. Aritmetický průměr, maximální a minimální hodnotu z 10 průmětů lze odečíst na displeji po každém měření
4. Rychlost automatického posuvu příze mezi jednotlivými měřeními lze nastavit do 50 m/min

5. Dobu posuvu příze lze volit od 2 sec po 2 sec až do 24 sec
6. Předpětí příze je nastavitelné v rozsahu $(1 \div 10)$ p
7. Teoretická rozlišovací schopnost je 0,005 mm
8. Doba jednoho měření (10 průmětů příze) : 1 sec
9. Doba nastavená pro uklidnění příze před dalším měřením : 3 sec
10. Počet měření je indikován počítadlem
11. Úroveň světelné pohltivosti je nastavitelná v rozsahu $(10 \div 60)$ % z celkového rozsahu světelných hodnot dopadajících na fotonku
12. Napájení 220 V $\pm$ 10 %
13. Spotřeba přístroje 140 VA
14. Rychlost zápisu rychlotiskárnou : 10 řádků/sec

Praktická rozlišovací schopnost fotonky odpovídá u kontrastních předmětů (např. měření kovových drátů) teoretické rozlišovací schopnosti, tj. 5 μ m. U přízí podle charakteru povrchu (chlupatosti) příze činí v průměru 10 μ m.

Během základního ověření funkce D-metru bylo nutno provést cejchování přístroje. Je to podmíněno na prvním místě tím, že se jedná o nepřímou metodu, na druhém místě pak skutečností, že pro nekontrastní předměty, tedy i příze, ovlivňuje nastavená úroveň světelné pohltivosti odečtenou hodnotu příčného rozměru.

Pro bavlňené a lněné příze bylo pomocí srovnání s výsledky měření průměru přízí na profilprojektoru stanoveno, že pro shodnost těchto výsledků je třeba nastavit úroveň světelné pohltivosti 68 %.

O možnostech využití obdobného fotometrického zařízení z Výzkumného ústavu bavlnářského, Ústí n. Orlicí - pro měření průměru, chlupatosti a geometrické nestejnomenosti přízí podává informaci Stejskal [64]. Analogovou fotometrickou metodou je analyzován pouze 1 průmět příze, avšak provádět lze (pomocí výměnné clony) i měření chlupatosti příze.

III. Fyzikálně-mechanické metody zjišťování

Mechanické metody se v současné době příliš neuplatňují. Různé konstrukce dotykových měřičů a tloušťkoměrů nejsou pro stanovení průměrů zvláště staplové příze - vhodné. Naopak se uplatňují při zjišťování příčných rozměrů příčně (radiálně) zatížených přízí.

Netradičním způsobem měření průměru příze je pneumatická metoda - při průchodu příze přes kalibrovanou clonu. Modifikací této nepřímé metody zjišťování je i použití přístroje Micronaire [65], výsledky však nejsou obzvláště přesné (odchyly cca 0,1 mm od hodnot zjištěných opticky).

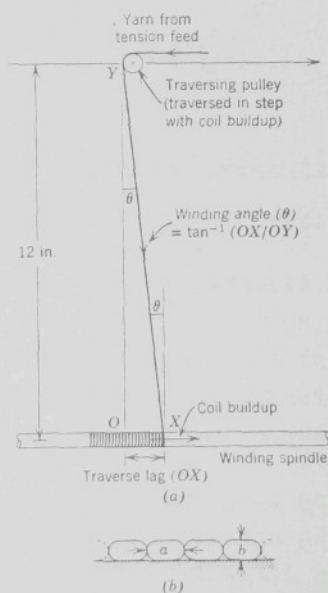
Mnoho výzkumníků se zabývalo různými aplikacemi měření objemu příze.

Vedle měření celkového objemu, resp. hmotnosti daného objemu navinuté příze na cívce, kotouči apod. [66], [67], [68], [69], které je doporučeno i pro měření objemnosti tvarovaných přízí, existuje i návrh metody Carnabyho [70] založené na zjišťování objemu příze pomocí malých kuliček vyplňujících společně s přízí prostor skleněné trubky.

1.1.8.3 Šířka příze při příčném zatížení

Kromě průměru nezatížené příze je pro potřeby konstrukčně strukturálních teorií tkanin zjišťována i šířka, resp. zploštitelnost příze při příčném zatížení.

Metodu navíjení příze v těsných ovinech vedle sebe na cívku pod určeným napětím a poté měření os zploštělého průřezu příze navrhl r.1959 Hamilton [46] - viz obr.č.12. V současné době je využívána a doporučována např. Ellisem [56] .



Obr.č.12

V SVÚT Liberec je již řadu let používána metoda měření šířky zatížené nezatkané příze pomocí profilprojektoru SOMET II (zvětšení 100x). Zatěžování přízí se provádí bez ohledu na jemnost příze stále stejným zatížením - 1000 p na délce 76 mm. Zatížení se vyvozuje pomocí dvou závaží spočívajících na podložním mikroskopickém sklíčku.

Z výzkumných zpráv [27] a [71] vyplývá, že zvolený způsob zatěžování koresponduje se skutečnými poměry v bavlnářské tkanině.

Relativní rozšíření bavlněné příze zatížením :

$$\Delta a_d = \frac{a_d - d}{d} \cdot 100 [\%] \quad (139)$$

kde a_d ... šířka zatížené příze (laboratorně)

d ... průměr nezatížené příze

bylo zjištěno pro všechny jemnosti konstantní :

$\Delta a_d \approx 10 \%$. V rezné tkanině pak činí relativní rozšíření cca 15 %, t.j. pro přepočet laboratorního rozšíření na rozšíření příze v rezné tkanině platí jednoduchý konstantní přepočítávací koeficient 1,5.

Pro lnářské a další tkaniny jsou geometrické poměry laboratorně zatížených nezatkaných přízí a zatkaných přízí v rezné tkanině značně složitější - viz např. Salaba [34] .

1.1.8.4 Tloušťka příze při příčném zatížení

Vedle šířky zploštěné příze nachází obdobné uplatnění i tloušťka příze při příčném zatížení.

Pro měření tloušťky příze jsou vhodné mechanické tloušťkoměry, např. typu Schopper či Kovostav - typ 1811, vybavené úchylkoměrem (např. ADAST s dělením po 0,01 mm). V SVÚT se používá kombinace Kovostav-ADAST přes nevýhodu, která spočívá v tom, že není možné měnit přítlak. Při průměru kruhových přítlačných destiček 10 mm a celkovém přítlaku cca 100 p, odpovídá měrný tlak 10 p/1 mm délky příze.

Tloušťkou a stlačitelností česaných přízí se zabývají Onions, Oxtoby a Townend [72], kteří používají speciálně pro tyto účely konstruovaný přístroj. Zjišťují závislost tloušťky příze na příčném zatížení, kterou lze popsat rovnicí obecného tvaru :

$$\log t = t_0 - k \cdot \log f_r \quad (140)$$

kde t ... tloušťka příze zatížená
 t_0 ... tloušťka příze nezatížená
 f_r ... příčné zatížení na délkovou jednotku příze
 k ... konstanta

1.2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST - GEOMETRIE JEDNODUCHÉ PŘÍZE

1.2.1 Cíl experimentální práce

V části 1.1 je zpracován jednotnou formou přehled základních teoretických analýz na bázi teoretických modelů a předpokladů, odvozeny obecné vztahy pro výpočet základních geometrických znaků, které lze využít jen ve spojitosti s experimentálně získanými hodnotami. Pro úplnost a možnost srovnání je uveden soubor nejdůležitějších doporučených empirických a experimentálně získaných vzorců - především pro výpočet seskání a průměru příze.

Cílem experimentálních prací je konkrétní využití odvozených obecných vztahů, prokázání možnosti a oprávněnosti jejich používání ve vztahu k experimentální a výpočetní praxi, event. srovnání výsledků se známými teoretickými a empirickými vztahy.

Ve značně zúženém smyslu je možno tuto část považovat za experimentální studii příčných rozměrů příze, v širších souvislostech však za řešení základních geometrických znaků přízí.

Široký okruh možností použití je pro účely této práce omezen zásadně na staplové příze - jakožto experimentální materiál.

Z hlediska významu a uplatnění v textilním průmyslu ČSSR byla prováděna experimentální studie pro oblast bavlnářských a lnářských přízí.

S odvoláním na odd. 1.0, kde jsou naznačeny zásady postupného budování systému projektování vlastností přízí s přihlédnutím na podmínky Státního výzkumného ústavu textilního v Liberci je akceptována metodika experimen-

tální práce spočívající na výzkumu přízí vyrobených z jednotné suroviny a jednotnou technologií. Z tohoto hlediska byly zpracovány především bavlnářské příze.

Zkoumané lnářské příze zahrnovaly poloprovozní a průmyslově vyrobené příze.

1.2.2 Bavlnářské příze

V oblasti bavlnářských přízí zahrnuje experimentální studie :

- 1) bavlněné příze mykané předené z přástu i z pramene - poloprovozní výroby a průmyslově vyrobené příze
- 2) bavlněné příze česané - průmyslově vyrobené
- 3) směšové příze PES/ba - v rozsahu od 100% PES do 100% ba čes.

1.2.2.1 Bavlněné příze mykané

1.2.2.1.1 Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí předených z pramene

Z jednotného přediva - sovětské bavlny surovinové skupiny A I, třídy I 50%/II 50% - byly vyrobeny příze jemnosti :

100 tex

52 tex

34 tex

23 tex

17 tex

se zákrutovým koeficientem $\alpha_{2/3}^{rt} = (4200 \div 7500)$ t.j.
 $a_m = (42 \div 75)$.

Výsledky zkoušení suroviny, stručný popis technologie výroby přízí a výsledky zkoušení přízí jsou uvedeny v příloze I. (tab. P 1, P 2, P 3).

Vyjádření vztahů pro základní geometrické vztahy :

Pro stanovení zpřesněného zákrutového koeficientu $\underline{\alpha}_z$ - (viz část 1.1.4.1) je třeba řešit rovnici (35) pro známé změřené veličiny : zákrut $\underline{Z}$, jemnost (tex) a koeficient zaplnění $\underline{k}_z$. Koeficient zaplnění průřezu příze $\underline{k}_z$ je vypočten (pomocí změřeného průměru příze $\underline{d}$ a jemnosti(tex)) ze sloučení rovnic (20) a (25) :

$$\underline{\alpha} = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3}}{\text{tex}^{1/2} \cdot K_z^{1/2} \cdot \varphi_v^{1/2}} [m] \quad (\text{E } 1)$$

Jestliže měrnou hmotnost bavlněného vlákna uvažujeme $\varphi_v = 1500 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$, je vypočten koeficient zaplnění z rovnice (E 1) následovně :

$$K_z = \frac{(1,1284 \cdot 10^{-3})^2 \text{tex}}{\varphi_v \cdot \underline{d}^2} = \frac{0,8489 \cdot 10^{-9} \text{tex}}{\underline{d}^2} \quad (\text{E } 2)$$

Tento vztah lze použít pouze při znalosti průměrů bavlněných přízí.

V rovnici (35) :

$$\frac{K_z}{Z^2 \cdot \text{tex}} = a (Z \cdot \text{tex}^q)^b \quad (\text{E } 3)$$

kterou je nutno řešit, jsou známé veličiny $\underline{k}_z$, $\underline{Z}$, $\underline{\text{tex}}$ a neznámé konstanty $\underline{a}$, $\underline{b}$, $\underline{q}$.

Rovnici (E 3) lze zjednodušit úpravou :

$$K_z = a \cdot Z^{2+b} \cdot \text{tex}^{1+qb} = a \cdot Z^x \cdot \text{tex}^y \quad (\text{E } 4)$$

kde $x = 2 + b$ (E 4a)

$y = 1 + q \cdot b$ (E 4b)

Tuto rovnici lze s výhodou řešit různými optimalizačními metodami na samočinném počítači. Bylo prověřeno několik způsobů. Kromě původně používané metody (viz část 1.1.4.1), která využívala pro odhad regresních konstant a , b , q , testace pomocí korelačního koeficientu, byla uplatněna s úspěchem - nederivační optimalizační metoda při využití samočinného počítače Hewlett Packard 9810. Byl zvolen algoritmus konfigurací podle Wildeho [61], [62], který se s výhodou používá pro účely nelineární regrese [62]. Pro první odhad bylo jako cílová funkce zvoleno kritérium nejmenších čtverců odchylek. Pro zpřesnění popisu experimentálních bodů bylo dále použito dle potřeby i kritéria součtu absolutních či procentuálních hodnot lineárních odchylek. Toto kritérium pro daný soubor experimentálních dat odpovídalo nejvhodněji pro zvolený způsob hodnocení odchylek regresních a změřených hodnot.

Při hodnocení souboru experimentálních a vypočítaných dat k_z , Z a tex všech 22 položek přízí předených z pramene bylo zjištěno, že pro velmi hrubé bavlněné příze (100 tex), není schopna navržená regresní funkce mocninného typu (B1) zajistit požadovanou přesnost (odchylka vypočteného a změřeného průměru příze činila 0,03 mm). Společně se zjištěním, že odvozený výsledný vztah pro výpočet průměru příze nelze doporučit bez příslušné korekce pro výpočet průměru přástů, bylo nutné učinit tento závěr :

- 1) Protože navržená regresní rovnice zásadně svým typem odpovídá velmi dobře pro výpočet průměru příze v rozsahu jemnosti (52 až 5) tex - viz česané příze, je výhodné ji používat pro tento poměrně široký rozsah.
- 2) Pro velmi hrubé příze $\sim tex > 52$ a přásty se doporučuje provést výpočet průměru příze při využití téže rovnice, avšak včetně dodatečného korekčního (aditivního) členu.

Pro 20 položek přízí ze souboru - jemnosti ($52 \div 17$) tex a zákrutového koeficientu $\alpha_{2/3}^{rt} = (4200 \div 7500)$ - bylo optimalizační metodou dle Wildeho na počítači HP 9810 zjištěno :

$$\begin{aligned} a &= 0,003608 & a &= 0,003608 \\ x &= 0,606851 & \text{z toho plyne :} & b = -1,393159 \\ y &= 0,277859 & & q = 0,518352 \end{aligned}$$

$$\alpha_q = \alpha_{0,5183}$$

Po dosazení do rovnice (E 4) plyne pro koeficient zaplnění průřezu příze $K_z = f(\text{tex}, Z)$:

$$K_z = 0,003608 \cdot Z^{0,60685} \cdot \text{tex}^{0,27786} \quad (\text{E } 5)$$

Rovnice pro průměr příze $d = f(\text{tex}, Z)$ plyne dosazením rovnice (E 5) do rovnice (E 1), resp. (E 2) :

$$\alpha = \frac{1,1284 \cdot 10^{-3} \cdot \text{tex}^{0,5}}{(1500 \cdot 0,003608 \cdot Z^{0,60685} \cdot \text{tex}^{0,27786})^{1/2}} = \frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,36107}}{Z^{0,30343} \cdot 10^{-3}} [m] \quad (\text{E } 6)$$

Rovnice pro průměr $d = f(\text{tex}, \alpha_{0,518}^{rt})$ pak plyne z (E 6) dosazením vztahu :

$$Z = \alpha_{2/3}^{rt} \cdot \text{tex}^{-2/3} = 100 \cdot \alpha_{2/3}^{tm} \cdot \text{tex}^{-2/3} = \alpha_{0,518}^{rt} \cdot \text{tex}^{-0,518} [m^2] \quad (\text{E } 7)$$

$$\alpha = \frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,36107} \cdot 10^{-3}}{(\alpha_{0,518}^{rt})^{0,30343} \cdot \text{tex}^{(-0,5183) \cdot 0,30343}} = \frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,5183}}{(\alpha_{0,518}^{rt})^{0,30343} \cdot 10^{-3}} [m] \quad (\text{E } 8)$$

Exponent u jemnosti příze (tex) je totožný s kvocientem, na kterém je definován zákrutový koeficient $\alpha_{0,5183}^{rt}$

Rovnice pro průměr příze $d = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{\text{rt}})$ vyplývá obdobně ze závislosti odvozené z rovnice (E 7) :

$$\alpha_{0,5183}^{\text{rt}} = \alpha_{2/3}^{\text{rt}} \cdot \text{tex}^{-0,1483} \quad (\text{E } 9)$$

$$\begin{aligned} d &= \frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,5183} \cdot 10^{-3}}{(\alpha_{2/3}^{\text{rt}})^{0,30343} \cdot \text{tex}^{(-0,1483) \cdot 0,30343}} = \\ &= \frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,563}}{(\alpha_{2/3}^{\text{rt}})^{0,30343}} \cdot 10^{-3} \text{ [m]} \end{aligned} \quad (\text{E } 10)$$

Pro funkční závislost úhlu sklonu periferních vláken k ose příze β byla stanovena rovnice (40) :

$$\text{tg } \beta = A \cdot \alpha_4^B$$

kde z rovnice (38), (25) :

$$A = \frac{\pi \cdot C}{a^{1/2}} = \frac{\pi \cdot 1,1284 \cdot 10^{-3}}{(1500 \cdot 0,003608)^{1/2}} = 1,5238 \cdot 10^{-3} \quad (\text{E } 11)$$

Z rovnice (39) :

$$B = \frac{-b}{2} = \frac{1,39315}{2} = 0,69657 \quad (\text{E } 12)$$

tedy pro $q = 0,518$:

$$\text{tg } \beta = 1,5238 \cdot 10^{-3} (\alpha_{0,5183}^{\text{rt}})^{0,69657} \quad (\text{E } 13)$$

$$\beta = \arctg 1,5238 \cdot 10^{-3} (\alpha_{0,5183}^{\text{rt}})^{0,69657} \quad (\text{E } 14)$$

Stejně hodnotě zákrutového koeficientu $\alpha_{0,518}$ odpovídá shodný sklon periferních vláken pro všechny jemnosti příze.

V tabulce E 1 jsou uvedeny hodnoty pro jednotlivé položky přízí :

rovnání směřených a vypočtených hodnot průměru a koeficientu
plnění průřezu příze pro bavlněné příze dopřádané z pramene.

Tab. E 1

x_{jm}	tex_{sk}	Z [m ⁻¹]	$\frac{r_t}{d_{2/3}}$	$\frac{r_t}{d_{0,5t}}$	$k_{z sk}$	$k_{z v}$	d_{sk} [mm]	d_v [mm]	Δd [%]	$d_{(38)}$ [mm]
2	49,90	349,4	4736	2652	0,395	0,374	0,3275	0,3367	+ 2,8	0,3406
2	50,25	370,4	5043	2821	0,409	0,388	0,3289	0,3316	+ 0,8	0,3366
2	51,55	431,8	5981	3333	0,475	0,428	0,3035	0,3194	+ 5,2	0,3281
2	51,81	476,9	6627	3690	0,470	0,456	0,3059	0,3105	+ 1,5	0,3195
2	52,03	521,4	7266	4043	0,473	0,482	0,3055	0,3011	- 1,4	0,3195
4	32,23	425,2	4281	2558	0,370	0,372	0,2718	0,2709	- 0,33	0,2689
4	32,67	481,2	4917	2932	0,385	0,403	0,2685	0,2622	- 2,3	0,2616
4	33,03	562,7	5792	3448	0,433	0,445	0,2544	0,2510	- 1,3	0,2525
4	33,12	652,01	6724	4001	0,479	0,487	0,2423	0,2403	- 0,8	0,2434
4	33,46	716,5	7439	4420	0,524	0,517	0,2327	0,2344	+ 0,7	0,2386
3	21,56	542,6	4203	2665	0,369	0,386	0,2228	0,2176	- 2,3	0,2123
3	21,75	602,9	4698	2975	0,401	0,413	0,2146	0,2114	- 1,5	0,2074
3	22,08	634,1	4990	3153	0,446	0,428	0,2050	0,2093	+ 2,1	0,2060
3	22,44	740,7	5892	3714	0,489	0,472	0,1973	0,2008	+ 1,8	0,1993
3	22,42	846,5	6731	4244	0,486	0,511	0,1980	0,1928	- 2,6	0,1925
3	22,81	898,7	7227	4545	0,501	0,533	0,1966	0,1905	- 3,1	0,1910
7	16,43	652,1	4215	2783	0,434	0,401	0,1793	0,1865	+ 4,0	0,1802
7	16,55	768,5	4991	3280	0,481	0,447	0,1709	0,1795	+ 5,0	0,1758
7	16,79	915,5	6002	3950	0,541	0,495	0,1623	0,1696	+ 4,5	0,1667
7	17,05	1080,3	7155	4698	0,550	0,550	0,1622	0,1622	-0-	0,1608

$\text{tex}_{\text{jm}}, \text{tex}_{\text{sk}}$	... jmenovitá a skutečná jemnost příze
$Z[\text{m}^{-1}]$	... zákrut skutečný (změřený)
$\alpha_{2/3}^{\text{It}}$	... zákrutový koeficient
$\alpha_{0,518}^{\text{It}}$	... zákrutový koeficient
$K_z \text{ sk}$	... koeficient zaplnění průřezu příze vypočtený ze změřeného průměru příze z rovnice (E 2)
K_{zv}	... koeficient zaplnění průřezu příze vy- počtený z rovnice (E 5)
$d_{\text{sk}}[10^{-3}\text{m}]$	... průměr příze změřený (skutečný)
$d_v[10^{-3}\text{m}]$	... průměr příze vypočtený z rovnice (E 6), resp. (E 8), resp. (E 10)
$\Delta d [\%]$	... relativní odchylka hodnot změřeného a vypočteného průměru
$d_{(138)}[10^{-3}\text{m}]$	... průměr příze vypočtený z rovnice (138), který je používán pro výpočet průměru bavlněných přízí v SVÚT.

Srovnání dosažených výsledků

U koeficientu zaplnění průřezu přízí se liší hodnoty "skutečné" od vypočtených maximálně o 0,047.

Pro aritmetické průměry u "skutečných" (změřených) a vypočtených průměrů přízí se vyskytuje maximální procentuální odchylka 5,2 %, což pro daný případ hrubých přízí činí absolutní odchylku : 0,016 mm, 5 % u jemných přízí činí pouze 0,0086 mm.

Dosaženou shodu naměřených a vypočtených hodnot průměru příze je možno považovat za velmi dobrou.

Těsnost shody lze charakterizovat korelačním koeficientem lineární regrese $k_r = 0,9941$ (rovnice regresní přímky : $d_v = 0,00388 + 0,977838 d_{sk}$, t.j. prakticky rovnice přímky procházející počátkem souřadnicového systému se směrnicí 1).

Názornou ilustraci shody změřených a vypočtených hodnot průměrů příze vypřádané z pramene poskytuje graf E 1 - pro hodnoty vynesené v závislosti na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^{Tt}$.

V grafu E 2 je uvedena obdobně závislost koeficientu zaplnění K_z .

Pozn.: Pro výpočet koeficientu zaplnění lze použít

- 1) rovnice (E 5) : $K_z = f(\text{tex}, Z)$
- 2) upravené rovnice (E 5) s využitím rovnice (E 7):
 - a) $K_z = f(\text{tex}, \alpha_{0,518}^{Tt})$
 - b) $K_z = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{Tt})$
 - c) $K_z = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{Tm})$

1.2.2.1.2 Bavlněné příze mykané - poloprovozní výroba přízí předených z přástu

Z jednotného přediva - sovětské bavlny surovinové skupiny A I, shodného popisu suroviny - viz příloha I - byly vyrobeny příze z přástu jemnosti :

42 tex

34 tex

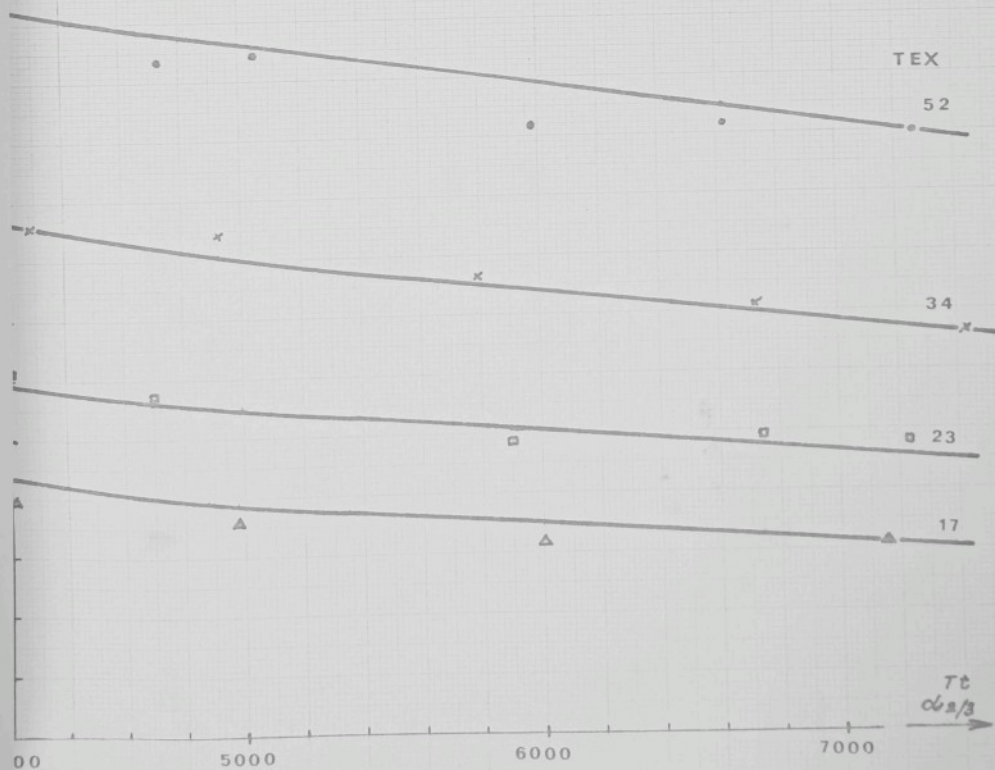
25 tex

17 tex

Pro každou jemnost byly příze vyrobeny ve třech zákrutech.

graf závislosti průměru bavlněné mykané příze
na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^{Tt}$

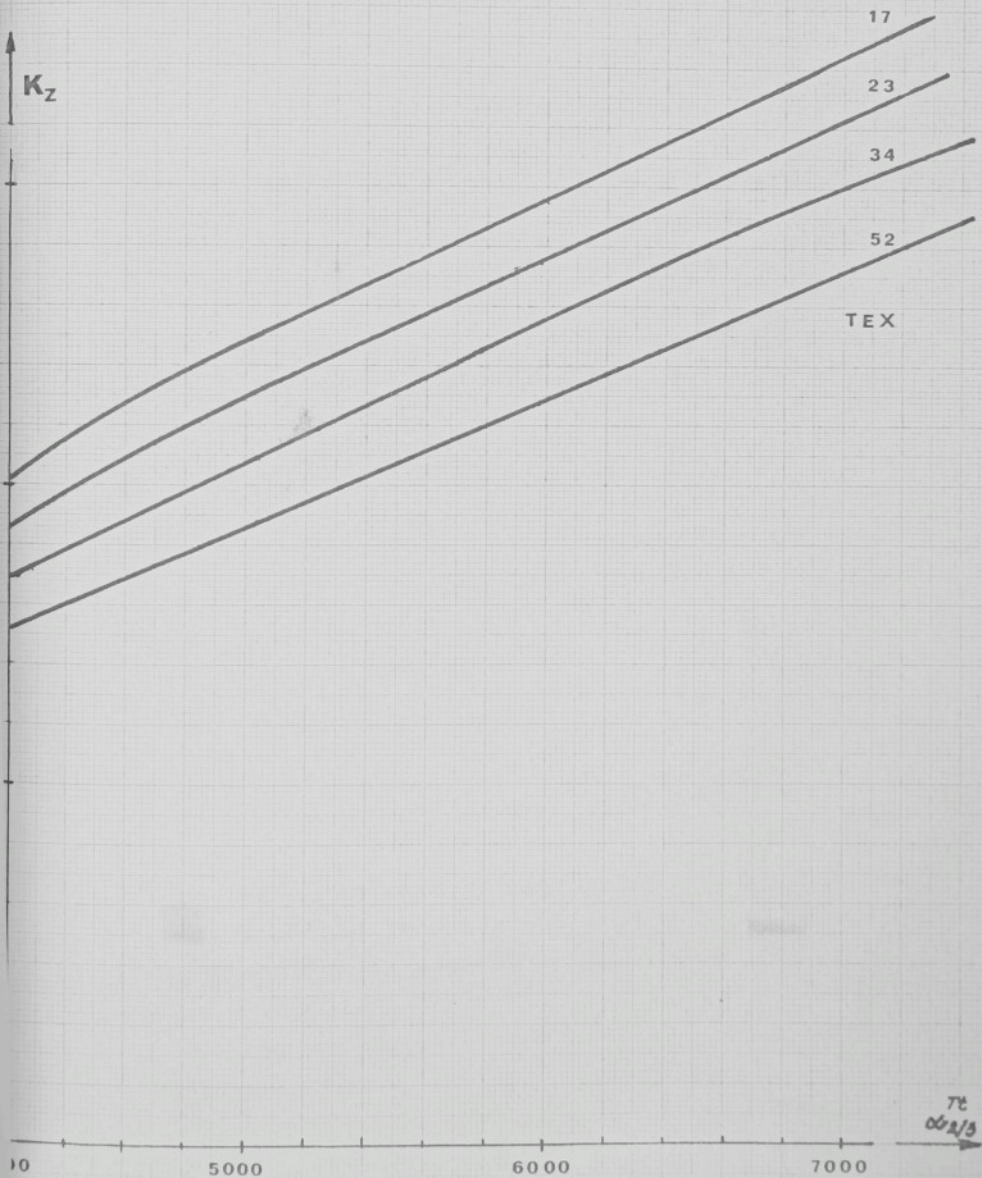
$d [10^{-2} \text{ mm}]$



graf závislosti koeficientu zaplnění průřezu

bavlněné mykané příze na zákrutovém

koeficientu $\alpha_{4/3}^{\tau}$



Výsledky zkoušení znaků a vlastností přízí - viz příloha II tab. P 4.

Shodným postupem - viz část 1.2.2.1.1 bylo optimalizační metodou na počítači HP 9810 stanoveno :

$$\begin{array}{ll} a = 0,021054 & a = 0,021054 \\ x = 0,423346 & \text{z toho plyne} \quad b = -1,576654 \\ y = 0,101536 & q = 0,569855 \pm 0,570 \end{array}$$

$$\alpha_q = \alpha_{0,570}$$

Pro koeficient zaplnění průřezu příze plyne dosazením do rovnice (E 4) :

$$K_z = 0,021054 \cdot Z^{0,42335} \cdot \text{tex}^{0,101536} \quad (\text{E } 15)$$

Dosazením rovnice (E 15) do rovnice (E 1) získáme rovnici pro průměr příze $d = f(\text{tex}, Z)$:

$$d = \frac{0,20079 \cdot \text{tex}^{0,44923}}{Z^{0,21167}} \cdot 10^{-3} [\text{m}] \quad (\text{E } 16)$$

pro $d = f(\text{tex}, \alpha_{0,570}^{\text{Tt}})$ analogicky dle (E 7) :

$$d = \frac{0,20079 \cdot \text{tex}^{0,570}}{(\alpha_{0,570}^{\text{Tt}})^{0,21167}} \cdot 10^{-3} [\text{m}] \quad (\text{E } 17)$$

a $d = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{\text{Tt}})$:

$$d = \frac{0,20079 \cdot \text{tex}^{0,59036}}{(\alpha_{2/3}^{\text{Tt}})^{0,21167}} \cdot 10^{-3} [\text{m}] \quad (\text{E } 18)$$

Vypočtené a změřené hodnoty průměrů a koeficientu zaplnění přízí z prástu jsou uvedeny v tab. E 2. Korelační koeficient naměřených a vypočtených hodnot průměrů přízí

$$k_r = 0,9934.$$

Pro stanovení funkce $\text{tg} \beta = f(\alpha_q)$ z rovnice (40) po vypočtení :

Vypočtené a změřené hodnoty průměrů a koeficientů zaplnění
průřezu příze pro bavlněné příze dopřádané z přástu

Tab. E 2

tex_{jm}	tex_{sk}	Z [m ⁻¹]	$\frac{Tt}{d_{2/3}}$	$\frac{Tt}{d_{95/90}}$	K_{zsk}	K_{zv}	d_{sk} [mm]	d_v [mm]	Δd [%]	d_m [mm]
42	41,39	455,7	5480	3821	0,405	0,410	0,2944	0,2930	-0,3	0,293
42	41,54	542,4	6500	4530	0,451	0,442	0,2796	0,2825	+1,0	0,28
42	42,80	624,9	7640	5310	0,521	0,471	0,2648	0,2779	+4,9	0,27
34	33,82	538,7	5620	3995	0,413	0,431	0,2638	0,2580	-2,2	0,25
34	35,19	654,3	7010	4965	0,439	0,470	0,2608	0,2520	-3,4	0,24
34	35,95	738,0	8000	5655	0,496	0,496	0,2480	0,2480	-0-	0,24
25	25,19	619,6	5330	3900	0,448	0,444	0,2186	0,2194	+0,4	0,21
25	25,52	766,6	6660	4866	0,475	0,487	0,2136	0,2109	-1,3	0,20
25	26,62	871,5	7780	5661	0,510	0,516	0,2107	0,2092	-0,7	0,20
17	16,81	852,2	5590	4253	0,488	0,488	0,1710	0,1710	-0-	0,16
17	17,41	1061,7	7120	5399	0,542	0,538	0,1652	0,1658	+0,4	0,16
17	17,56	1145,2	7730	5856	0,567	0,556	0,1621	0,1638	+1,0	0,16

$$A = \frac{\pi C}{a^{1/2}} = \frac{\pi \cdot 1,1284 \cdot 10^{-3}}{(1500 \cdot 0,021054)^{1/2}} = 0,63081 \cdot 10^{-3} \quad (\text{E } 19)$$

$$B = -\frac{b}{2} = \frac{1,5767}{2} = 0,78835 \quad (\text{E } 20)$$

$$\text{vyplývá : } tg \beta = 0,63081 \cdot 10^{-3} (\alpha_{0,570}^{74})^{0,78835} \quad (\text{E } 21)$$

$$\beta = \arctg [0,63081 \cdot 10^{-3} (\alpha_{0,570}^{74})^{0,78835}] \quad (\text{E } 22)$$

Na základě souboru položek přízí předených z pramene, z přástu a dalších průmyslově vyrobených přízí byla řešena komplexně studie projektování vlastností bavlněných přízí mykaných - viz Salaba [39].

1.2.2.1.3 Bavlněné příze mykané - poloprovozní a průmyslová výroba přízí

- a) Pro skupinu 51 bavlněných přízí mykaných (12 z polo provozní výroby a 39 z průmyslové výroby) v rozsahu jemnosti $(100 \div 17)$ tex a zákrutového koeficientu $\alpha_{2/3}^{Tt} = (4200 \div 8000)$ byl zjištěn kvocient zákrutového koeficientu $q = 0,5514$.

Odpovídající vzorec pro průměr příze tvaru

$$d = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{Tt}) :$$

$$d = \frac{0,18961 \cdot \text{tex}^{0,57399}}{(\alpha_{2/3}^{Tt})^{0,19621}} \cdot 10^{-3} [\text{m}] \quad (\text{E } 23)$$

Měřené a vypočtené hodnoty průměrů příze si odpovídá s korelačním koeficientem $k_r = 0,9487$ (k regresní rovnici : $d_v = 1,0088 d_{sk} - 1,24 \cdot 10^{-7}$, čili prakticky k přímce pod úhlem 45°).

- b) Pro skupinu dalších 51 bavlněných mykaných přízí z poloprovozní a průmyslové výroby byl zjištěn kvocient zákrutového koeficientu $q = 0,577$ - viz studie [2] pro příze $(50 \div 15)\text{tex}$ a $\alpha_{2/3}^{\text{tt}} = (4200 \div 8000)$. Pomocí nyní již neužívané optimalizační metody pomocí kritéria dle nejvyšší hodnoty korelačního koeficientu byl ve studii [2] v r.1971 odvozen vzorec pro průměr příze - viz rovnice (138):

$$d = \frac{0,28765 \cdot \text{tex}^{0,60007}}{(\alpha_{2/3}^{\text{tt}})^{0,25727}} \cdot 10^{-3} [\text{m}] \quad (138)$$

Korelační koeficient byl zjištěn vzhledem k již uvedeným časově pozdějším výsledkům - poměrně nízký:

$$k_r = 0,9147.$$

1.2.2.1.4 Průměr velmi hrubých přízí a přástů

V předchozích statích byly teoreticko-experimentálním způsobem odvozeny rovnice pro výpočet průměru přízí. Dle technologie výroby přízí se získané rovnice liší poměrně velmi málo - viz např. srovnání hodnot vypočtených z rovnic (E 6), (E 16) a (138) v násl. tabulce E 3.

Tyto rovnice se stávají však nepřesnými při použití v oblasti jemnosti přízí $> 50 \text{ tex}$. Např. pro jemnost 100 tex činí odchylka vypočteného a změřeného průměru příze - $-0,03 \text{ mm}$ (menší hodnota pro vypočtený průměr).

Pro hrubé přásty pak chyba dosahuje až -30% . Domnívám se však, že vzhledem k jednoduchosti vyjádření i výpočtů předložených rovnic by nebylo vhodné hledat jednotný vzorec platný např. v rozsahu jemností $(1000 \div 5) \text{ tex}$, t.j. od hrubých přástů až po nejvyšší jemnost česaných přízí. Doporučuji proto použití korekčního aditivního členu pro

jemnost přízí a přástů ≥ 50 tex tvaru :

$$\begin{aligned}\Delta d &= 28 \cdot 10^{-4} \cdot \text{tex} (8000 - \alpha_{2/3}^{T_t}) [m] = \\ &= 28 \cdot 10^{-6} \cdot \text{tex} (80 - a_m) [mm]\end{aligned}\quad (E\ 24)$$

Shoda výsledků rovnice např. :

$$\begin{aligned}d &= (E10) + (E24) = \\ &= \left[\frac{0,48505 \cdot \text{tex}^{0,563}}{(\alpha_{2/3}^{T_t})^{0,30343}} + 28 \cdot 10^{-8} \text{tex} (8000 - \alpha_{2/3}^{T_t}) \right] \cdot 10^{-3} [m]\end{aligned}$$

a naměřených hodnot průměrů byla prověřena pro příze a přásty jemnosti ($50 \div 333$) tex. Porovnání není uvedeno, protože oblast přástu není v této dizertační práci detailně řešena.

1.2.2.1.5 Šířka a tloušťka zatížené bavlněné mykané příze

Pro bavlněné mykané příze předené z přástu byla zkoušena šířka a tloušťka zatížené příze (výsledky viz tab. P v příloze II) dle zkušební metodiky SVÚT - viz část 1.1.8.3 resp. 1.1.8.4.

Relativní rozšíření zatížené bavlněné mykané příze činí přibližně

$$\Delta a_d \doteq 10[\%]$$

viz vzorec (139), takže pro výpočet šířky příze lze použít vzorec pro průměr příze - viz např. (E 16), resp. (E 17), resp. (E 18), takže lze psát

$$a_d \doteq 1,1 \cdot (E16) \doteq 1,1(E17) = 1,1(E18) [m] \quad (E\ 25)$$

Pro tloušťku zatížené příze byla na základě měření odvozena regresní rovnice :

$$t = 7,09 \cdot 10^{-5} \cdot \text{tex}^{0,763} \cdot \alpha_{2/3}^{74} - \frac{103,4}{\text{tex}} + 13,233 \quad [10^{-2} \text{ mm}] \quad (\text{E } 28)$$

Zjištěná maximální odchylka vypočtených a změřených hodnot tloušťky příze činí 0,01 mm.

1.2.2.2 Bavlněné příze česané - průmyslová výroba přízí

Pro experimentální práce bylo použito 22 položek česaných bavlněných přízí odlišné suroviny i technologického postupu výroby z průmyslové výroby v ČSSR.

V souboru položek jsou příze jemnosti :

14,5 tex	
12 tex	
10 tex	různého zákrutového koeficientu
8,4 tex	
7,4 tex	
6,0 tex	
5,0 tex	

Výsledky měření průměru příze (aritmetický průměr z 250 měření), včetně vypočtených hodnot koeficientu zaplnění jsou porovnány s hodnotami průměru přízí vypočtených :

- z rovnice (E 16) odvozené pro příze předené z přástu
- z rovnice (E 6) odvozené pro příze předené z pramene
- z rov. (138) používané dosud v SVÚT pro oblast bavlněných mykaných přízí

viz tab.E 3.

Ze srovnání možno usuzovat, že rovnice (E 16), (E 6) a (138), které byly odvozeny pro mykané bavlněné příze do jemnosti tex > 17 poměrně dobře vyhovují i pro výpočet průměru česaných přízí do jemnosti 5 tex. Jejich hodnoty

t_{ex} t_{3m}	t_{ex}	Z [m]	n $n_{3/3}$	K_z	d_{ex} [mm]	d_v [mm] (E 16)	$sd = \frac{d_v - d_{ex}}{d_{ex}}$ [%]	d_v [mm] (E 6)	$sd = \frac{d_v - d_{ex}}{d_{ex}}$ [%]	d_v [mm] (138)	$sd = \frac{d_v - d_{ex}}{d_{ex}}$ [%]	$tg \beta =$ $= \frac{d_v}{d_{ex}}$	$tg \beta$ (E 13)
1,5	15,06	915	5400	0,469	0,1606	0,1603	- 0,19	0,1631	+ 1,55	0,1591	- 0,93	0,4616	0,4582
1,5	14,25	1095	6600	0,438	0,1702	0,1505	- 11,57	0,1514	- 11,04	0,1483	- 12,87	0,5955	0,5300
1,5	14,94	1050	6300	0,477	0,1677	0,1551	- 7,50	0,1644	- 1,97	0,1531	- 8,71	0,5531	0,5106
1,5	14,71	882	5000	0,475	0,1552	0,1598	+ 2,96	0,1635	+ 5,35	0,1590	+ 2,45	0,4300	0,4354
1,5	13,48	895	5500	0,465	0,1626	0,1533	- 5,72	0,1578	- 2,95	0,1526	- 6,15	0,4572	0,4695
1,5	14,85	795	4600	0,391	0,1796	0,1659	- 7,63	0,1720	- 4,23	0,1662	- 7,46	0,4260	0,4164
1,5	14,58	960	5700	0,482	0,1603	0,1564	- 2,43	0,1588	- 0,94	0,1550	- 3,31	0,4834	0,4774
1,5	11,37	960	4950	0,398	0,1558	0,1399	- 10,21	0,1452	- 6,80	0,1393	- 10,51	0,4699	0,4377
1,5	11,93	791	4100	0,397	0,1502	0,1469	- 0,866	0,1557	+ 4,33	0,1495	- 0,466	0,3744	0,3875
1,5	12,07	661	4550	0,498	0,1435	0,1470	+ 2,44	0,1534	+ 6,73	0,1470	+ 2,44	0,3881	0,4161
1,5	10,96	1030	5100	0,514	0,1346	0,1355	+ 0,67	0,1403	+ 4,23	0,1347	+ 0,07	0,4355	0,4550
1,5	11,53	968	4900	0,459	0,1461	0,1405	- 3,83	0,1456	- 0,36	0,1399	- 4,24	0,4443	0,4402
1,5	9,89	955	4400	0,519	0,1272	0,1315	+ 3,38	0,1383	+ 8,72	0,1314	+ 3,33	0,3816	0,4150
1,5	10,24	1172	5600	0,535	0,1274	0,1279	+ 0,39	0,1316	+ 3,30	0,1266	- 1,02	0,4691	0,4891
1,5	9,78	1036	4750	0,509	0,1277	0,1286	+ 0,70	0,1344	+ 5,25	0,1281	- 0,39	0,4156	0,4382
1,5	8,38	1196	4930	0,446	0,1262	0,1164	- 7,77	0,1217	- 3,57	0,1155	- 0,77	0,4742	0,4569
1,5	8,29	1092	4500	0,513	0,1171	0,1181	+ 0,85	0,1246	+ 6,40	0,1177	- 0,003	0,4017	0,4293
1,5	7,26	1333	5000	0,421	0,1210	0,1067	- 11,82	0,1118	- 7,60	0,1057	- 12,64	0,5067	0,4683
1,5	7,49	1092	4200	0,545	0,1080	0,1128	+ 4,44	0,1201	+ 11,20	0,1127	+ 4,35	0,3705	0,4134
1,5	7,44	1300	4950	0,462	0,1169	0,1084	- 7,27	0,1137	- 2,74	0,1075	- 8,04	0,4774	0,4639
1,5	6,13	1426	4800	0,467	0,0957	0,0975	+ 1,88	0,1031	+ 7,73	0,0966	+ 0,94	0,4287	0,4632
1,5	5,04	1795	5300	0,465	0,0959	0,0850	- 11,37	0,0895	- 6,67	0,0837	- 12,72	0,5408	0,5065

se navzájem mezi sebou příliš neliší (rozdíl řádově μm). Vyšší procentuální odchylky např. 11 %, které se vyskytují jako maximální, je třeba přisoudit relativně nízkým hodnotám průměrů přízí. Např. odchylka 11 % pro přízi 7,4 tex značí absolutní odchylku 0,01 mm, což je běžné i u mykaných přízí. Pro používanou optickou metodu (odečítání průměrů přízí na profilprojektoru se zvětšením 100) je hodnota 0,01 mm totožná s chybou jednoho měření.

Pro výpočet průměru česaných přízí bavlněných je možno např. doporučit rovnici (E 6).

Pro funkci $\text{tg } \beta = f(\alpha_q)$ pak vyplývá použití rovnice (E 13)

$$\text{tg } \beta = 1,5238 \cdot 10^{-3} (\alpha_{q,518})^{0,69657} = 1,5238 \cdot 10^{-3} (\alpha_{23}^{72})^{0,69657} \cdot \text{tex}^{-0,103} \quad (\text{E } 13)$$

Hodnoty $\text{tg } \beta$ vypočtené z rovnice (E 13) a rovnice (26) jsou uvedeny v tabulce E 3. Shoda je uspokojující.

1.2.2.3 Směsové příze PES/ba M II česané

Pro odvození základních geometrických znaků tohoto druhu příze byl vybrán reprezentativní soubor 25 položek přízí :

- 30 tex à 4 zákruty
- 20 tex à 5 zákrutů
- 15 tex à 7 zákrutů

Příze jemnosti 20 tex byla vyrobena v 7 směsových poměrech :

- PES/ba M II čes. : 0/100 % à 2 zákruty
- 20/80 % à 2 zákruty
- 35/65 % à 2 zákruty
- 50/50 % à 1 zákrut
- 65/35 % à 5 zákrutů
- 80/20 % à 1 zákrut
- 100/0 % à 1 zákrut

Použitá surovina, popis položek přízí a souhrnná tabulka výsledků zkoušení znaků a vlastností přízí - viz příloha III, tabulky P 5, P 6, P 7.

Problematika geometrických znaků a ostatních fyzikálně mechanických vlastností byla komplexně na daném souboru přízí PES/ba M II čes. řešena Salabou [73] v r.1975 - - především pro potřeby SVÚT Liberec a ÚZCHV Česká Třebová. Pro 16 přízí PES/ba směsového poměru 65/35 % bylo optimalizací dle Wildea na počítači stanoveno pro konstanty rovnice (E 4), rovnice (35), resp. (E 3) :

$$\begin{aligned} x &= 0,379 & a &= 0,03275 \\ y &= 0,07765 & b &= -1,621 \\ q &= 0,569 & q &= 0,569 \end{aligned}$$

Regresní rovnice pro koeficient zaplnění :

$$\begin{aligned} K_z &= 0,03275 \cdot Z^{0,379} \cdot \text{tex}^{0,07765} = & (E 27) \\ &= 0,03275 \left(\alpha_{0,569}^{Tt} \right)^{0,379} \cdot \text{tex}^{-0,138} = \\ &= 0,03275 \left(\alpha_{2/3}^{Tt} \right)^{0,379} \cdot \text{tex}^{-0,17476} \end{aligned}$$

přičemž platí analogicky dle rovnice (E 7)

$$Z = \alpha_{0,569}^{Tt} \cdot \text{tex}^{-0,569} = \alpha_{2/3}^{Tt} \cdot \text{tex}^{-0,6667} \quad [m^{-1}] \quad (E 28)$$

Dosazením rovnice (E 27) do rovnice (E 1) získáme regresní rovnici pro průměr příze $d = f(\text{tex}, Z)$

$$d = \frac{0,16535 \cdot 10^{-3} \cdot \text{tex}^{0,46118}}{Z^{0,1895}} \quad [m] \quad (E 29)$$

kde pro měrnou hmotnost vláken směsi 65/35 % PES/ba M II čes. bylo použito obecného vzorce :

$$\rho_v^{sm} = p_1 \cdot \rho_{v1} + p_2 \cdot \rho_{v2} + \dots + p_n \cdot \rho_{vn} \quad (E 30)$$

kde $P_1, P_2, \dots, P_n$... relativní váhové podíly
komponent

$\rho_{v1}, \rho_{v2}, \dots, \rho_{vn}$... měrné hmotnosti vláken-
ných komponent

$$\text{Bavlna : } \rho_v = 1,5 \cdot 10^3 [\text{kg.m}^{-3}] ;$$

$$\text{Polyester : } \rho_v = 1,38 \cdot 10^3 [\text{kg.m}^{-3}]$$

$$\text{Pro 65/35 \% PES/ba vyplývá dosazením do vzorce (E 30)} \\ \rho_v^{\text{sm}} = 1,422 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$$

Rovnice pro průměr příze $d = f(\text{tex}, \alpha_{0,569}^{\text{Tt}})$ plyne
z rovnice (E 29) a (E 28) :

$$\alpha = \frac{0,16535 \cdot \text{tex}^{0,569}}{(\alpha_{0,569}^{\text{Tt}})^{0,1895}} \cdot 10^{-3} [m] \quad (\text{E 31})$$

Rovnice pro průměr příze $d = f(\text{tex}, \alpha_{2/3}^{\text{Tt}})$ obdobně :

$$\alpha = \frac{0,16535 \cdot \text{tex}^{0,58738}}{(\alpha_{2/3}^{\text{Tt}})^{0,1895}} \cdot 10^{-3} [m] \quad (\text{E 32})$$

Porovnání změřených a vypočtených hodnot koeficientů
zaplnění a průměrů příze - dle rovnice (E 32) - lze pro-
vést pomocí následující tabulky E 4.

Maximální odchylka hodnot průměrů činí -2,53 %, což od-
povídá 4 μm pro daný případ. Tyto velmi dobré výsled-
ky (korelační koeficient $k_r = 0,9968$ k regresní rovnici
 $d_v = 1,00001 d_{\text{sk}} + 2,135 \cdot 10^{-7}$) jsou poplatné jednak stej-
noměrnému promísení a uspořádání vláken v přízi, jednak
skutečnosti, že vlákna i příze jsou v geometrických zna-
cích značně stejnoměrná. Grafické znázornění závislosti
koeficientu zaplnění, resp. průměru příze na zákrutovém
koeficientu viz graf E 3, resp. E 4.

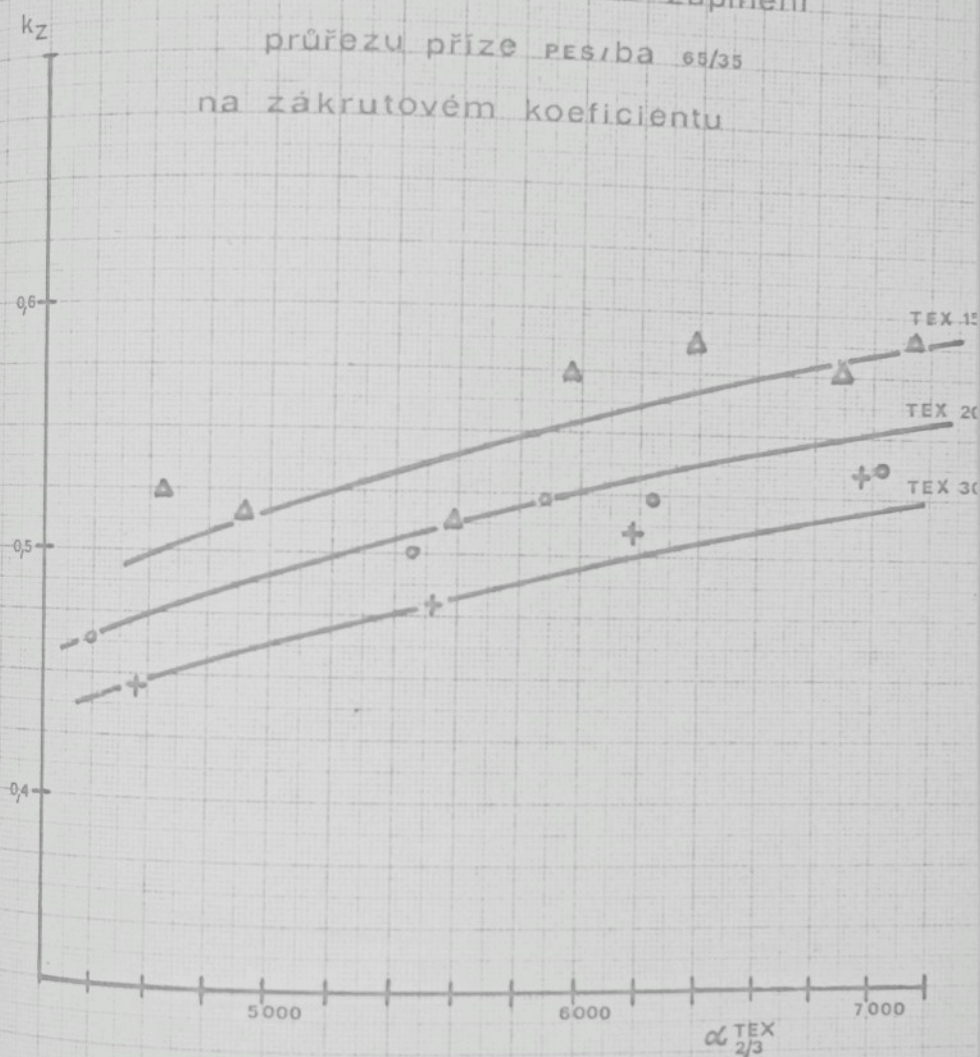
Pro výpočet průměru přízí jiných směsových poměrů než
65/35 % PES/ba M II čes. lze doporučit (na základě ome-

měřené a vypočtené hodnoty průměrů a koeficientů zaplnění
průřezu příze pro směsové příze 65/35 % PES/ba M II čes.

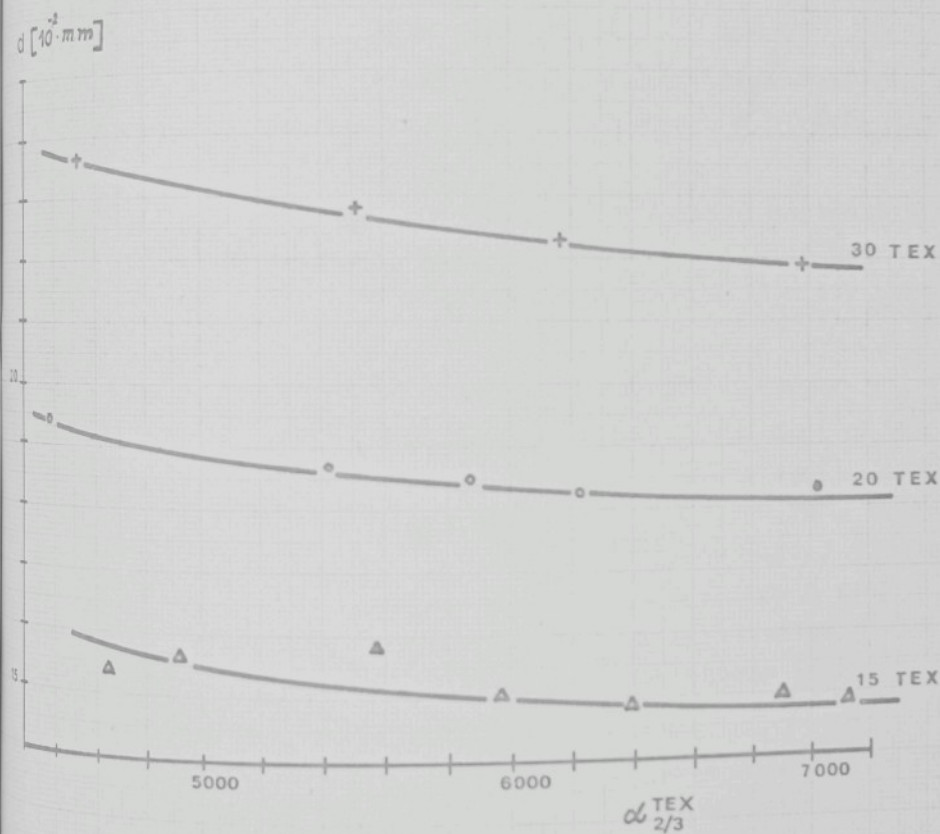
Tab. B 4

$t_{ex,m}$	$t_{ex,se}$	Z [m ⁻¹]	$d_{2/3}^{T\bar{z}}$	$d_{9,5/99}^{T\bar{z}}$	$K_{Z,se}$	$K_{Z,v}$	d_{sk} [mm]	d_v [mm]	Δd [%]
30	27,65	495,5	4536	3287	0,442	0,445	0,2366	0,2359	-0,30
30	28,05	596,7	5513	3990	0,479	0,476	0,2289	0,2293	+0,17
30	28,55	659,5	6163	4490	0,511	0,497	0,2235	0,2268	+1,47
30	28,78	743,3	6979	5038	0,535	0,520	0,2193	0,2226	+1,50
20	19,67	600,6	4378	3279	0,466	0,466	0,1944	0,1944	-0-
20	19,84	739,7	5428	4062	0,506	0,505	0,1873	0,1876	+0,16
20	19,17	796,1	5865	4404	0,525	0,523	0,1861	0,1864	+0,70
20	19,77	850,8	6220	4657	0,524	0,532	0,1837	0,1825	+0,65
20	20,15	944,9	7008	5237	0,537	0,555	0,1832	0,1804	+1,53
15	14,02	798,7	4657	3605	0,525	0,506	0,1546	0,1575	+1,87
15	14,19	843,6	4920	3604	0,519	0,516	0,1564	0,1570	+0,38
15	14,35	909,2	5572	4304	0,512	0,540	0,1583	0,1543	-2,53
15	14,52	1003,5	5964	4600	0,574	0,552	0,1505	0,1535	+1,99
15	14,33	1084,0	6397	4941	0,587	0,569	0,1479	0,1503	+1,62
15	14,47	1160,4	6897	5322	0,581	0,584	0,1493	0,1490	-0,20
15	14,68	1186,8	7123	5489	0,593	0,590	0,1489	0,1493	+0,27

graf závislosti koeficientu zaplnění
průřezu příze PES/ba 65/35
na zákrutovém koeficientu



graf závislosti průměru příze PES/ba 65/35
na zákrutovém koeficientu



zeného počtu proměřených přízí) používání vzorce (E 29), (E 31), resp. (E 32) násobeného korekční konstantou K_{kor} - viz tabulka E 5 - pro 7 směsových poměrů. Tato konstanta tedy určuje poměr průměru příze směsi x/y % PES/ba M II Čes. ku průměru příze 65/35 % PES/ba M II Čes. V tabulce E 5 jsou udány obdobně korekční násobící konstanty pro výpočet koeficientu zaplnění (viz vztah (E 27)) i šířky a tloušťky příze - viz dále.

Z hodnot korekční konstanty pro průměr příze vyplývá, že průměr příze 100 % ba M II Čes. je cca o 6 % větší než průměr příze 100 % PES.

Grafické znázornění závislosti koeficientu zaplnění průřezu příze, průměru, šířky a tloušťky zatížené příze na směsovém poměru pro přízi 20 tex, 815 $[m^{-1}]$ - viz graf E 5.

1.2.2.3.1 Šířka a tloušťka zatížené směsové příze PES/ba M II Čes.

Ve studii [73] byla odvozena pro šířku i tloušťku zatížené příze regresní rovnice poměrně komplikovaného tvaru vzhledem k praktickému použití. Výsledky měření viz tab. P 7 v příloze III - jsou zpracovány graficky : graf E 6 pro šířku, graf E 7 pro tloušťku zatížené příze 65/35 % PES/ba M II Čes. v závislosti na zákrutovém koeficientu
 $\alpha_{2/3}^{Tt}$.

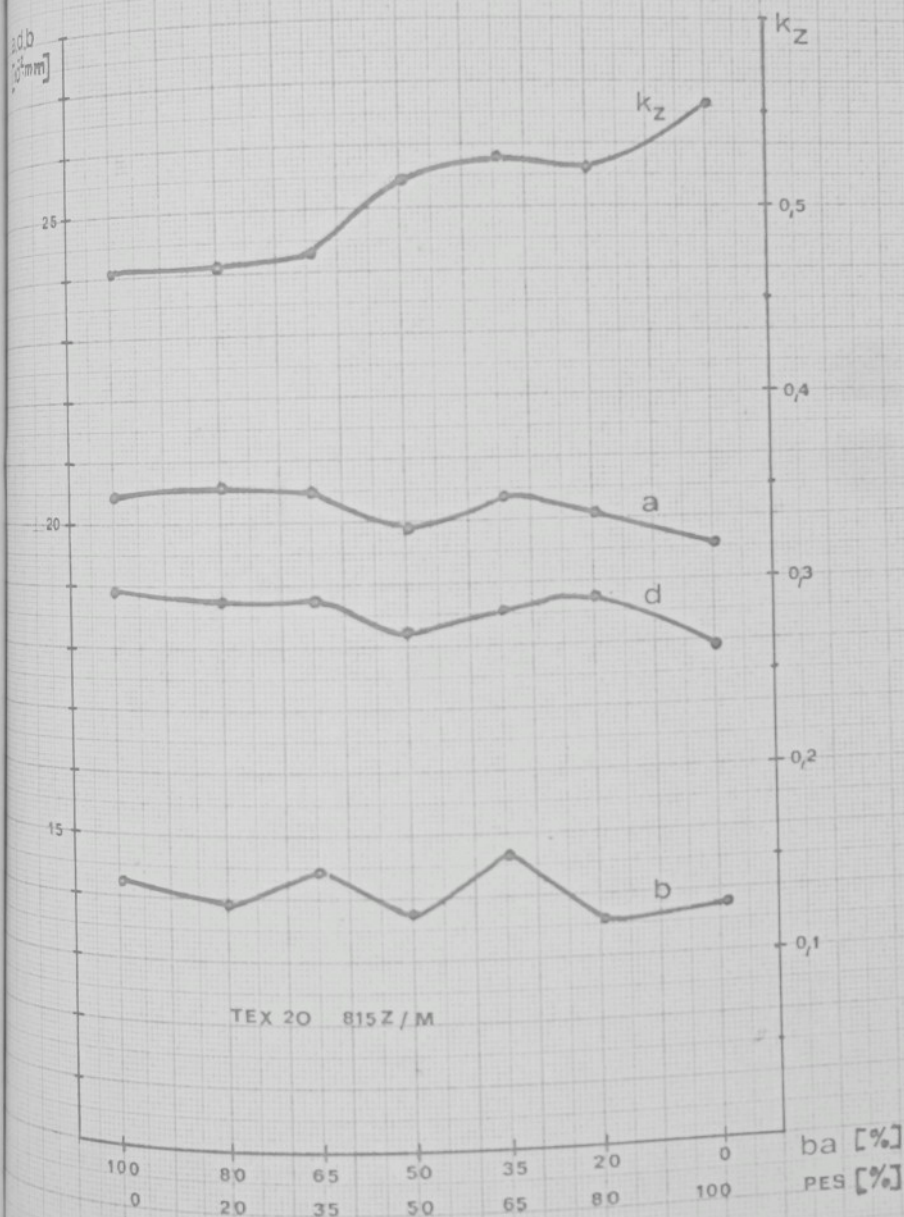
Výhodné je vyjádření šířky příze formou relativního rozšíření. Hodnoty relativního rozšíření zatížené příze Δa_d % pro všechny jemnosti příze klesají výrazně (přibližně lineárně) s rostoucím zákrutovým koeficientem $\alpha_{2/3}^{Tt}$. Např. při $\alpha_{2/3}^{Tt} = 4500 \dots \Delta a_d = (13+15) \%$, $\alpha_{2/3}^{Tt} = 7000 \dots \Delta a_d = (6+7) \%$, viz tabulka P 7 v příloze III.

Hodnoty korekční konstanty pro výpočet zaplnění průřezu příze, průměru příze, šířky a tloušťky zatížené příze různých směsových poměrů x/y % PES / ba M II čes.

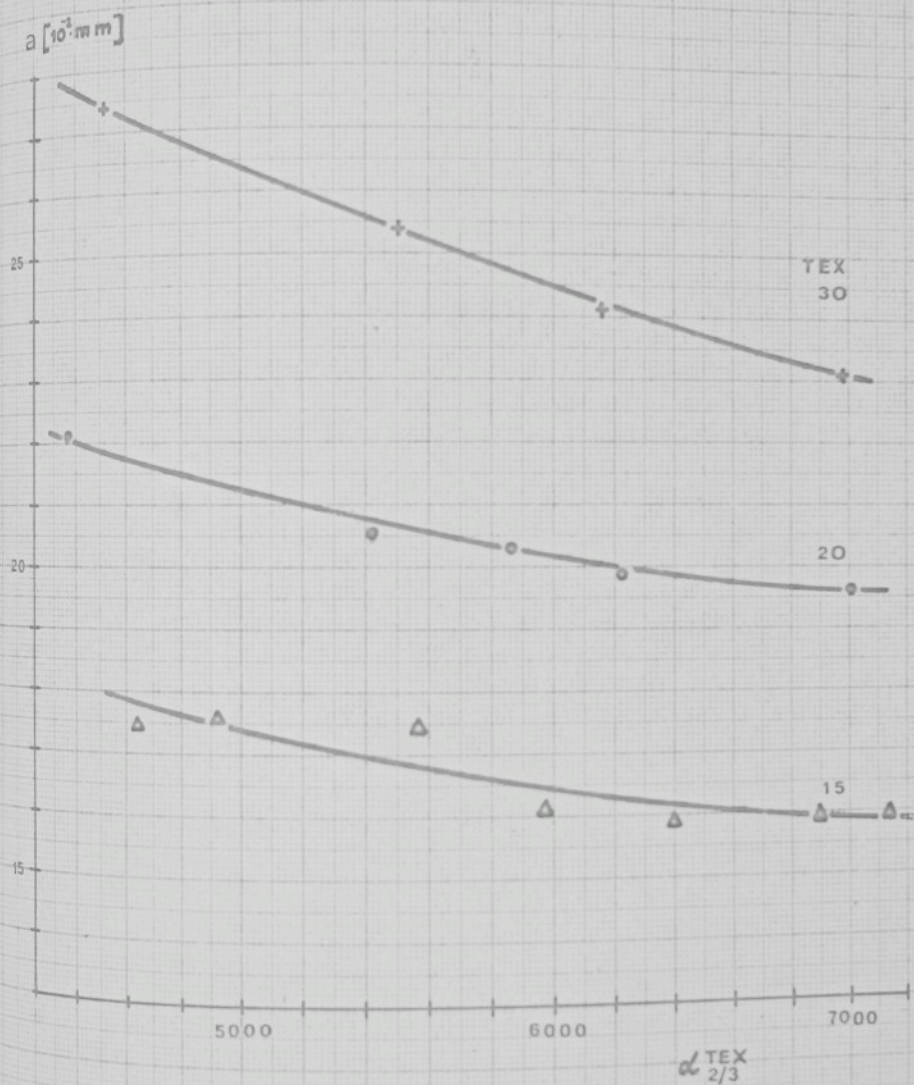
Tab. E 5

ba/PES (%)	$K_z \times \text{PES}/y \text{ ba}$	$d \times \text{PES}/y \text{ ba}$	$ad \times \text{PES}/y \text{ ba}$	$t \times \text{PES}/y \text{ ba}$
	$K_z \text{ 65PES}/35\text{ba}$	$d \text{ 65PES}/35\text{ba}$	$ad \text{ 65PES}/35\text{ba}$	$t \text{ 65PES}/35\text{ba}$
100/0	0,893	1,024	1,004	0,975
80/20	0,895	1,011	1,013	0,950
65/35	0,906	1,012	1,009	0,984
50/50	0,982	0,983	0,974	0,937
35/65	1,000	1,000	1,000	1,000
20/80	0,988	0,995	0,987	0,927
0/100	1,050	0,966	0,960	0,886

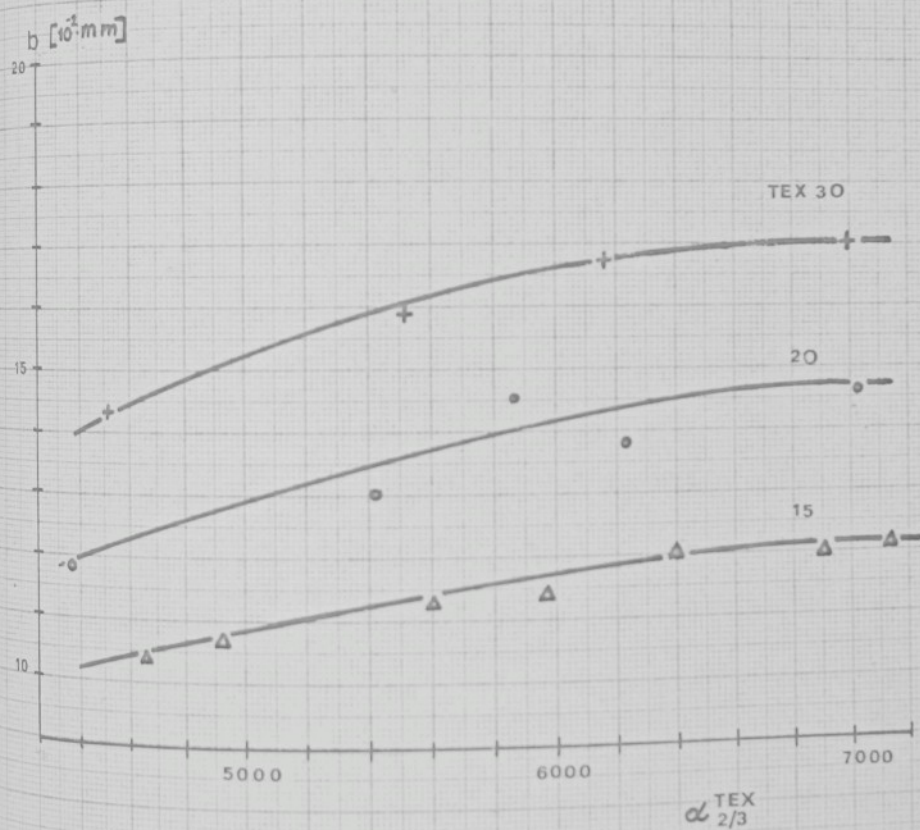
graf závislosti koeficientu zaplnění
průřezu příze,
šířky, průměru a tloušťky příze
na směšovém poměru



graf závislosti šířek zátížených přízí PES/ba 05/35
na zákrutovém koeficientu



graf závislosti tloušťky zátěžené přize PES/ba 65/35
na zákrutovém koeficientu



Korekční (násobící) konstanta pro výpočet šířky či tloušťky zatížené příze jiných směsových poměrů je udána v tabulce E 5.

1.2.2.4 Seskání bavlnářských přízí

V teoretické části odd. 1.1.7.1 byla několika odlišnými způsoby provedena analýza seskání příze. Za odlišných předpokladů o geometrii příze dokonce i v případě řešení jednoduchých silových poměrů byla odvozena vždy rovnice v upraveném tvaru pro "modelové" seskání příze : viz rovnice(54), (61), resp. (68):

$$S_M = 100 t \varphi^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) [\%]$$

Některé literární prameny ovšem naznačují, že pro vyšetřování seskání staplových přízí je odchylka teoretických a zjištěných hodnot seskání poměrně značná. Potvrzují to i uvedené empirické vztahy. Experimentální práce byly proto zaměřeny na toto srovnání u bavlnářských přízí.

Přístup k řešení problematiky seskání :

Vzhledem k poznatkům o neadekvátnosti "statického" zakrucování či odkrucování příze - viz např. [57] - oproti kontinuálnímu zakrucování příze na dopřádacím stroji, nebylo použito zjišťování seskání na zákrutoměru. Seskání příze bylo vyšetřováno na souboru přízí vypředěných z jednotné suroviny a na stejném typu stroje. Vyšetřované bavlněné mykané příze předené z pramene i z přástu, jakož i směsové příze PES/ba (viz předcházející stati) byly pro určitou jemnost příze vyrobeny vždy ze shodného polotovaru variací zákrutu.

Výpočet seskání :

Protože jsou k dispozici příze určité jemnosti s rostoucím zákrutem (tzv. zákrutové řady), je založen způsob výpočtu seskání na změně jemnosti příze (tex) v závislosti na rostoucím zákrutu.

Protože seskání je obecně definováno :

$$s = \frac{l_0 - l_k}{l_0} \cdot 100 [\%] \quad (\text{E } 33)$$

kde l_0 ... původní délka příze

l_k ... konečná délka příze po zakroucení

lze zavést obdobně změnu seskání Δs_i :

$$\Delta s_i = \frac{l_1 - l_i}{l_1} \cdot 100 [\%] \quad (\text{E } 34)$$

kde l_1 ... délka příze zakroucené zákrutem Z_1

l_i ... délka příze zakroucené zákrutem Z_i

kde platí $Z_i > Z_1$

Takto zavedená změna seskání $\Delta s [\%]$ určuje relativní změnu délky příze s vyšším zákrutem Z_i vzhledem k délce příze se zákrutem Z_1 . Délka l_1 je tedy bází, ke které se změna seskání vztahuje.

Dále použijeme

$$\Delta s_i = \frac{\frac{1}{\text{tex}_i} - \frac{1}{\text{tex}_1}}{\frac{1}{\text{tex}_1}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{\text{tex}_1}{\text{tex}_i}\right) \cdot 100 [\%] \quad (\text{E } 35)$$

kde tex_1 ... jemnost příze zakroucené zákrutem Z_1

tex_i ... jemnost příze zakroucené zákrutem Z_i

V našem případě byla měřena jemnost každé příze na délce nejméně 3600 m.

Pro daný soubor 22 přízí předených z pramene byla vypočtena změna seskání Δs_i [%] dle rovnice (E 35) - hodnoty viz tabulka P 3 v příloze I, i v následující tabulce E 6. Podobně pro příze předené z přástu je vypracována tabulka E 7.

Vypočtené hodnoty Δs_i [%] jsou porovnávány :

- 1) s hodnotami Δs_{M_i} , což jsou změny seskání vypočtené z rovnice dle modelové představy :

$$\Delta s_{M_i} = 100 \left[t_{\beta}^2 \left(\frac{\beta_i}{2} \right) - t_{\beta}^2 \left(\frac{\beta_1}{2} \right) \right] \quad [\%] \quad (E 36)$$

kde β_1 ... úhel sklonu periferních vláken k ose příze
jemnosti tex_1 a zákrutu Z_1

β_i ... úhel sklonu periferních vláken k ose příze
jemnosti tex_i a zákrutu Z_i

Při měření průměru příze d a zákrutu příze Z plyne úhel β z rovnice (26) :

$$t_{\beta} = \pi d Z$$

- 2) s hodnotami Δs_K , což jsou změny seskání vypočtené z rovnice prof. Korického (87)

$$\Delta s_K = 0,0009 \left[\left(\alpha_{2/3i}^{T_m} \right)^2 - \left(\alpha_{2/31}^{T_m} \right)^2 \right] \quad [\%] \quad (E 37)$$

Porovnání s tímto vztahem bylo zvoleno proto, že poměrně dobře odpovídá zjištěným hodnotám u nižších zákrutů.

Hodnoty Δs_i pro příze z pramene jsou vyneseny v grafu E 8 v závislosti na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^{T_t}$ v grafu E 9 v závislosti na zákrutovém koeficientu $\alpha_{0,518}^{T_t}$ resp. 4β .

[illegible]

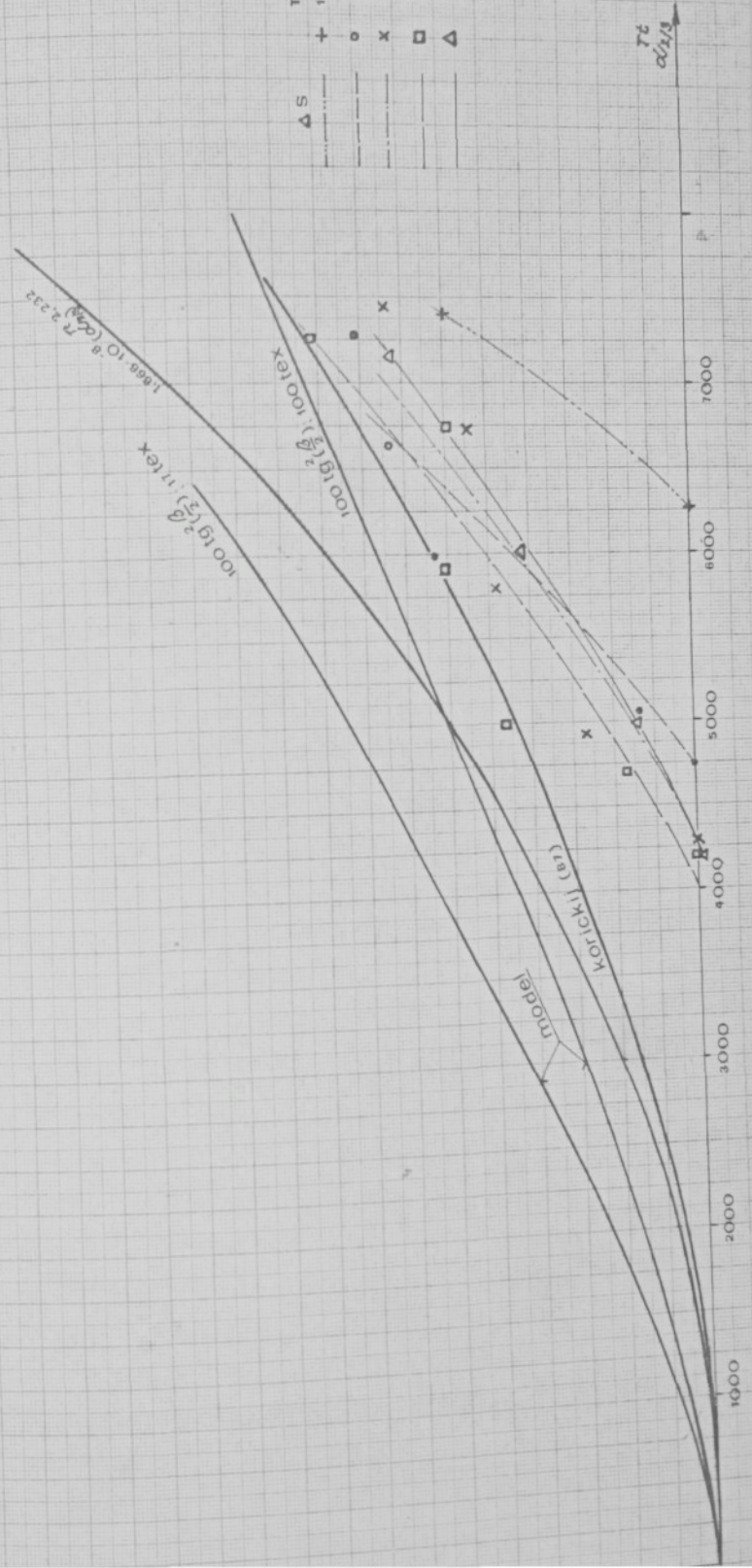
t_{ext} $\dot{m}_{\text{ZM}}$	t_{ext} $\dot{c}_{\text{max}}$	$\dot{m}_{\text{ZM}}$ $= \dot{m}_{\text{ZM}}$	Z $[\text{m}^2]$	d $[\text{mm}]$	$\frac{t_p}{\beta} =$ $\frac{t_p}{\beta}$	β $[\circ]$	$S_M =$ $= \frac{100 \cdot \frac{t_p}{\beta}}{[\%]}$	$\Delta S_M =$ $= S_M - S_M^{\text{pr}} \quad [\%]$	$S_K =$ $= 9 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{t_p}{\beta} \quad [\%]$	$\Delta S_K =$ $= S_K - S_K^{\text{pr}} \quad [\%]$	$\Delta S_j =$ $= \left(1 - \frac{t_p}{\beta}\right) \cdot \frac{100}{100 - t_p} \quad [\%]$	$S_R =$ $= \frac{100 \cdot \frac{t_p}{\beta}}{[\%]}$	$\Delta S_R =$ $= S_R - S_R^{\text{pr}} \quad [\%]$	S_H
42	41,39	54,80	455,7	0,2944	0,4214	22,85	4,08	-0-	2,702	-0-	-0-	3,66	-0-	0,662
24	24,16													
42	41,54	65,00	542,4	0,2796	0,4764	25,47	5,11	1,03	3,802	1,10	0,37	5,35	1,69	0,744
24	24,07													
42	42,80	76,40	624,9	0,2868	0,5198	27,47	5,97	1,89	5,253	2,55	3,31	7,67	4,01	0,879
24	23,36													
34	33,82	56,20	538,7	0,2638	0,4464	24,06	4,54	-0-	2,842	-0-	-0-	3,87	-0-	0,533
30	29,56													
34	35,19	70,10	654,3	0,2608	0,5360	28,19	6,3	1,76	4,422	1,58	3,89	6,33	2,46	0,701
30	28,41													
34	35,35	80,00	738,0	0,2480	0,5749	29,89	7,12	0,82	5,760	2,92	5,92	8,50	4,63	0,809
30	27,81													
25	25,19	53,30	619,6	0,2186	0,4255	23,05	4,16	-0-	2,556	-0-	-0-	3,44	-0-	0,614
40	39,69													
25	25,52	68,60	766,6	0,2136	0,5144	27,22	5,86	1,70	3,992	1,44	1,31	5,65	2,21	0,681
40	39,19													
25	26,62	77,80	871,5	0,2107	0,5768	29,98	7,17	3,01	5,447	2,89	5,37	7,99	4,55	0,759
40	37,56													
17	16,91	55,90	852,2	0,1710	0,4578	24,60	4,75	-0-	2,812	-0-	-0-	3,82	-0-	0,592
60	59,46													
17	17,41	71,20	1061,7	0,1652	0,5509	28,85	6,62	1,87	4,562	1,81	3,41	6,56	2,74	0,689
60	57,43													
17	17,56	77,30	1145,2	0,1621	0,5831	30,25	7,3	2,55	5,377	2,56	4,23	7,88	4,06	0,736
60	56,94													

Tab. E

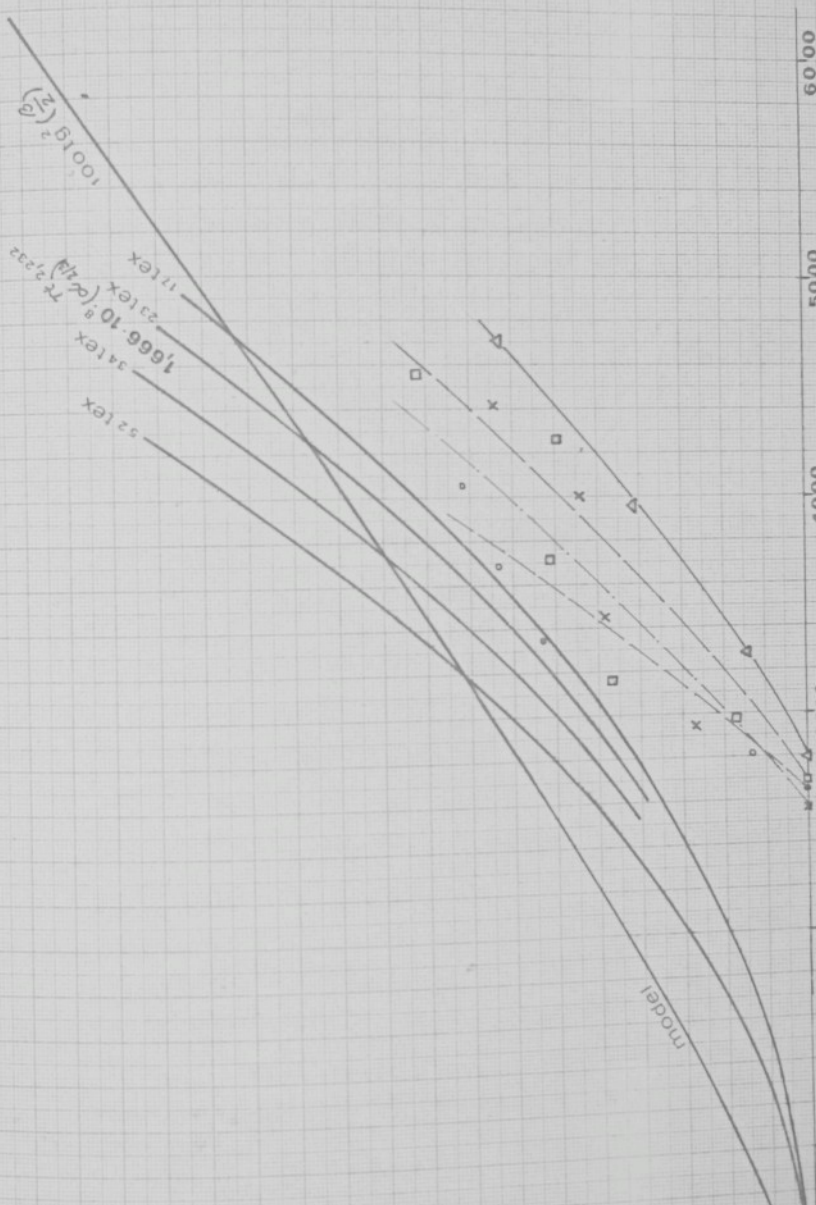
Porovnání zjištěných hodnot se sčítacími příze předané z průřezu s hodnotami vypočtenými dle rovnic (E 36), (E 37) a (E 40)

72
26/3

graf závislosti seskání na zákrutovém koeficientu



β [°] 20 22 24 26 28 30 35



TEX	Symbol
52	○
34	×
23	□
17	△

$\alpha_{0.519}$

1000 2000 3000 4000 5000 6000

Graf E 8 zvýrazňuje odlišnost průběhů teoretických křivek seskání s_M (model) a dosažených výsledků měření. Se stoupajícím koeficientem $\alpha_{2/3}$ se zvyšují teoretické hodnoty seskání s_M jemných přízí (tex 17) více než u hrubých přízí (tex 100). Regresní čáry pro hodnoty Δs_i vztahující se k přízi dané jemností s minimálním přádním zákrutem jako bázi a vypočtené z rovnice (E 17) - naznačují v závislosti na výchozím zákrutovém koeficientu vyšší strmost pro regresní čáry Δs_i , je-li báze u vyššího zákrutového koeficientu. Průběhy regresních čar Δs_i pro jednotlivé jemnosti však dovolují pro přepočet na křivky $s = f(\alpha_{2/3})$ využít možnost náhrady jedinou křivkou, tedy bez ohledu na jemnost příze. S ohledem na průběh zkusmo proložených křivek Δs_i byla navržena pro křivky $s = f(\alpha_{2/3})$ regresní rovnice mocninného typu :

$$s = k_1 (\alpha_{2/3}^{T_m})^{k_2} \quad (E 38)$$

Výpočet byl proveden opět optimalizační metodou dle Wildeho. Po optimalizaci rovnice obecného tvaru

$$\Delta s_j = k_1 (\alpha_{2/3_j}^{T_m} - \alpha_{2/3_1}^{T_m})^{k_2} \quad (E 39)$$

byly zjištěny hodnoty pro soubor přízí z pramene :

$$k_1 = 0,000436$$

$$k_2 = 2,246$$

Regresní rovnice pro seskání příze s_R v závislosti na zákrutovém koeficientu :

$$s_R = 0,000436 (\alpha_{2/3}^{T_m})^{2,246} [\%] \quad (E 40)$$

Po optimalizaci souboru přízí předených jak z pramene, tak i z přástu byly odvozeny konstanty :

$$k_1 = 0,000485$$

$$k_2 = 2,232$$

Pro 34 vyšetřovaných bavlněných přízí byla tedy zjištěna regresní rovnice pro seskání - viz (91) :

$$s_R = 1,666 \cdot 10^{-8} (\alpha_{2/3}^{Tt})^{2,232} = 0,000485 \cdot a_m^{2,232} \quad (E 41)$$

kde $a_m = \alpha_{2/3}^{Tt} = \frac{\alpha_{2/3}^{Tt}}{100} \dots$ zákrutový koeficient normovaný (ČSN 80 2120)

V grafu E 8 $s = f(\alpha_{2/3})$ je funkce (E 41) dána jedinou křivkou platnou pro všechny jemnosti příze.

Pro srovnání je uvedena i křivka seskání s_K dle rovnice (87). Pro daný případ jsou hodnoty seskání navrhované prof. Korickým menší než výsledek experimentálních prací.

Graf E 9 dává představu o závislosti seskání na zákrutovém koeficientu $\alpha_{0,518}$, t.j. i na úhlu sklonu periferních vláken β . Teoretické hodnoty seskání z modelových představ s_M jsou reprezentovány jedinou křivkou pro všechny jemnosti příze. Hodnoty Δs_i a pro ně vynešené regresní čáry pro jednotlivé jemnosti přízí dokumentují názorně poměrně dobrou shodu jejich průběhu s průběhem regresních křivek s_R dle rovnice (E 41).

Srovnání výsledků experimentálních prací a teoretických analýz seskání včetně empirických vzorců

Z grafu E 9 vyplývá, že přes určitý rozptyl hodnot zjišťovaných změn seskání Δs_i je nutné respektovat existenci vyšších hodnot seskání pro hrubší příze a

nižších hodnot pro jemnější příze v závislosti na úhlu sklonu periferních vláken k ose příze, resp. na zpřesněném zákrutovém koeficientu $\alpha_{0,518}$.

Tím je dána u staplových přízí odchylka od výsledků teoretických analýz. Zajímavým zjištěním je poznatek, že pro menší zákruty (úhel sklonu periferních vláken k ose příze $\beta = (22,5 \div 29)^\circ$) vyplývají hodnoty seskání pod teoretickou křivkou, u vyšších zákrutů nad křivkou. (To lze předpokládat i přesto, že nízké zákruty nebyly použity.) Jsem toho názoru, že důvody pro počáteční nižší hodnoty seskání vzhledem k teoretickým je nutné hledat především v prokluzech a narovnávání vláken zakrucované staplové příze. Při dostatečné soudržnosti vláken v zakrucované přízi je dosaženo teoretických hodnot seskání při úhlu sklonu periferních vláken $\beta = (22,5 \div 29)^\circ$ - dle jemnosti příze a pro vyšší zakroucení převyšuje seskání teoretické hodnoty - viz tabulka E 6, E 7 : poměr s_R/s_M . Příčinu tohoto jevu je nutné zřejmě hledat v projevech migrace vláken. Skutečnost, že vlákna nejsou uspořádána v ideálních šroubovicových trajektoriích, nýbrž že migrují - se projevuje u vyšších zákrutů příze ($\alpha_{2/3}^{Tt} > 5000$; resp. $\alpha_{0,518}^{Tt} > 3200$) nejen - dle teoretických představ vyrovnání délek vláken ve směru osy příze, ale i větším zkrácením délky příze.

1.2.3 lnářské příze

Základními geometrickými znaky lnářských přízí, zvláště se zřetelem na příčné rozměry lnářských přízí, se zabýval Salaba ve studii [34] vypracované pro potřeby lnářského průmyslu v r.1972.

V této studii se přistoupilo k následujícímu členění druhů lnářských přízí, u nichž se zjišťovaly příčné rozměry:

- 1) lenky mokropředené režné
- 2) PES/lenky mokropředené režné
- 3) koudelky mokropředené režné
- 4) suchopředené lenky i koudelky režné
- 5) lenky mokropředené půlbílené
- 6) PES/lenky mokropředené půlbílené
- 7) koudelky mokropředené půlbílené
- 8) suchopředené lenky a koudelky půlbílené

Příčné rozměry byly zjišťovány na profilprojektoru Somet II dle metodiky SVÚT popsané v části "Příčné rozměry přízí", odd. 1.1.8.2, 1.1.8.3 a 1.1.8.4. Tabulky naměřených hodnot jsou uvedeny v příloze IV, tabulka P 8 až P 15.

Celkové množství jednotlivých zkoušek zjišťování příčných rozměrů lnářských přízí dosahuje téměř 100.000 zkoušek.

Z hlediska úvodní úvahy o příčných rozměrech lnářských přízí je vhodné předeslat, že u těchto přízí je všeobecně snižen vliv zákrutu na průměr, šířku i tloušťku přízí, vzhledem k vlivu zákrutu např. u bavlnářských přízí. Fyzikálně je nutné spatřovat příčinu snížení tohoto vlivu zákrutu ve skutečnosti, že průměry lnářských, obzvláště mokropředených přízí jsou při stejné srovnávané jemnosti (tex) podstatně menší než průměry bavlnářských přízí, t.j. koeficienty zaplnění průměrů přízí podstatně vyšší. Vliv vyššího zákrutu na zmenšení průměru příze pro příze s vyšším koeficientem zaplnění je touto skutečností podstatně omezen.

Z tohoto důvodu bylo přikročeno u lnářských přízí při tvorbě výpočetních vztahů pro průměr příze k rozdělení na vztahy :

- 1) bez ohledu na zákrut příze
- 2) s ohledem na zákrut příze.

Tvar vzorce ad 1) je vhodný pro praktické účely, vzorec ad 2) pro přesnější studie, které předpokládají statistické rozdělení hodnot s ohledem na zákrut. Nutno však podotknout, že přibližně stejný vliv na průměr příze má i použitý materiál (směs), který je pro lněné příze značně variabilní.

Analýza zákrutového koeficientu d_q u lnářských přízí vedla k závěru, který je zajímavý obzvláště při srovnání s ostatními staplovými přízemi. Analýza totiž potvrdila oprávněnost používání vzorce pro průměr příze (bez ohledu na zákrut) tvaru : $d = C_d \sqrt{\text{tex}}$

Z hlediska fyzikálního významu to znamená, že pro uvažovaný rozsah jemnosti přízí zůstává měrná hmotnost příze prakticky konstantní, konstantní je i koeficient zaplnění průřezu příze.

Při uvažování vlivu zákrutu vyplývá obecný tvar rovnice pro výpočet průměru příze

$$d = \frac{C_d \cdot \text{tex}^{1/2}}{(\alpha_q^{1/2})^{\text{konst}}} \quad \text{viz rovnice (45)}$$

Při hledání kvocientu zpřesněného zákrutového koeficientu se tedy ztotožňuje $q = 1/2$, $\alpha_q = \alpha_{1/2}$, t.j. potvrzuje se oprávněnost použití odvození dle Koechlina. Při optimalizačních postupech byly nalezeny zanedbatelné odchylky od vztahu $q = 1/2$, takže pro regresní rovnice bylo použito vždy vyjádření $\alpha_q = \alpha_{1/2}$.

Režné příze

1.2.3.1 Režné příze lenky

V tabulce P 8 v příloze IV jsou shrnuty hodnoty příčných rozměrů pro lenky režné, a to v rozsahu jemnosti

přízí vyráběných ve lnářském průmyslu ČSSR.

U jemností 84, 48 a 34 tex byly vyrobeny poloprovozně příze z jednotné suroviny v zákrutových řadách :

$$\alpha_{1/2}^{T_m} = 80, 92, 105, 117.$$

Zákrutové řady slouží pro stanovení závislosti

$$d = f(\text{tex}, \alpha_{1/2}).$$

U ostatních (průmyslových) přízí, kde nebyly provedeny systematické zákrutové řady, byly použity vzorky s příslušným zákrutem a dle možností též rozříděny do shora uvedených skupin dle velikosti zákrutových koeficientů. U průměru příze byla relativní přesnost průměru pro počet měření na 1 položce prakticky vždy $< 3\%$. Konfidenční interval průměru výběrového souboru při statistické jistotě 95 % činil v nejhorším případě $\pm 0,0086 \text{ mm}$. Tato chyba odpovídá chybě při vlastním jednotlivém měření a odečítání hodnot. Poněkud horší výsledky se obdržely u šířek zatížených přízí (viz variační koeficienty pro šířky a pro průměr příze tab.P8), ovšem ani zde konfidenční interval ve většině případů nepřesahuje $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Naopak pro tloušťku zatížené lenky jsou relativní přesnosti lepší jak u průměrů přízí.

Regresní rovnice pro výpočet průměru rezné lenky bez ohledu na zákrut :

$$d = 0,035819 \sqrt{\text{tex}_{sk}} \quad [\text{mm}] \quad (\text{E } 42)$$

s korelačním koeficientem lineární regrese $k_r = 0,968$.

Regresní rovnice pro výpočet průměru rezné lenky s ohledem na zákrut:

$$d = \frac{0,067461 \sqrt{\text{tex}_{sk}}}{(\alpha_{1/2}^{T_m})^{0,1417}} \quad [\text{mm}] \quad (\text{E } 43)$$

Porovnání naměřených a vypočtených hodnot dle rovnice (E 42) a (E 43) je provedeno v tabulce E 8.

Relativní rozšíření přízí při zatížení nacházíme u režných lenek ve značně velkém rozsahu $\Delta a_d = (1,8 \div 17,7) [\%]$ - nezávisle na zákrutu a jemnosti příze. Při dosahovaných přesnostech šířky příze a_d a průměru příze d je tedy nutno poukázat na nerovnoměrnost schopnosti příze vzdorovat zatížení (zploštitelnosti). Přesto je možno očekávat, že při poměrně malých rozdílech $a_d - d$ ovlivňují tyto zjištěné aritmetické průměry výběrového souboru značně velikost relativního rozšíření Δa_d . S ohledem na možnost existence aritmetického průměru na hranicích konfidenčního intervalu lze s přihlédnutím na extrémní hodnoty 1,8 % a 17,7 % redukovat původní interval relativního rozšíření na $\Delta a_d = (7 \div 12,7) \%$. V tabulce P 8 jsou uvedeny i hodnoty koeficientu zploštění $e = \frac{t}{a_d}$ v intervalu $\langle 0,602 \div 0,960 \rangle$.

Pro šířku zatížené příze bez ohledu na zákrut byl vyexperimentován vztah :

$$a_d = 0,053266 \cdot tex^{0,43} - 0,010 \text{ [mm]} \quad (\text{E } 44)$$

s koeficientem korelace $k_r = 0,909$.

Pro tloušťku zatížené příze bez ohledu na zákrut byla odvozena regresní rovnice

$$t = 0,0040044 \cdot tex^{0,92} + 0,056 \text{ [mm]} \quad (\text{E } 45)$$

s koeficientem korelace $k_r = 0,942$.

Celkový počet měření d , a_d , t činí přes 25.000 jednotlivých zkoušek.

Tabulka naměřených a vypočtených hodnot
průměrů režných lenek

Tab. E 8

tex_{jm}	tex_{sk}	T_m $d_{1/2}$	d_{sk} [mm]	d_v [mm] (E42)	Δd [%]	d_v [mm] (E43)	Δd [%]
105	97,65	97	0,3565	0,3539	- 0,72	0,3486	- 2,22
84 Lú	75,18		0,3132	0,3106	- 0,83	-	-
84 Lú	78,49	78	0,3237	0,3173	- 1,98	0,3224	- 0,41
84 Lú	82,78	76	0,3243	0,3259	+ 0,49	0,3323	+ 2,46
84 L	87,26	80	0,3368	0,3346	- 0,65	0,3387	+ 0,56
84 L	82,30	92	0,3212	0,3249	+ 1,15	0,3225	+ 0,39
84 L	87,79	105	0,3278	0,3356	+ 2,38	0,3269	- 0,28
84 L	85,91	117	0,3137	0,3320	+ 5,88	0,3184	+ 1,50
66 Lú	63,53	78	0,2642	0,2855	+ 8,06	0,2900	+ 9,77
66 Lú	64,89	110	0,2967	0,2885	- 2,76	0,2792	- 5,90
66 Lú	64,76		0,2634	0,2882	+ 5,41	-	-
56 Lú	51,30		0,2600	0,2565	- 1,35	-	-
56 Lú	51,25	79	0,2742	0,2564	- 6,49	0,2600	- 5,17
56 Lú	47,61		0,2424	0,2471	+ 1,94	-	-
56 Lú	51,28	87	0,2702	0,2565	- 5,07	0,2566	- 5,04
56 Lo	55,30	97	0,2714	0,2663	- 1,88	0,2624	- 3,33
56 Lo	59,55		0,2802	0,2764	- 1,50	-	-
56 Lo	50,32	90	0,2538	0,2540	+ 0,08	0,2529	- 0,34
48 L	47,50	80	0,2522	0,2469	- 2,10	0,2499	- 0,92
48 L	46,55	92	0,2572	0,2444	- 4,98	0,2425	- 5,71
48 L	48,54	105	0,2440	0,2495	+ 2,25	0,2431	- 0,39
48 L	48,92	117	0,2269	0,2506	+10,44	0,2402	+ 5,86
48 Lo	46,83	100	0,2437	0,2451	+ 5,74	0,2404	- 1,36
48 Lo	48,78	108	0,2545	0,2502	- 1,75	0,2427	- 4,64
48 Lep	47,03		0,2599	0,2456	- 5,50	-	-
42 Lo	40,22		0,2270	0,2271	+ 0,04	-	-
42 Lep	42,01		0,2248	0,2321	+ 3,24	-	-
37 Lo	34,47	100	0,2267	0,2103	- 7,23	0,2062	- 9,04
34 L	33,13	80	0,2053	0,2062	+ 0,43	0,2087	+ 1,65
34 L	33,55	92	0,2092	0,2074	- 0,86	0,2059	- 1,58
34 L	34,54	105	0,1956	0,2105	+ 7,61	0,2050	+ 4,82
34 L	33,12	117	0,2231	0,2061	- 7,61	0,1977	-11,38

1.2.3.2 Směsové příze PES/lenky rezné

V tabulce P 9 v příloze IV jsou uvedeny výsledky měření pro rozsah příze (105+287) tex. Příze 84 tex a 66 tex - byly provedeny variace zákrutu ($\alpha_{1/2}^{Tm} = 95$ a 105) a variace směr.poměru. (PES/len : 10/90, 17/83 a 25/75 %). U vyšších jemností jsou pak výsledky i pro směs PES/len 67/33. Pod pomoc. označením 15 ÷ 21 je uvedeno 7 přízí, od kterých existují výsledky jak rezných, tak půlbílených přízí. Dosahované přesnosti jsou podobné jako u rezných lenek. Relativní rozšíření zatížených přízí je v rozsahu (5÷17) %. Průměr směsových přízí roste s menším zákrutem a větším podílem PES vláken až do podílu 25 %. Při zvyšování až na 65 % PESs se hodnota průměru ani relativního rozšíření dále nezvyšuje. Celkový počet měření - 13.000.

Průměr rezné příze PES/len bez ohledu na zákrut a směsový poměr :

$$d = 0,038833 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 46)$$

s koeficientem korelace : 0,951

Pro příze do 25 % podílu PESs byl zjišťován vliv zákrutu při rozdělení do 2 skupin :

$$\alpha_{1/2}^{Tm} = 92, \text{ resp. } \alpha_{1/2}^{Tm} = 105$$

$$\text{Pro } \alpha_{1/2}^{Tm} = 95 : d = 0,039212 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 47)$$

$$\text{pro } \alpha_{1/2}^{Tm} = 105 : d = 0,038580 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 48)$$

šířka zatížené příze :

$$a_d = 0,0014471 \cdot tex_{sk}^{115} + 0,170 \quad [mm] \quad (E 49)$$

s koeficientem korelace : 0,947.

Tloušťka zatížené příze

$$t = 0,14480 \cdot tex_{sk}^{0,93} - 0,257 \quad [mm] \quad (E 50)$$

1.2.3.3 Mokropředené koudelky režné

Výsledky měření jsou uvedeny v tab. P 10, příloha IV pro rozsah jemnosti (200 ÷ 84) tex. Zákrutové řady byly systematicky provedeny pro příze 135 tex a 84 tex.

S pomocným označením jsou uvedeny pouze 3 položky.

Přesnosti výsledků měření jsou poněkud horší než u lenek (obzvl. pro šířky přízí), avšak jsou na průměrné úrovni 3% relativní přesnosti aritmetického průměru.

Relativní rozšíření příze bylo zjištěno v rozsahu (3,2 ÷ 13)%.

Celkový počet měření - 10.650.

Rovnice pro výpočet :

průměr příze bez ohledu na zákrut:

$$d = 0,037081 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 51)$$

s korelačním koeficientem lineární regrese $K_r = 0,977$;
průměr příze s ohledem na zákrut :

$$d = \frac{0,06282 \sqrt{tex_{sk}}}{(\alpha_{1/2}^{T_m})^{0,1133}} \quad [mm] \quad (E 52)$$

šířka zatížené příze :

$$a_d = 0,49963 \cdot tex_{sk}^{0,19} - 0,800 \quad [mm] \quad (E 53)$$

$$K_r = 0,954$$

tloušťka zatížené příze

$$t = 0,11899 \cdot tex_{sk}^{0,34} - 0,256 \quad [mm] \quad (E 54)$$

$$K_r = 0,992$$

1.2.3.4 Suchopředené lněné příze režné

V tab. P 11, příloha IV, jsou společně zahrnuty koudelky i lenky předené za sucha v jemnostech vyráběných ve lnářském průmyslu (n.p. Texlen, závody 01 a 06).

Relativní přesnosti výsledků jsou nad očekávání dobré (v průměru 2 %).

Relativní rozšíření zatížených přízí je v rozsahu $s_{ad} = (7,7 \div 11,3) \%$ a podobně jako v předchozích případech nevykazovalo závislost na jemnosti příze.

Celkový počet měření - 8.700.

Regresní rovnice pro výpočet průměru příze

$$d = 0,038795 \sqrt{\text{tex}_{sk}} \quad [mm] \quad (E 55)$$

$$k_r = 0,975$$

Šířka zatížené příze

$$a_d = 0,0012741 \cdot \text{tex}^{107} + 0,245 \quad [mm] \quad (E 56)$$

$$k_r = 0,980$$

Tloušťka zatížené příze

$$t = 0,89523 \cdot 10^{-3} \cdot \text{tex}_{sk}^{107} + 0,191 \quad [mm] \quad (E 57)$$

$$k_r = 0,960$$

Pálbílené příze

1.2.3.5 Lenky pálbílené

Tabulka výsledků měření P 12, příloha IV, navazuje u 14 přízí bezprostředně na tabulku P8. Rozsah jemnosti je rovněž shodný. Dále jsou zahrnuty i příze MAB (vyrobené

speciální technologii bělení v přástu) pro vyšší jemnosti. Zákrutové řady již nejsou sledovány. Statistické charakteristiky u jednotlivých sledovaných veličin jsou velmi podobné hodnotám získaným při zkoušení rezných lenek (srovnej zvl. u přízí s pomoc. označením).

Relativní rozšíření Δa_d nalézáme u půlbílených lenek v rozsahu $(5,3 \div 22,8) \%$ bez výrazné závislosti na jemnosti přízí. Při porovnání s různými lenkami nutno konstatovat zvýšení zploštitelnosti přízí jako důsledek úbytku hmoty při bílení přízí, resp. zmenšení koeficientu zaplnění. Celkový počet měření - 20.600.

Rovnice pro výpočet průměru příze

$$d = 0,038773 \cdot \sqrt{\text{tex}_{sk}} \quad [mm] \quad (E 58)$$

$$k_r = 0,930$$

Šířka zatížené příze

$$a_d = 0,014632 \cdot \text{tex}_{sk}^{0,72} + 0,060 \quad [mm] \quad (E 59)$$

$$k_r = 0,872$$

Tloušťka zatížené příze

$$t = 0,0024904 \cdot \text{tex}_{sk}^{0,99} + 0,073 \quad [mm] \quad (E 60)$$

1.2.3.6 Směsové příze PES/lenky půlbílené

Tabulku P 13, příl. IV - tvoří z převážné většiny výsledky měření přízí navazujících přímo na rezné příze PES/lenky (stejně partie), t.j. s pomocným označením (15:23) v rozsahu jemnosti $(84 \div 34) \text{tex}$.

Statistické charakteristiky jsou adekvátní rezným přízím. Relativní rozšíření zatížených přízí $\Delta a_d = (8,6 \div 25,5) \%$. Zajímavé jsou závislosti relat. rozšíření na % podílu PESs u 84 tex - do 25 % PESs.

U vyššího podílu PESs (67/33) nelze vystopovat další výrazný vzrůst rozšíření. Maximum rozšíření tedy leží v rozsahu podílu (25÷67) % PESs.

V porovnání s reznými přízemi je relativní rozšíření půlbílených přízí větší.

Celkový počet měření - 9.550.

Průměr příze

$$d = 0,043165 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 61)$$

$$k_r = 0,974$$

Šířka zatížené příze

$$a_d = 0,13325 \cdot tex_{sk}^{0,39} - 0,257 \quad [mm] \quad (E 62)$$

$$k_r = 0,959$$

Tloušťka zatížené příze

$$t = 0,013349 \cdot tex_{sk}^{0,66} + 0,016 \quad [mm] \quad (E 63)$$

$$k_r = 0,969$$

1.2.3.7 Mokropředané koudelky půlbílené

Souhrn výsledků měření příčných rozměrů - viz tab. P 14 v příloze IV - je proveden pro příze v rozsahu jemnosti (200÷84) tex K včetně 3 přízí stejných partií s příslušnými reznými přízemi.

Nestejnoměrnost hodnot průměrů příze dle variačního koef-

ficientu je adekvátní příslušným ukazatelům u režných koudlek a dosahuje až $v = 30 \%$.

Relativní rozšíření přízí nacházíme v rozsahu

$\Delta a_d = (9,7 \div 16,4) \%$, t.j. zploštitelnost koudelných přízí vzrostla půlbílením.

Celkový počet měření - 6.050.

Regresní rovnice pro průměr koudelkové příze půlbílené

$$d = 0,040354 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 64)$$

$$k_r = 0,931$$

Šířka příze zatížené :

$$a_d = 0,096966 \cdot tex^{0,38} - 0,100 \quad [mm] \quad (E 65)$$

tloušťka zatížené příze

$$t = 0,01407 \cdot tex^{0,63} + 0,050 \quad [mm] \quad (E 66)$$

1.2.3.8 Suchopředené příze půlbílené

Tabulka P 15 v příloze IV - obsahuje výsledky měření příčných rozměrů suchopředených koudlek i lenek i rozsahu jemnosti ($200 \div 84$) tex.

Konfidenční interval aritmetických průměrů je vždy menší jak $\pm 0,01$ mm. Relativní rozšíření přízí bylo naměřeno v rozsahu $\Delta a_d = (10,8 \div 17,2) \%$ a vykazuje opět posun k vyšším hodnotám ve srovnání s režnými přízemi.

Celkový počet měření - 4.300.

Pro průměr příze byla odvozena rovnice

$$d = 0,038858 \sqrt{tex_{sk}} \quad [mm] \quad (E 67)$$

$$k_r = 0,987$$

šířka příze zatížené

$$a_d = 0,053922 \cdot tex_{sk}^{0,47} - 0,034 \quad [mm] \quad (E\ 68)$$

tloušťka zatížené příze

$$t = 0,043772 \cdot tex_{sk}^{0,49} - 0,097 \quad [mm] \quad (E\ 69)$$

Z odvozených regresních rovnic (viz souhrnná tabulka E 9) jsou v tabulkách P 16 ÷ P 23 v příloze IV vypočítány hodnoty průměru, šířky a tloušťky přízí pro obvyklé jemnosti [tex] lnářských přízí (v některých případech se vyskytuje malá nepřesnost, způsobená výpočtem pro původní jemnosti vyjádřené v metrické soustavě číslování).

Grafy regresních rovnic pro průměr, šířku a tloušťku příze jsou uvedeny v původní zprávě [34], kde jsou uvedeny pro detailní ilustraci statistické závislosti sledovaných příčných rozměrů příze i naměřené hodnoty.

Maximální relativní odchylky změřených hodnot průměrů od hodnot vypočtených z regresních rovnic bez ohledu na zákrut mohou v ojedinělých případech dosáhnout (z dále diskutovaných důvodů) i (10+15) %.

Je zajímavé, že u suchopředených přízí činí maximální relativní odchylka průměrů pouze 5 %. Vyplyvá z toho, že suchopředené příze jsou v příčných rozměrech relativně stejnoměrné, co se týče průměrných naměřených hodnot jednotlivých položek. (Tuto poznámku nelze vztahovat na chlupatost apod.). Je třeba mít ovšem na zřeteli, že zákrut suchopředených přízí je dodržován v úzkém rozsahu.

1.2.3.9 Analýza a zobecnění poznatků o příčných rozměrech lnářských přízí

Porovnání vzorců pro výpočet průměrů lnářských přízí, šířek i tloušťek zatížených přízí umožňuje souhrnná tabulka E 9.

1.2.3.9.1 Porovnání objemnosti lnářských přízí

V tab. E 9 jsou uvedeny regresní rovnice pro výpočet průměru lnářských přízí odvozené ze závislosti na (skutečné) jemnosti.

Sledujeme-li průměry přízí na bázi rezných přízí - pro střední hodnoty bez ohledu na zákrut zjišťujeme :

- 1) příze PES/len jsou o 8,3 % objemnější než lenky (přesně : průměry se liší o 8,3 %)
- 2) koudelky mokropředené jsou o 3,5 % objemnější než lenky
- 3) suchopředené příze jsou objemnější o 8,3 % než lenky

Sledujeme-li průměry přízí na bázi půlbílených přízí v závislosti na skutečné jemnosti půlbílené příze, lze shledat :

- 1) příze PES/len jsou objemnější o 11,3 % jak půlbílené lenky (přesně : průměry se liší o 11,3 %)
- 2) mokropředené koudelky jsou o 4,1 % objemnější než lenky
- 3) suchopředené příze půlbílené mají však průměr pouze o 0,22 % větší než půlbílené lenky mokropředené.

Na bázi shodné (skutečné) jemnosti půlbílených přízí se tedy původní difference v objemnosti u rezných přízí zvětšují u směsovek a koudelk v relaci k lenkám a zmenšují na minimum u suchopředných přízí.

REGRESNÍ ROVNICE PRO VÝPOČET PRŮMĚRU, ŠÍŘEK A
TLOUŠŤEK PRO JEDNOTLIVÉ DRUHY LNÁŘSKÝCH PŘÍZÍ

Tab. E 9

Druh příze	průměr příze $\bar{d}$ [mm]	k_r	šířka příze a_d [mm]	k_r	tloušťka příze t [mm]	k_r
emky režné	0,035819 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,968	0,053266 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,43}$ - 0,010	0,909	0,0040044 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,92} + 0,056$	0,942
ES/ba režné	0,038833 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,951	0,0014471 $\text{tex}_{\text{sk}}^{1,15} + 0,170$	0,947	0,14480 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,3} - 0,257$	0,976
udelky režné	0,037081 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,977	0,49963 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,19} - 0,800$	0,954	0,11899 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,34} - 0,256$	0,992
uchopředené režné	0,038795 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,975	0,0012741 $\text{tex}_{\text{sk}}^{1,07} + 0,245$	0,980	0,00089523 $\text{tex}_{\text{sk}}^{1,07} + 0,191$	0,960
emky pùlbílené	0,038773 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,930	0,014632 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,72} + 0,060$	0,872	0,0024904 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,99} + 0,073$	0,782
ES/lea pùlbílené	0,043165 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,974	0,13325 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,39} - 0,257$	0,959	0,013349 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,66} + 0,016$	0,969
oudelky pùlbílené	0,040354 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,931	0,096966 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,38} - 0,100$	0,885	0,014070 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,63} + 0,050$	0,751
uchopředené pùlbílené	0,038858 $\sqrt{\text{tex}_{\text{sk}}}$	0,987	0,053922 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,47} - 0,034$	0,917	0,043772 $\text{tex}_{\text{sk}}^{0,49} - 0,097$	0,974

V tomto srovnání jsou hodnoty jednotlivých druhů přízí ovlivňovány velikostí úbytku hmoty při bílení (odlišná změna skutečné jemnosti příze), jakož i rozdílným vlivem tohoto tepelně-chemického zušlechťovacího procesu.

Pro půlbílené příze je z hlediska praktických potřeb žádoucí získat znalost geometrických charakteristik v závislosti na jmenovité jemnosti půlbílených přízí, t.j. v podstatě v závislosti na jemnosti rezné příze. Pro tento účel bylo využito přízí uvedených v tabulkách s pomocným označením, resp. přízí, které byly bíleny z rezných přízí známé jemnosti. Dostatečný počet těchto případů existuje pouze u lenek a směsových přízí PES/len. U lenek byl v daném rozboru zjištěn průměrný váhový úbytek bílením 7,7 %. Metodou nejmenších čtverců odchylek byla stanovena závislost

$$d_{1/2 \text{ b/l. lenek}} = 0,036059 \sqrt{\text{tex}_{\text{rež. lenek}}} \quad [\text{mm}] \quad (\text{E } 70)$$

s koeficientem korelace $k_r = 0,940$

Porovnáme-li vztah (E 70) se vztahem (E 42), zjišťujeme, že bílením a sušením lenek se průměr příze nemění. (Diference výsledku při použití konstant z těchto dvou vztahů činí maximálně 2,5 μm , což je zanedbatelné.) Jiné zjištění však nacházíme u směsových přízí PES/len. Značný rozdíl konstant ve vzorcích pro reznou přízi (E 46), resp. půlbílenou přízi (E 61) nemůže být vyrovnán rozdílem (skutečné) jemnosti příze (tex_{sk}) rezné a půlbílené příze.

U sledovaných 7 přízí byl zjištěn váhový úbytek půlbílením 2,2 % (pro příze s obsahem PES do 25 % - tzn., že pro příze s vyšším podílem PESs bude úbytek hmoty ještě menší).

Závislost průměru příze půlbílené PES/len byla stanovena prakticky pro příze s $\alpha_{1/2}^{Tm} = 95$:

$$d_{1/2 \text{ bil. PES/lenky}} = 0,043292 \sqrt{\text{tex}_{\text{rež. PES/lenky}}} \text{ [mm]} \quad (\text{E 71})$$

s koef.korelace $k_r = 0,923$

Srovnáním se vztahem (E 46) vyplývá, že průměr přízí PES/len se technologickou operací bělení + sušení zvětší o průměrně 11,5 % vzhledem k režné přízi.

Souhrn poznatků o objemnosti lnářských přízí

Provedeme-li srovnání objemností (průměrů) půlbílených lnářských přízí na bázi jmenovité jemnosti (t.j. shodné jemnosti výchozích režných přízí), lze konstatovat :

- 1) Průměr lenek se nemění v důsledku procesu bělení přízí.
- 2) Směsové příze PES/len zvětší svůj průměr po bělení a sušení příze o cca 11,5 %. Původ této velké změny objemnosti je nutno spatřovat ve skutečnosti, že tepelným účinkem dojde k dodatečnému vyvolání sráživosti polyesterového podílu vláken (protažených průtahem na doprácím stroji) a tím i ke změně uspořádání vláken v průřezu příze, které má za následek zvětšení průměru. Zvětšení průměru obzvláště vynikne při srovnání směso-
vých přízí PES/len s lenkami, kde při shodné výchozí jemnosti v režném stavu přízí nacházíme rozdíly průměrů 20 %.

(Příklad : příze PES/len 66 tex půlbílená má průměr příze o cca 20 % větší než lenka půlbílená 66 tex.)

- 3) Pro koudelové příze nebyly vlivy procesu bělení sledovány u více položek. Je možné však oprávněně předpokládat, že vzhledem k charakteru příze, uspořádání vlá-

ken a analogii procesu dopřádání jako u lenek bude i zde zachován průměr přízí po bílení (viz též Komarov [33]). Za těchto předpokladů plyne 3,5 %-ní zvýšení objemnosti koudelek vzhledem k lenkám v rezném i půlbíleném stavu.

- 4) U suchopředených přízí dochází v důsledku bílení k dalším odchylným jevům.

Průměry přízí vyjádřené v závislosti na shodné jemnosti (skutečné) rezné i půlbílené příze jsou prakticky shodné (rozdíl 0,16 % průměru). Protože však dochází vlivem bělicího procesu ke ztrátám hmotnosti příze, vyplývá z toho závěr :

Průměr půlbílených suchopředených přízí se vzhledem k výchozímu reznému stavu zmenšuje a při oprávněném předpokladu stejného úbytku hmoty při bílení jako u lenek jsou průměry lněných mokropředených i suchopředených přízí po bílení shodné (viz rovnice (E 58) a (E 67)).

Toto zjištění opravuje mylné dřívější názory o větší objemnosti suchopředených přízí při srovnání s mokropředenými. (Tyto názory jsou oprávněné pouze při měření rezných přízí po dopřádání - viz porovnání na bázi rezných přízí.)

Vliv zákrutu lnářských přízí na průměr

Odvozením vztahu pro výpočet průměru s ohledem na zákrut příze a srovnáním hodnot vypočtených s ohledem i bez ohledu na zákrut - viz tab. E 8 pro lenky - vyplývá, že používání vzorce pro výpočet průměru příze bez ohledu na zákrut přináší zásadně nepřesnosti, avšak pro některé jednotlivé položky přízí nelze očekávat značné snížení maximálních odchylek vypočtených hodnot od změřených. Důvody pro tyto "nezákonné" odchylky jsou :

- 1) dodatečné zjišťování zákrutů vyrobených lnářských přízí měřením je velmi nepřesné (v relaci např. s bavlněnými přízemi)
- 2) důležitý vliv na průměr příze má i použitý materiál (směs).

Z těchto důvodů lze pro praktické používání doporučit vzorce pro výpočet průměrů lnářských přízí bez ohledu na zákrut.

Porovnání průměrů lněných a bavlněných mykaných přízí :

Orientační procentuální porovnání průměrů půlbílených lenek (rovnice (E 58)) a bavlněných mykaných přízí (E 18) na bázi jmenovitých jemností a pro střední zákruty přízí (u lenek $\alpha_{1/2}^{Tm} \approx 95$, u bavlněných přízí $\alpha_{2/3}^{Tm} = 64$) umožňuje následující tabulka E 10 :

Tab. E 10

jemnost příze (tex _{jm})	84	66	56	48	42	34
přírůstek na průměru bavln. myk. přízí vzhledem k lenkám (%)	31,0	25,4	22,9	19,9	18,5	17,6

Pro hrubší příze je rozdíl průměrů větší než pro jemnější příze.

1.2.3.9.2 Koeficient zaplnění průřezu jednotlivých druhů lnářských přízí

Vyjdeme-li ze vztahů pro průměry lnářských přízí bez ohledu na vliv zákrutu, což lze v případě lnářských přízí učinit ve většině případů s vyhovující přesností výsledků - lze vypočítat hodnoty koeficientu zaplnění průřezu příze pomocí rovnice (E 1), resp. (E 2).

Měrná hmotnost elementárních lněných vláken je uvažována dle Kukina a Solovjeva [41]

$$\rho_v = 1,37 \cdot 10^3 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Vyčíslení koeficientů zaplnění k_z pro jednotlivé druhy lnářských přízí (rezné i půlbílené) je uvedeno v následující tabulce E 11. Je třeba zdůraznit, že při porovnávání hodnot k_z a měrné hmotnosti příze ρ_p rezných a půlbílených přízí je třeba mít na zřeteli, že se jedná o vyjádření hodnot v závislosti na skutečných jemnostech přízí.

V tabulce je uvedena rovněž relativní změna koeficientu zaplnění průřezu příze Δk_z [%] způsobená bílením příze. Nejvyšší koeficient zaplnění byl zjištěn u rezných lenek: $k_z = 0,724$; nejmenší koeficient zaplnění pak u půlbílených PES/lenek $k_z = 0,499$.

Srovnáním s ostatními staplovými přízemi z přírodních i chemických vláken lze konstatovat, že u lnářských přízí (konkrétně u lenek) se dosahuje nejvyšších hodnot koeficientu zaplnění průřezu přízí.

Koeficient zaplnění a měrné hmotnosti přízí pro jednotlivé
druhy lnářských přízí

Tab.E 11

druh příze	stav	k_z	$\Delta k_z =$ $\frac{k_{zrež} - k_{způb}}{k_{zrež}} \cdot 100 [\%]$	ρ_p [kg·m ⁻³]
lenky mokropředené	režné	0,724	14,5	992
	půlbílené	0,619		848
PES / lenky	režné	0,616	19,0	844
	půlbílené	0,499		684
koudelky mokropředené	režné	0,676	15,5	926
	půlbílené	0,571		782
suchopředené lenky a koudelky	režné	0,618	0,3	847
	půlbílené	0,616		844

1.2.3.9.3 Analýza zjištěných výsledků měření šířek
resp. relat. rozšíření přízí zatížením.

Vycházíme-li z obecně známé závislosti o vztahu zákrutu a průměru příze, je třeba respektovat existenci poměrně častých výjimek z této statisticky platné závislosti. Tyto výjimky jsou nutně ovlivněny danou surovinovou skladbou (směsí) v měřeném úseku příze a pravidelností uspořádání vláken v přízi.

Existuje-li tedy případ, kdy pro přízi s vyšším zákrutem je změřen abnormálně větší průměr příze s prakticky shodnou jemností (tex_{sk}), je nutné předpokládat i nižší hodnotu koeficientu zaplnění v dané přízi.

Potvrzení tohoto předpokladu je možné spatřovat v další měřené hodnotě - šířce zatížené příze.

Např. pro zákrutovou řadu u tex 48 L - viz tab. P 8, příloha IV - jsou hodnoty průměru příze obecně v souladu s předpokládanou tendencí. Průměry přízí jsou menší u přízí s vyšším koeficientem zákrutu. Výjimku představuje příze s $\alpha \frac{T_m}{1/2} = 92$, kde průměr je větší než průměr příze s $\alpha = 80$. Šířka zatížené příze a_d byla nalezena pro $\alpha \frac{T_m}{1/2} = 92$ větší než u příze $\alpha \frac{T_m}{1/2} = 80$. Relativní rozšíření příze $\alpha = 92$ činí 15,2 %, u příze $\alpha \frac{T_m}{1/2} = 80$ pouze 11,8 %. Podobně viz zákrutové řady u 34 tex, kde diskutované výjimky dokonce převažují, resp. u 84 tex (tab P 8).

Z tohoto porovnání vyplývá, že zplošťovací schopnost příze, t.j. rozšíření neboli odolnost proti působení příčného zatížení závisí na skutečném koeficientu zaplnění průměru příze.

Jinými slovy : závislost jemnosti příze, zákrutu, průměru a šířky zatížené příze lze z fyzikálního hlediska nahradit závislostí skutečného koeficientu zaplnění příze a šířky

zatížené příze.

Protože koeficient zaplnění souvisí - za splnění podmínek předpokládaných teorií (shodné uspořádání vláken, stejná jemnost techn.vláken apod.) - se zákrutem příze, lze obecně předpokládat, že rozšíření příze zatížením (zploštění) je funkcí (nepřímo úměrnou) zákrutového koeficientu.

Uvedené příklady výjimek umožňují určit další závěr : Je-li zjištěna abnormalita již u průměrů přízí, je zvyrazněna ještě více při srovnání šířek zatížených přízí (% rozšíření je mnohem vyšší než %-ní odchylka abnormálního změřeného a předpokládaného průměru).

Tímto způsobem je možno logicky zdůvodnit skutečnost, že maximální odchylky zjištěných průměrných hodnot průměru a šířek přízí od hodnot vypočtených z rovnic regresních funkcí (bez ohledu na zákrut příze) jsou vždy vyšší u šířek přízí než u průměru. Jelikož jsou diskutované výjimky poměrně časté, není proveden výpočet šířek zatížených přízí v závislosti na zákrutu příze.

Relativní rozšíření příze je dodatečně navíc zatíženo nepříznivým vztahem jednak poměrně širokého konfidenčního intervalu pro aritmetický průměr průměru a šířky příze, jednak poměrně malým rozdílem šířky a průměru příze. Z tohoto důvodu jsou hodnoty relativního rozšíření příze zatížením v poměrně širokém rozsahu. Doporučuji proto uvažovat konstantní průměrné relativní rozšíření zatížených přízí v celém rozsahu jemnosti a bez ohledu na zákrut - viz násl. tabulka E 12.

Uvedené hodnoty slouží pro stanovení korelací s příčnými rozměry zatkaných přízí (v současné době návaznou studií dokončuje Výzkumný ústav lýkových vláken v Šumperku) a pro následné zpracování studie konstrukčně-strukturální teorie lnářských tkanin pro přímé využití ve lnářském

Hodnoty relativního rozšíření lnářských přízí

Tab. E 12

Druh příze	Stav příze	$\Delta a_d = \frac{a_d - d}{d} \cdot 100$ [%]	přírůstek rel. rozšíření : $\frac{\Delta a_{d \text{ bil}} - \Delta a_{d \text{ rež}}}{\Delta a_{d \text{ rež}}} \cdot 100$ [%]
lenky mekropřed.	režné	9,6	31
	půlbílené	12,6	
PES/lenky	režné	13,4	21
	půlbílené	16,2	
keudelky mekropřed.	režné	8,8	73
	půlbílené	15,2	
suchepřed. příze	režné	9,3	32
	půlbílené	12,3	

Největší zvětšení relativního rozšíření zatížených přízí v důsledku bělení je dosaženo u mekropředových keudelek. Absolutně se zvětší o 6,4 %, relativně o 73 %.

průmyslu. Předpokládá se upřesnění dosavadních poznatků v dalších studiích.

Tloušťka lnářských přízí byla zjišťována za účelem využití těchto poznatků při výpočtu tloušťky tkaniny. Popis relace tloušťky a šířky zatížené příze je zaveden pomocí koeficientu zploštění e :

$$e = \frac{t}{a_d} \quad (E 72)$$

U lenek rezných nalézáme :	$e = 0,630 \div 0,960$
PES/lenky rezné	$e = 0,508 \div 0,827$
koudelky mokropřed.rezné	$e = 0,674 \div 0,933$
suchopředené rezné	$e = 0,626 \div 0,798$
lenky půlbílené	$e = 0,547 \div 0,802$
PES/lenky půlbílené	$e = 0,496 \div 0,658$
koudelky mokropřed.půlbíl.e	$e = 0,505 \div 0,798$
suchopředené půlbílené	$e = 0,699 \div 0,815$

Nižší hodnoty koeficientu zploštění odpovídají nižším zákrutům, vyšší hodnoty koeficientu zploštění pak vyšším zákrutům ($\propto \frac{T_m}{1/2} = 110$). Zploštitelnost přízí zatížením charakterizovaná pomocí koeficientu zploštění (nepřímou úměrou) stoupá výrazně bělicím procesem u lenek, směsových přízí PES/len a koudelk, naopak klesá u suchopředěných přízí (zdůvodnění je třeba hledat ve zmenšení průměrů suchopředěných přízí bělením).

1.2.4 Ověření funkce přístroje D-metr konstrukce SVÚT

V části 1.1.8.2 je podána informace o automatickém měření průměru příze pomocí přístroje D-metr vyvinutého v SVÚT Liberec. Základní ověření funkce přístroje D-metr je uve-

děno podrobně ve výzkumné zprávě aspiranta [74]. Stručnou formou zde budou prezentovány výsledky a závěry ověření funkce přístroje :

Seřízení přístroje

Z hlediska seřízení přístroje pro měření odpovídajícího průměru příze (jedná se o nepřímou metodu) je zásadní znalost cejchovací (kalibrační) křivky. Důsledkem změny nastavené úrovně světelné pohltivosti je odlišná odečtená hodnota průměru příze - viz cejchovací křivky v příloze V., graf E 10. Srovnáním s hodnotami průměru měřenými dosud opticky (na profilprojektoru) bylo stanoveno, že úroveň světelné pohltivosti je třeba nastavit na hodnotu 68,4 % (v hodnotách napětí 380 mV).

Reprodukovatelnost dosažených výsledků

Za účelem zjištění reprodukovatelnosti měření bylo prováděno na stejném úseku příze několikanásobně opakované měření. Vyhodnocení naměřených hodnot bylo provedeno v zásadě dvojím způsobem :

- 1) z hlediska reprodukovatelnosti měřených hodnot na i -té fotonce ($\sum i = 10$)
- 2) z hlediska reprodukovatelnosti aritmetického průměru z 10 fotonek.

Bylo zjištěno, že variabilita měřených hodnot (10x opakovaně měřených) sledovaná pomocí rozpětí (rozdílu max. a min. naměřené hodnoty na každé fotonce) má své minimum právě u hodnoty světelné pohltivosti, doporučené pro měření adekvátních průměrů příze. Pro přízi průměrné vzhledové kvality činí průměrné kolísání hodnot $\pm 10 \mu\text{m}$ pro jednotlivou fotonku. Hodnoty průměru příze vypočteného jako aritmetický průměr z 10 průmětů byly zjištěny při opakovaném měření téhož úseku příze s kolísáním $\pm 5 \mu\text{m}$.

Srovnání hodnot průměrů příze měřených opticky a na přístroji D-metr

Jako srovnávací báze bylo stanoveno měření na profilprojektoru SOMET II. Vlastní měření se provádělo na přízích předaných z přástu (viz též odd. 1.2.2.1.2). Při nastavení světelné pohltivosti 68,4 % (~ 380 mV) bylo pro soubor 12 přízí a 160 měření/1 položku zjištěno: konfidenční interval aritmet. průměru je u všech položek menší než $10\text{ }\mu\text{m}$ a relativní přesnost průměru vždy menší jak $\pm 5\%$ - při pravděpodobnosti 95 %. Variační koeficienty mají průměrnou hodnotu cca 20 %, což je asi o 6 % více než při měření optickém. Svědčí to o vyšším podílu náhodných chyb při měření na D-metru (především na jednotlivých fotonkách).

Průměrné hodnoty průměrů přízí zjištěných na obou přístrojích se liší maximálně o $20\text{ }\mu\text{m}$.

V daných případech těchto větších odchylek průměrů lze spíše zdůvodnit měření na D-metru, které potvrzuje např. známé zákonitosti souvislosti průměru příze a zákrutu. Dále bylo zjištěno, že D-metr poskytuje pro hrubší a méně zakroucené příze (např. $a_m = 55;42$ tex) hodnoty průměru zpravidla o $10\text{ }\mu\text{m}$ větší než měření subjektu na profilprojektoru. Z hlediska výsledků měření průměru přízí a odvozených regresních rovnic (viz např. odd. 1.3.2.1.4) lze právě pro tuto oblast (hrubých a méně zakrucovaných přízí) uznat objektivitu hodnot naměřených D-metrem.

Časová náročnost měření průměrů

Normativ spotřeby času (s interní platností v laboratoři SVÚT) udává přepočtem pro 300 měření průměru příze na profilprojektoru 195 min., t.j. 3 hod 15 min.

Pro 300 měření na D-metru činí spotřeba času cca 60 minut. V případě použití D-metru se spotřeba času pro měření

průměru (300 zkoušek) sníží (3:4)x vzhledem k dosavadnímu způsobu měření na profilprojektoru. Pro informaci dodávám, že průměry přízí se v SVÚT Liberec měří již 1 rok pouze na přístroji D-metr.

Na přístroji D-metr byly rovněž zjišťovány příčné rozměry skaných přízí.

Podrobnější informace - viz odd. 2.3.2.1

Komplexní hodnocení přístroje D-metr

Přístroj D-metr pro měření příčných rozměrů nedeformovaných přízí je z hlediska funkce (reprodukovatelnost a přesnost výsledků, jejich objektivita) a obsluhovosti (časová úspora při měření, automatický provoz) přínosem pro použití ve fyzikálně-mechanické laboratoři a lze jej doporučit pro širší použití.

2.0 GEOMETRIE SKANÝCH PŘÍZÍ

Současné práce týkající se zkoumání geometrie skaných přízí vycházejí většinou ze studií Treloara z r.1956.

Treloar [7] se zabývá geometrií vícenásobně skaných přízí z nekonečných vláken za následujících podmínek :

- 1) každé z nekonečných vláken tvořících strukturu skané příze je neroztažitelné
 - 2) geometrie skaných přízí je reprezentována souborem koaxiálních šroubovic daných osami nekonečných vláken. Tyto osy mají tvar dvojité vinutých šroubovic, tj. šroubovice osy jednotlivého vlákna se ovíjí kolem šroubovicové osy jednoduché příze.
- Osa skané příze je přímková.

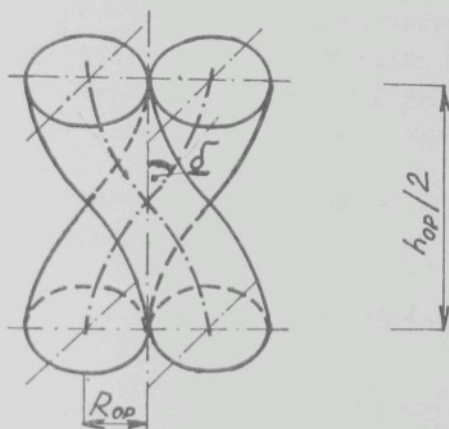
V první části práce je vybudován matematický popis trajektorie jednotlivého vlákna ve skané přízi, jakož i její délky, ovšem ve vztahu ke konečnému zákrutu po skání, který není *a priori* znám a nelze jej experimentálně (měřením) zjistit.

V druhé části teoretické studie Treloar použitím integrace přes celý průřez skané příze dospívá k výpočtu seskání jednoduché příze.

Kromě této základní práce existuje však do současné doby poměrně značné množství studií zabývajících se výpočtem konečného počtu zákrutů jednoduché příze po skání, přičemž se způsoby odvození i výsledné vztahy navzájem liší.

Tato část dizertační práce je vypracována s cílem vyjasnit tuto problematiku, vypracovat za daných podmínek

(shodných s uvedenými podmínkami Treloara) výsledný vztah na pevných logických základech a provést kritiku dosavadních studií.



obr.č. 13

Znázornění dvojmo skaných přízí

2.1 Seskání skané příze

2.1.1 Teoretické odvození seskání skané příze

Při výpočtu seskání jednoduché příze (viz vztah (61)) a seskání skané příze jsou v Treloarově studii [7] přiřazeny k předpokladům o geometrii skaných přízí (viz odd- 2.0 ad 1) a 2)) další předpoklady, které upřesňují vzájemné geometrické vztahy vláken nekonečné délky:

- 3) zákrut je stejný pro všechna vlákna
- 4) počet vláken vztažený na jednotkovou plochu kolmou k ose příze je konstantní v celém průřezu příze
- 5) délka osy skané příze se rovná průměrné hodnotě složky délek všech vláken ve směru osy skané příze.

Pro výpočet seskání 2x skané příze Treloar odvozuje vztah v našem značení :

$$S_{sk} = 100 \left\{ 1 - \frac{1}{\sin^2 \delta \cdot \cos \delta} \left[-(2 + c \cdot \sin \delta \cdot \cos \delta) \pm \right. \right. \\ \left. \left. \pm 2 (1 + \sin^2 \delta \cdot \cos^2 \delta + c \cdot \sin \delta \cdot \cos \delta)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad [\%] \quad (141)$$

$$\text{kde} \quad c = 2\pi R Z_{JP} \cdot \overline{\ell_0} \quad (142)$$

Z_{JP} ... počáteční zákrut jednoduché příze

R ... poloměr jednoduché příze totožný v idealizovaném případě se vzdáleností osy jednoduché příze od osy skané příze ($R = R_{JP}$)

$\overline{\ell_0}$... délka osy jednoduché příze vztažená na jednotkovou délku vlákna při zákrutu Z_{JP} .

δ ... úhel sklonu osy jednoduché příze vzhledem k ose skané příze

Vztah (141) lze úpravou zjednodušit pro výpočet :

$$S_{sk} = 100 \left\{ 1 - \frac{4 \cos \delta}{\sin^2 2\delta} \left[- \left(2 + c \frac{\sin 2\delta}{2} \right) + \left(2 + \frac{\sin^2 2\delta}{2} + c \sin 2\delta \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (142)$$

Rovnici (142) můžeme upravit s využitím rovnic (1), (5), (60) a (61) :

$$c = \operatorname{tg} \beta \left(1 - \frac{S}{100} \right) = \operatorname{tg} \beta \left(1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} \right) \quad (144)$$

kde β ... (formálně počáteční) úhel periferních vláken jednoduché příze vzhledem k ose jednoduché příze

S ... seskání jednoduché příze zakroucené zákrutem Z_{JP}

Přes složitost vyjádření seskání skané příze rovnicemi (143) a (144) je zřejmé, že seskání skané příze je pouze funkcí úhlů β a δ .

Treloar upozorňuje na mírný nesoulad teoretického výpočtu s experimentálními výsledky seskání při měření 2x skaného hedvábí, který zdůvodňuje přibližností předpokladu o tom, že pro výpočet uvažovaný "poloměr" jednoduché příze ve skané lze ztotožnit se vzdáleností osy jednoduché příze od osy skané příze a dále tím, že poloměr jednoduché příze po skaní různými předními s skacími zákruty není konstantní.

S těmito výhradami je nutné souhlasit. Podepření těchto názorů je uvedeno mimo jiné i v experimentální části

k tomuto oddílu.

Seskáním se teoreticky rovněž zabývají Kyuma, Kazama a Kobayashi [19].

2.1.2 Empirické vztahy pro výpočet seskání skané příze

Spravočník po chlopkotkačestvu [26] uvádí následující vztahy pro výpočet koeficientu seskání $\mathcal{P}_{SK}$ dvojmo skaných přízí bavlněných :

pro skaní směru ZS :

$$\mathcal{P}_{SK} = \sqrt{1 - 47 \cdot 10^{-7} (\alpha_1^{Tm})^2 + 0,02 \sqrt{\frac{(\alpha_0^{Tm})(\alpha_1^{Tm})}{tex_0}}} \quad (145)$$

kde α_0^{Tm} ... zákrutový koeficient dle Koechlina pro jednoduchou přízi

α_1^{Tm} ... zákrutový koeficient dle Koechlina pro skanou přízi

tex_0 ... jemnost jednoduché příze

Obdobně pro skaní směru ZZ, resp. SS :

$$\mathcal{P}_{SK} = \sqrt{1 - \left(\frac{0,06}{\sqrt{\frac{1000}{tex_0}}} + 0,015 \right) (\alpha_1^2 + \alpha_0 \alpha_1) \cdot 10^{-4}} \quad (146)$$

Porovnáním hodnot koeficientu seskání pro bezvřetenové a klasické skané příze dochází Kaminska [79] k závěru, že skané bezvřetenové příze vykazují o (10÷15)% vyšší seskání (zkrácení) než klasické.

V tabulce č.5 jsou uvedeny hodnoty koeficientu seskání pro skaní ZS bezvřetenových a klasických bavlněných přízí v závislosti na skacím zákrutovém koeficientu (dle Koechlina). Přírodní zákrutový koeficient není udán.

Hodnoty koeficientu seskání pro skaní ZS bezvřetenových a klasických bavlněných přízí
v závislosti na skacím zákrutovém koeficientu $\alpha_1^{T_m}$ (dle Koechlina).

Tab. č 5

system predení	$\alpha_1^{T_m}$	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
bezvřetenový	γ_{SK}	0,994	0,990	0,986	0,980	0,972	0,964	0,954	0,943	0,931	0,918
klasický	γ_{SK}	1,003	0,997	0,992	0,987	0,982	0,977	0,972	0,963	0,968	0,958

2.2 Konečný zákrut v jednoduché přízi po skaní

Treloar dává ve své studii [7] dále odpověď na otázku z praktického hlediska využití velmi důležitou, i když právě v praxi zanedbávanou : "Jaký je konečný počet zákrutů v jednoduché přízi po skaní ?"

Vychází z rovnice pro celkovou torzi vláken :

$$\tau = \tau_o + \frac{1}{\Sigma} = \frac{d\theta}{dl} + \frac{1}{\Sigma} \quad (150)$$

kde τ ... celková torze vláken
obecně platí :

$$\tau = 2\pi Z \quad (151)$$

kde Z ... zákrut vztažený na délku
zakroucené příze (skutečný)

$\tau_o = \frac{d\theta}{dl}$... torze vlákna daná počátečním zákrutem
jednoduché příze před skaním

$\frac{1}{\Sigma}$... torze vlákna způsobená skacím zákrutem

Pro případ, že poloha osy seskávané jednoduché příze je dána šroubovicí o poloměru R_{op} , platí dle obr.č.13 :

$$\frac{1}{\Sigma} = \frac{1}{R_{op}} \sin \delta \cdot \cos \delta \quad (152)$$

Za okolností, kdy by se délka zakroucené jednoduché příze vlivem skaní neměnila, je :

$$\tau_o = \frac{d\theta}{dl} = 2\pi Z_{JP} \quad (153)$$

kde Z_{JP} ... počáteční zákrut jednoduché příze (před skaním) vztažený na jednotku délky zakroucené jednoduché příze

V obecném případě dochází ovšem při skaní ke změně délky osy jednoduché příze před skaním ℓ_{JP} na konečnou délku jednoduché příze ℓ_{JK} po skaní.

Z toho důvodu zkroucení vztažené na délku jednoduché příze po skaní ℓ_{JK} :

$$\frac{d\theta}{d\ell} = 2\pi Z_{JP} \cdot \frac{\ell_{JP}}{\ell_{JK}} = \tau_0 \quad (154)$$

Poté :

$$\tau = 2\pi Z_{JP} \frac{\ell_{JP}}{\ell_{JK}} + \frac{1}{R_{op}} \sin \delta \cdot \cos \delta \quad (155)$$

Potud odvození Treloarovo.

Pokračujeme dále v úpravě této rovnice:

Poměr $\frac{\ell_{JP}}{\ell_{JK}}$ analogicky pro definici koeficientu seskání φ (viz str. 58) $= \frac{1}{\varphi_{JS}}$, tedy

$$\varphi_{JS} = \frac{\ell_{JK}}{\ell_{JP}} \quad (156)$$

kde φ_{JS} ... seskání zakroucené jednoduché příze v důsledku skaní (neboli relativní změna délky příze skaním)

Vztah (154) lze psát po zavedení koeficientu seskání :

$$\frac{d\theta}{d\ell} = \frac{2\pi Z_{JP}}{\varphi_{JS}} \quad (157)$$

Dosazením vztahů (152) a (157) do rovnice (155) pro celkové zkroucení :

$$\tau = \frac{2\pi Z_{JP}}{\varphi_{JS}} + \frac{1}{R_{op}} \sin \delta \cdot \cos \delta \quad (158)$$

Protože však pro celkové zkroucení platí :

$$\tau = 2\pi Z_{JK} \quad (159)$$

kde Z_{JK} ... konečný zákrut jednoduché příze po skaní
vztažený na jednotkovou délku (1 m) jed-
noduché příze po skaní

Můžeme dále rovnici (158) upravit dosazením zákrutů,
tak jak je v textilní praxi běžné.

Po úpravě :

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{g_{JS}} + \frac{1}{2\pi R_{OP}} \sin \delta \cdot \cos \delta \quad (160)$$

Analogicky vzhledem k rovnici (26) můžeme vyjádřit :

$$2\pi R_{OP} Z_{SK} = \tan \delta \quad (161)$$

kde Z_{SK} ... skací zákrut příze vztažený na délku 1 m
skané příze

Výraz (160) se zahrnutím (161) poskytuje rovnici pro vý-
počet konečného zákrutu jednoduché příze po skaní vzhle-
dem k ose jednoduché příze ve tvaru šroubovice :

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{g_{JS}} \pm Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad (162)$$

znaménko - platí pro protisměrné skaní;
v případě skaní S/S nebo Z/Z je třeba po-
užít znaménko + .

Rovnice (162) pro konečný zákrut jednoduché příze po
skaní vycházející z Treloarova odvození tedy vyjasňuje
poměrně složitou problematiku jeho teoretického odvo-
zení. Je nutné zdůraznit, že ve studiích podobného cha-
rakteru odvození jako je Treloarova analýza je nejpro-
blematičtější momentem v podstatě logická úvaha o dů-
sledcích změny délky jednoduché zakroucené příze skáním
vzhledem k zákrutovým poměrům.

Treloar předpokládá, že tato změna délky způsobuje formální změnu počátečních zákrutů jednoduché příze, tj. upravuje pouze první člen na pravé straně rovnice (150). Prakticky shodným postupem odvozují konečný počet zákrutů v jednoduché přízi po skani japonskí autoři Kyuma, Kazama a Kobayashi [19].

Vychází rovněž z rovnice (150), (152) a dospívají nejprve k rovnici

$$\tau = \frac{d\theta}{d\ell} - \frac{\sin\delta \cdot \cos\delta}{R_{op}} \quad (163)$$

dále uvažují rovněž, že se délka jednoduché příze změní skaním : $\ell_{jp} \rightarrow \ell_{jk}$

Po zahrnutí rovnice (151) a vztahu :

$$\frac{u}{\ell} = \frac{\text{počet ovinů}}{\text{délka zakroucené příze}} = Z \quad (164)$$

autoři dedukují

$$\frac{u'}{\ell_{jk}} = \frac{u}{\ell_{jp}} - \frac{\sin\delta \cdot \cos\delta}{2\pi R_{op}} \quad (165)$$

a protože :

$$t_{\theta}\delta = 2\pi R_{op} Z_{sk} \quad \text{viz (161)}$$

vyplývá

$$\frac{\sin\delta \cdot \cos\delta}{R_{op}} = 2\pi Z_{sk} \cdot \cos^2\delta \quad (166)$$

odtud

$$\frac{u'}{\ell_{jk}} = \frac{u}{\ell_{jp}} - Z_{sk} \cdot \cos^2\delta \quad (167)$$

kde $\frac{u'}{\ell_{jk}}$... počet ovinů na délce jednoduché příze po skani

$\frac{u}{l_{JP}}$... počet ovinů na délce jednoduché příze před skaním

Při vyjádření v zákrutech obdržíme :

$$Z_{JK} = Z_{JP} - Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad (168)$$

Ze vzorce (167) i jeho tvaru (168) vyplývá, že zahrnutí změny délky jednoduché příze skaním se stává formální. Neprojeví se totiž při výpočtu; při konkrétním nahrazení členů na pravé straně rovnice zjištěnými hodnotami Z_{JP} , Z_{SK} a $\cos \delta$ (srovnej s rovnicí (162)).

Oprávněnost předchozí kritiky dílčího výsledku studie japonských autorů dokazuje práce Pavlova [20]. Pavlov odvozuje vztah pro konečný zákrut jednoduché příze po skaní na základě zákonů diferenciální geometrie.

Neuvažuje změnu délky jednoduché příze skaním, avšak pro konečný zákrut na délku 1 m osy jednoduché příze ve tvaru šroubovice odvozuje opět vztah

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad \text{viz (168)}$$

Tatarinov [23], Pavlov [20], Schwabe a Simon [21] (viz dále) ve svých pracích o stejném problému polemizují a srovnávají své výsledky s dříve odvozenými rovnicemi Lebeděva [22], Sokolova [10], Komarova [11], Vorošilova - cit. [23] a Korického [24].

Uvádí výsledné rovnice

Lebeděva :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \quad (169)$$

Sokolova :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm Z_{SK} \quad (170)$$

Vorošilova a Komarova :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm Z_{SK} \cdot \cos \delta \quad (171)$$

Korického :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad \text{viz (168)}$$

Všichni tito polemizující autoři (Tatarinov, Pavlov, Schwabe a Simon) dospívají rozdílnými postupy analýzy k výsledku, který je totožný s rovnicí (168), tedy i prof. Korického.

Schwabe a Simon [21] ovšem připouští, že při vysokém zakroucení skané příze musí být uvažováno i seskání jednoduché příze vlivem skaní, které vyvolá změnu zákrutů u počátečního zákrutu jednoduché příze. Odvolávají se na Nötzolda [16], který uvádí pro seskání rovnici (viz vztah (88), jež poskytuje pro obvyklé hodnoty zákrutu pouze seskání (1:2)%, což podhodnocuje v praxi hodnoty naměřené jinými autory) a z toho důvodu změnu délky jednoduché příze v důsledku skaní zanedbávají.

Schwabe a Simon [21] se zabývají podrobně studiem a analýzou zakroucení příze vzhledem k její ose, která je prostorovou šroubovicí. Studují teoreticky i prakticky zajímavý případ, kdy sledovaný úsek příze je nejprve stočený do kruhového oblouku (obr.č.14 a). Zákrut vzhledem k ose příze je nulový. Je-li tento úsek příze bez relativního pootáčení koncových průřezů přetvářen (obr. č.14 b) do směru kolmého k rovině původního kruhového oblouku (obr.č.14 c), vytváří se na této délce jeden zákrut.

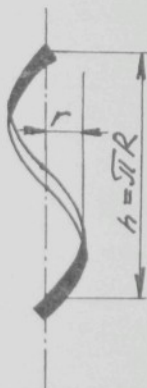
Schwabe a Simon pro objasnění tohoto jevu (jedná se např. o stahování příze z potáče "přes hlavu") rozlišují :

Tab. 16

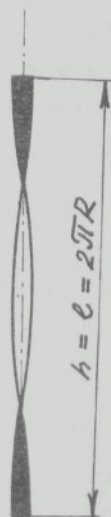
Obr.č.	h	r	ℓ	δ	$Z_{re} = \cos \delta$	$Z_{lat} = 1 - Z_{re}$
14 a	0	R	$2\pi R$	90°	0	1
14 b	πR	$R \frac{\sqrt{3}}{2}$	$2\pi R$	60°	0,5	0,5
14 c	$2\pi R$	0	$2\pi R$	0°	1	0



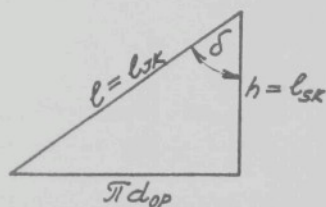
a)



b)



c)



d)

obr.č. 14

- a) reálné (skutečně existující, viditelné) zákruty na jeden ovin příze - Z_{re}
- b) latentní zákruty - ve tvaru rovinných či šroubovických ovinů - Z_{lat}

a uvádí vztah pro jeden ovin příze délky $\ell = 2\pi R$

$$Z_{re} + Z_{lat} = 1 \quad (172)$$

kde Z_{re} je dán složkou $\cos \delta$ jak plyne z předchozího obr.č.14 a tab.č. 6 .

Po této úvaze vychází Schwabe a Simon při stanovení konečných zákrutů jednoduché příze po skaní z rovnice pro vektorový součet :

$$\vec{Z}_{JK} = \vec{Z}_{JP} + \Delta \vec{Z}_{JP} \quad (173)$$

a pro speciální, avšak běžný případ skaní dvojmo, stejných jemností seskaných přízí a geometricky symetrické výsledné skané příze vyplývá pro zkroucení prostorové křivky θ^* na 1 m délky této křivky (při $Z_{JP} = 0$)

$$\theta^* = \frac{Z_{re}}{\ell_{op}} = \frac{\cos \delta}{\ell_{op}} = \frac{h_{op}}{\ell_{op}^2} \quad [m^{-1}] \quad (174)$$

kde ℓ_{op} [m] ... délka jednoho ovinu šroubovicové osy jednoduché příze ve skané přízi

h_{op} [m] ... délka jednoho ovinu osy jednoduché příze ve skané přízi ve směru osy skané příze

Odtud změna zákrutů jednoduché příze v důsledku skaní :

$$\Delta Z_{JP} = \theta^* = \frac{h_{op}}{\ell_{op}^2} = \frac{h_{op}}{h_{op}^2 + \pi^2 d_{op}^2} \quad (175)$$

protože zákrut skané příze je ovšem $Z_{SK} = \frac{1}{h_{op}}$, lze psát

$$\Delta Z_{JP} = \frac{Z_{SK}}{1 + \pi^2 d_{op}^2 \cdot Z_{SK}^2} \quad (176)$$

kde d_{OP} [m] ... průměr myšleného válce, na kterém jsou umístěny osy jednoduchých přízí v přízi skané

Pro případ nezdeformovaných symetrických jednoduchých přízí po skaní doporučují autoři použít vztahu

$$d_{OP} = \frac{d_{SK}}{2} \quad (177)$$

kde d_{SK} [m]... "průměr" (?) skané příze

(autoři neřeší problém definice "průměru" skaných přízí).

Po dosazení rovnice (176) do (173) dostáváme :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm \frac{Z_{SK}}{1 + (\pi d_{OP} Z_{SK})^2} \quad (178)$$

z rovnice (175) plyne, že :

$$\begin{aligned} \Delta Z_{JP} &= \frac{h_{OP}}{\ell_{OP}^2} = \frac{\cos \delta}{\ell_{OP}} = \frac{\cos \delta \cdot h_{OP}}{\ell_{OP} \cdot h_{OP}} = \\ &= \frac{\cos^2 \delta}{h_{OP}} = Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \end{aligned} \quad (179)$$

Dosazením do rovnice (173) :

$$Z_{JK} = Z_{JP} \pm Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad (180)$$

viz (168)

Tento výsledek tedy odpovídá přesně výrazu navrženému prof. Korickým a dalšími autory. Postup odvození je pozoruhodný tím, že nepoužívá metody vyšší matematiky a umožňuje snadnou kontrolu a logický sled na základě geometrických a trigonometrických zákonů a pouček.

Jak bylo uvedeno v předchozím textu, je zanedbána změna délky jednoduché příze vlivem skaní.

Závěrečná část studie konečného počtu zákrutů jednoduché příze po skaní je motivována snahou o vyjádření definitivního stanoviska a názoru o exaktním výpočtu zákrutových poměrů na jednoduché přízi po skaní, a to na základě rozboru řešení dle prof.Sokolova [10]. Z rozboru rovněž vyplýne nepochopení studie prof.Sokolova - viz uváděný nesprávně citovaný výsledný vzorec (170) některými autory.

Studii prof.Sokolova lze rozdělit zásadně na dvě části: v první části se zabývá zákruty jednoduchých seskávaných přízí v absolutních hodnotách, tj. zákruty existujícími na celkových zkoumaných délkách přízí.

Dospívá ke vzorci

$$Z_{JK\ abs} = Z_{JP\ abs} \pm Z_{SK\ abs} \quad (181)$$

viz (170)

kde $Z_{JK\ abs}$... konečný absolutní (celkový) počet zákrutů jednoduché příze po skaní

$Z_{JP\ abs}$... počáteční absolutní (celkový) počet zákrutů na zkoumané délce jednoduché příze před skáním

$Z_{SK\ abs}$... absolutní počet zákrutů vložených při skaní na celkové zkoumané délce přízí

Při uvedení vzorce (181) Sokolov výslovně podotýká, že jeho použití je oprávněno pouze v případech, kdy je vyčíslení zákrutů provedeno v absolutních hodnotách, vztažených k celkovým délkám použitých přízí před i po skaní. Správnost vzorce (181) pro daný případ použití lze snadno verifikovat praktickým důkazem - zkouškou, kterou provádělo mnoho přadláků.

Tento příklad ovšem nevyjadřuje svou podstatou procesy v přádelnách a skárnách, kde se sledují zákruty vztažené na 1) délku před zakroucením - jedná se o tzv. teoretický zákrut

2) délku po zakroucení - jedná se o tzv. zákrut skutečný

Nesprávně pochopený vzorec (181) je patrně příčinou toho, že někteří autoři - Pavlov [20], Schwabe a Simon [21] a další - jej přiřazují k serii dalších vzorců, zabývajících se stanovením (poměrných) zákrutů v jednoduché přízi po skaní - viz vzorec (168), (169) a (171).

Adekvátní výraz pro tento zákrut stanoví Sokolov ovšem až v druhé části své práce.

Uveďme postup odvození Sokolova v našem značení :
jednoduchá příze má např. pravý zákrut Z_{JP} vztažený na jednotku délky zakroucené příze. Při skaní dvou přízí je ustaven zákrut Z_{SK} opačného směru vztažený na jednotku délky zakroucené skané niti. ℓ_{JP} je výchozí délka zakroucené jednoduché příze.

Důsledkem skaní zákrutem Z_{SK} je skutečnost, že příze změní svou původní délku, takže výsledná délka skané nitě je

$$\ell_{SK} = \ell_{JP} \cdot \varphi_{SK} \quad (182)$$

kde φ_{SK} ... koeficient seskání skané nitě

Absolutní počet zákrutů $Z_{SK \text{ abs}}$ obsažený na délce skané nitě ℓ_{SK} je určen součinem $\ell_{SK} \cdot Z_{SK} = \ell_{JP} \cdot \varphi_{SK} \cdot Z_{SK}$. Pak celkový (absolutní) počet zákrutů $Z_{JK \text{ abs}}$ na délce každé komponentní příze je dán analogicky vzorcí (181) (s přihlédnutím na znaménko vyplývající ze směru zákrutů)

algebraickým součtem :

$$Z_{JKabs} = \ell_{JP} \cdot Z_{JP} - \ell_{JP} \cdot \varphi_{SK} Z_{SK} \quad (183)$$

Tento počet konečných zákrutů Z_{JKabs} je nutné vztáhnout k délce jednoduché komponentní příze ℓ_{JK} .

Délku ℓ_{JK} určuje koeficient seskání :

$$\varphi_{JS} = \frac{\ell_{JK}}{\ell_{JP}} \quad (156)$$

vyjadřující změnu délky jednoduché příze skaním (neboli změnou zákrutů ze Z_{JP} na Z_{JK}).

Nyní Sokolov vyjadřuje (poměrný) počet konečných zákrutů na jednoduché seskané přízi Z_{JK} pomocí rovnice (183) :

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JKabs}}{\ell_{JP} \cdot \varphi_{JS}} = \frac{Z_{JP} - Z_{SK} \cdot \varphi_{SK}}{\varphi_{JS}} \quad (184)$$

Pro vyčíslení Z_{JK} je třeba znát koeficienty seskání φ_{JS} a φ_{JK} .

Potud Sokolov.

Upravme vzorec (184) do tvaru adekvátního výrazům odvozeným dříve uvedenými autory.

Poměr

$$\frac{\varphi_{SK}}{\varphi_{JS}} = \frac{\ell_{SK} \cdot \ell_{JP}}{\ell_{JP} \cdot \ell_{JK}} = \frac{\ell_{SK}}{\ell_{JK}} \quad (185)$$

kde však platí : (viz obr.č.)

$$\frac{\ell_{SK}}{\ell_{JK}} = \cos \delta \quad (186)$$

Vzorec (184) po dosazení (186) :

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{\varphi_{JS}} - Z_{SK} \cdot \cos \delta \quad (187)$$

Pokračováním v řešení dle prof. Sokolova byl odvozen vzorec (187), o kterém (ve tvaru vztahu (184)) Sokolov tvrdí, že vyjadřuje konečný počet zákrutů jednoduché příze po skaní.

Na základě této skutečnosti je třeba :

- 1) opravit citace některých autorů o Sokolovově interpretaci výpočtu zákrutů Z_{JK} - viz uváděný vzorec (170). Úpravou Sokolovova vztahu se dospívá ke vztahu (187), který je identický s rovnicí dle Vorošilova a Komarova (171) - s výjimkou zanedbání koeficientu seskání φ_{JS} .
- 2) vysvětlit příčinu rozdílu vztahu (187) od vztahu odvozeného uvedenou úpravou Treloarovy rovnice (162) a autorů Schwabeho a Simona (180), kteří vědomě zanedbávají koeficient seskání φ_{JS} .

Zmíněný rozdíl vztahů lze vyjasnit poměrně jednoduchým vysvětlením následovně :

Sokolovův vztah (184) resp. (187) určuje konečný (poměrný) počet zákrutů na jednoduché přízi po skaní - ovšem pro případ, kdy by byla druhá komponentní příze odstraněna ze skané niti a zbývající příze byla narovnána, tj. kdy osa této příze-původně ve tvaru prostorové šroubovice - je přímkou. Sokolov totiž svým vztahem řeší pouze přepočít skacích zákrutů na skané niti na adekvátní "skací" zákrut na jednoduché(seskávané)přízi.

Jeden skací ovin dle Sokolova odpovídá jednomu zákrutu na jednoduché přízi.

Konečný počet zákrutů na jednoduché přízi po skaní je ale nutno vyjádřit vzhledem k ose této příze jako prostorové šroubovici ! Jinými slovy je třeba uplatnit

ještě rozlišení tzv. reálných a latentních zákrutů. Zde lze vycházet z analogie odvození, které vyplývá z předchozího obr.č.14 ; reálný zákrut vzhledem k ose jednoduché příže jako prostorové křivce - šroubovici Z_{re} je dán cosinovou složkou skacích zákrutů Z_{SK} vztažených k ose skané nitě, tedy :

$$Z_{re} = Z_{SK} \cdot \cos \delta \quad (188)$$

Po dosazení zákrutu Z_{re} za zákrut Z_{SK} do rovnice (187) obdržíme :

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{y_{JS}} - Z_{re} \cdot \cos \delta = \frac{Z_{JP}}{y_{JS}} - Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta \quad (189)$$

Tímto zpřesněním jsme získali rovnici identickou s rovnicí (162).

Výhodou odvození pomocí uvažovaných seskání dle prof. Sokolova včetně uvedeného zpřesňujícího dodatku je logický a názorný postup při analýze (bez použití vyšší matematiky).

2.2.1 Zhodnocení teoretických odvození výpočtu konečného zákrutu jednoduché příze po skaní

Příklady postupů, které při respektování dříve uvedených základních geometrických předpokladů vedou na - dle mého názoru - bezchybné odvození rovnice pro výpočet konečných zákrutů na jednoduché přízi po skaní vzhledem k ose této příze ve tvaru šroubovice jsou např.:

- 1) postup vycházející z Treloarovy analýzy a vedoucí po úpravě k rovnici (162)
- 2) postup Schwabeho a Simona, přičemž je nutné však respektovat obecně platnou změnu seskání jednoduché příze v důsledku skaní (udílení skacího zákrutu)
- 3) postup vycházející z analýzy na základě seskání přízí dle prof. Sokolova včetně uvedené korekce. Velmi názorné a srozumitelné odvození vede k výsledné rovnici (199).

Pro všechny uvedené postupy odvozená identická výsledná rovnice pro výpočet konečného zákrutu jednoduché příze zaskané umožňuje dle mého názoru fyzikální objasnění a vysvětlení fyzikálně-mechanických vlastností skaných přízí v závislosti na kombinaci tohoto vypočteného zákrutu a skacího zákrutu.

Použití koeficientů zákrutu a jejich kombinace toto vysvětlení neumožňuje v plném potřebném rozsahu. Vlastní výpočet konečného zákrutu jednoduché příze po skaní pro experimentální účely je třeba přizpůsobit z hlediska známých vstupních veličin (např. úhel sklonu os jednoduchých přízí v přízi skané je třeba pouze vypočítat, nelze jej změřit). Při výpočtu je nutné rovněž uplatnit iterační metodu výpočtu (konečný zákrut jednoduché příze po skaní je funkcí změny seskání této příze vlivem skaní a součas-

ně je tato změna seskání funkcí konečného zákrutu).

2.3 Experimentální část - geometrie skané příze

2.3.1 Cíl experimentální práce

Účelem experimentálních prací ve vztahu k geometrii skaných přízí je především prokázat poměrně snadný a dostatečně přesný způsob výpočtu doposud příliš neužívané geometrické charakteristiky skaných přízí, t.j. konečného počtu zákrutů jednoduché příze po skaní.

Pozn.:

Způsob výpočtu konečného počtu zákrutů v jednoduché přízi po skaní uvádí např. prof. Žurek [51].

Jeho postup je však-dle mého názoru- značně nepřesný, obzvláště při výpočtu průměrů přízí pomocí značně zjednodušených vzorců pro měrnou hmotnost příze Bareilly [59] - viz rovnice (125) až (128).

Na druhé straně však budou zde - v části "souvislosti vlastností příze a geometrie příze" podány důkazy, že tento výpočet není samoučelným, nýbrž že jej lze bezprostředně použít k objasnění souvislostí vlastností příze a geometrie příze.

Podobně jako u řešení problematiky geometrie a vlastností jednoduchých přízí je rozsah možností praktického využití naznačen v této práci pro staplové příze. Jako experimentální materiál byly použity skané příze vlnářské (PES/vlna) a bavlnářské (bavlněné 2x skané příze), vyrobené pro každý druh vždy z jednotného předuva a jednotnou technologií.

2.3.2 Vlnářské příze skané

Pro účely této práce byla použita výpředová řada vlnářských

přízí PES/Vlna 55/45 % z přediva zpracovávaného v n.p. Textilana, závod Ol, Liberec (detailní specifikace surovin viz příloha VI, tab. P 24, P 25). Z dodaného přástu byly v poloprovoze KPZ VŠST na prstencovém dopřádacím stroji vyrobeny jednoduché příze shodné jemnosti 25 tex jmenovitých zákrutů $Z = 410$, resp. 470, resp. 530, resp. 580 $[m^{-1}]$.

Na skacím prstencovém stroji Hamel byly tyto příze dvojmo skány se jmenovitými zákruty směru S. Byly použity jmenovité skací zákruty 418, resp. 527, resp. 652, resp. 738 $[m^{-1}]$ pro každou přízi jednoduchou, takže bylo vyrobeno celkem 16 položek skaných přízí s kombinacemi výše popsaných zákrutů.

Výsledky zkoušení znaků a vlastností přízí PES/vlna 55/45 % tex 25x2 jsou uvedeny v souhrnné tab. P 26 (příloha VI). Analýzou fyzikálně-mechanických vlastností těchto přízí se zabývala Lilingová [75] v závislosti na prádním a skacím koeficientu zákrutu.

Zákrutové koeficienty vyplývají z rovnice

$$Z = \frac{\alpha_{2/3}^{T_m} \cdot 100}{\sqrt[3]{tex^2}} ; \quad Z = \alpha_{1/2}^{T_m} \left(\sqrt{\frac{1000}{tex}} - \frac{1}{n} \right) ; n=2$$

d l e ON 80 2320

Pokus vysvětlit závislosti průběhu vlastností skaných přízí na zákrutových koeficientech (prádním a skacím) se v mnoha případech nesetkal s úspěchem. Závislosti se nepodařilo zdůvodnit jednoznačně a vyčerpávajícím způsobem. Na základě těchto dílčích neúspěchů - jak v oblasti skaných vlnářských, tak i bavlnářských přízí se aspirant pokusil o fyzikální objasnění zmíněných závislostí prostřednictvím výpočtu konečného zákrutu jednoduché příze po skaní.

2.3.2.1 Výpočet konečného počtu zákrutů na jednoduché přízi po skaní (2 způsoby)

Pro výpočet byl použit v části 2.2 odvozený vztah (162), resp. (189) - ve tvaru pro protisměrný skací zákrut (např. při skaní Z/S)

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{\varphi_{JS}} - Z_{SK} \cdot \cos^2 \delta$$

Znamé veličiny : počáteční zákrut jednoduché příze Z_{JP}
skací zákrut Z_{SK}

Úhel sklonu osy jednoduché příze vzhledem k myšlené ose skané příze δ nelze experimentálně měřit - podrobně viz [21]. Je nutné jej vypočítat, přičemž je možné v konkrétním případě postupovat několika způsoby dle výběru dalších vstupních veličin.

1) Výpočet úhlu δ pomocí seskání

Vyjdeme z rovnice (186)

$$\cos \delta = \frac{\ell_{SK}}{\ell_{JK}}$$

Konečnou délku jednoduché příze ℓ_{JK} po skaní je možné vypočítat prostřednictvím vztahu (156)

$$\ell_{JK} = \varphi_{JS} \cdot \ell_{JP}$$

kde φ_{JS} je koeficient seskání jednoduché příze, vyjadřující změnu délky jednoduché příze v důsledku změny zákrutů : $Z_{JP} \rightarrow Z_{JK}$.

Pro přepočet na změnu seskání Δs_{JS} lze využít vztah :

$$\varphi_{JS} = 1 - 0,01 \Delta s_{JS}$$

kde pro stanovení Δs_{JS} je třeba využít vztahů pro

výpočet seskání jednoduché příze se zákrutem Z_{JP} , resp. Z_{JK} . Pro tento případ byl použit vztah (91) odvozený aspirantem pro bavlnářské příze (pro vlnářské příze nebyl odpovídající ověřený vztah k dispozici):

$$\Delta S_{JS} = 0,000485 (a_{mJK}^{2,232} - a_{mJP}^{2,232}) \quad (E 73)$$

Pro výpočet délek l_{JP} , l_{SK} lze využít znalostí zjištěných jemností přízí [tex] (viz tabulka P 26, příloha VI) - obdobně jako tomu bylo při zjišťování seskání jednoduchých přízí (viz část 1.2.2.4).

Seskání skané příze, které vyjadřuje změnu délky skané nití vzhledem k počáteční délce jednoduchých přízí lze vypočítat ze vztahu

$$S_{SK} = \frac{l_{JP} - l_{SK}}{l_{JP}} \cdot 100 = \frac{tex_{SK} - 2 tex_{JP}}{tex_{SK}} \cdot 100 [\%] \quad (E 74)$$

Seskání skané příze s'_{SK} vztažené k délce jednoduché příze po skaní l_{JK} je dáno vztahem

$$s'_{SK} = \frac{l_{JK} - l_{SK}}{l_{JK}} \cdot 100 [\%] \quad (E 75)$$

Rovnici (186) pro výpočet úhlu δ lze pak vyjádřit zahrnováním předchozích rovnic a úvah :

$$\begin{aligned} \cos \delta &= \frac{l_{SK}}{l_{JK}} = \frac{l_{SK}}{l_{JP} \cdot l_{JS}} = \frac{l_{SK}}{l_{JP} (1 - 0,01 \Delta S_{JS})} = \left(1 - \frac{s'_{SK}}{100} \right) = \\ &= \frac{2 tex_{JP}}{tex_{SK} (1 - 0,01 \Delta S_{JS})} = \frac{2 tex_{JP}}{tex_{SK} [1 - 0,01 \cdot 0,000485 (a_{mJK}^{2,232} - a_{mJP}^{2,232})]} \end{aligned}$$

(E 76)

Při přibližném řešení by bylo možné uvažovat :

$$\cos \delta = \frac{\ell_{SK}}{\ell_{JP}} = \frac{2 \ell_{SKJP}}{2 \ell_{SK}} = \frac{100 - S_{SK}}{100} \quad (E 77)$$

Je třeba doplnit pro upřesnění postupu výpočtu :

- a) při protisměrném skaní musí Δs_{JS} ze vzorce (E 73) nabývat záporného znaménka, platí-li $|Z_{JP}| > |Z_{JK}|$, protože v tomto případě $\ell_{JK} > \ell_{JP}$. Jedná se tedy o prodloužení (seskání je v této práci zavedeno tak, že znaménko + značí zkrácení).
- b) Protože výpočet Z_{JK} je vázán na znalost φ_{JS} a δ , což jsou opět veličiny závislé na Z_{JK} , je nutné obecně provádět konkrétní výpočet postupným zpřesňováním pomocí iterační metody. V daných případech bylo ověřeno, že postačí provést 1 cyklus, aby bylo dosaženo změny ve vypočtených zákrutech: $\Delta Z_{JK} < 0,5 [m']$

2) Výpočet úhlu δ pomocí "průměru" skaných přízí

K tomuto způsobu výpočtu je možné použít odvozený vztah (176)

$$\Delta Z_{JP} = \frac{Z_{SK}}{1 + \pi^2 \cdot d_{op}^2 \cdot Z_{SK}^2}$$

kde vedle známé veličiny skacího zákrutu Z_{SK} vztažené na délku skané nitě je třeba zjistit průměr myšleného válce d_{op} , na kterém jsou umístěny osy jednoduchých přízí po skaní. Schwabe a Simon [21] doporučují použít vztah (177)

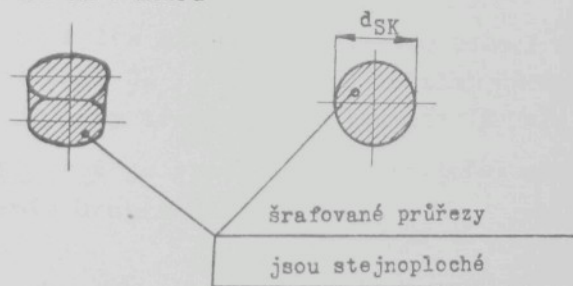
$$d_{op} = \frac{d_{SK}}{2}$$

kde d_{SK} ... "průměr" skané příze (bližší neurčen).

Tento postup byl experimentálně modifikován následovně:
K měření příčných rozměrů skaných přízí byl použit přístroj D-metr (viz část 1.1.8.2 a 1.2.4). Tento přístroj se vyznačuje tím, že umožňuje proměřit příčné rozměry příze v 10 průmětech.

Zjednodušující předpoklad pro zjištění definičně blíže neurčené veličiny "průměru" skané příze d_{SK} byl navržen tak, že za d_{SK} byl považován aritmetický průměr z 10 průmětů (10 fotonek) pro celkový počet měření $10 \times 200 = 2.000$. Zjednodušení vyplývá z měření, které v daném případě způsobuje zkreslení plochy příčného řezu skané nitě (viz násl. obr.č. 15) a rovněž vlastním přibližným výpočtem d_{OP} při použití vztahu (177), (vč. převedení změřené plochy příč. řezu na stejnoploché kruh)

měření na D-metru



Obr.č. 15

Plocha řezu skané příze při zjišťování přístrojem D-metr (deseti průměty) je měřena ve velikosti šrafované plochy.

Pro výpočet konečného počtu zákrutů jednoduché příze po skaní u vlnářských přízí byly prověřeny oba postupy

ad 1) i ad 2).

ad 1) Postup při použití výpočtu seskání i výsledné hodnoty zachycuje tab. E 13.

V 6. sloupci této tabulky je uvedeno seskání skané příze dle rovnice (E 74) vzhledem k počáteční délce jednoduchých přízí před skaním. Ve všech daných případech bylo zjištěno zkrácení skaním (znaménko +)

V 7. sloupci je vypočtena změna počátečního zákrutu ΔZ_{JP} vlivem uděleného skacího zákrutu při hrubém přiblížení výpočtu $\cos \delta$ dle rovnice (E 77).

V 8. sloupci je vypočtena změna počátečního zákrutu ΔZ_{JP} vlivem uděleného skacího zákrutu při výpočtu $\cos \delta$ dle rovnice (E 76) - přesnějším způsobem

$$\Delta Z_{JP} = Z_{SK} \left(1 - \frac{S'_{SK}}{100} \right) \quad (E 79)$$

Max. odchylka hodnot vypočtených pomocí (E 77), resp. (E 76) činí 32 $[Z.m^{-1}]$. Při větších nárocích na přesnost je tedy třeba použít rovnice (E 76).

V 9. sloupci je vypočten konečný počet zákrutů Z_{JK0} v prvním hrubém přiblížení

$$Z_{JK0} = Z_{JP} - \Delta Z_{JP0} \quad (E 80)$$

kde není počítáno se změnou počáteční délky zakroucené jednoduché příze vlivem skaní.

V 10. sloupci tabulky E 13 jsou uvedeny hodnoty Δs_{JS} - změny seskání jednoduché příze vlivem skaní. Pro výpočet Δs_{JS} bylo uvažováno v rovnici (E 73) se zákrutem konečným Z_{JK0} , resp. a_{mJK0} z rov. (E 80).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
of. 1010	Z_{010m}/Z_{010n} [m ²]/[m ²]	Z_{010m}/Z_{010n} [m ²]/[m ²]	$m/\alpha_{10} \text{ st}$ (m)	de_{10m}/de_{10n}	s_{sk}^m $= \frac{de_{sk} - de_{10n}}{de_{sk}} \cdot 100$ [%]	$\Delta Z_{10m} = Z_{sk} \left(1 - \frac{s_{sk}^2}{100}\right)^2$ [m ²]	$\Delta Z_{10n} = Z_{sk} \left(1 - \frac{s_{sk}^2}{100}\right)$ [m ²]	$Z_{sk0} = Z_{10n} - \Delta Z_{10n}$ [m ²]	ΔS_{05} [%]	$Z_{sk1} = \frac{Z_{sk} - \Delta Z_{10n}}{s_{sk}}$ [m ²]	$Z_{sk} = \frac{Z_{sk1} - \Delta Z_{10n}}{s_{sk}}$ [m ²]
	410 / 418	397 / 400	36 / 106	26,92 / 54,92	+ 1,97	384	374	+ 13	- 1,40	+ 8	+ 18
	410 / 527	397 / 505	36 / 135	26,92 / 55,19	+ 2,45	481	468	- 84	- 1,36	- 89	- 76
	410 / 652	397 / 629	36 / 169	26,92 / 56,18	+ 4,17	578	564	- 181	- 1,17	- 186	- 172
	410 / 738	397 / 706	36 / 190	26,92 / 56,27	+ 4,33	646	634	- 249	- 0,91	- 253	- 241
	470 / 418	517 / 398	46 / 106	26,60 / 55,56	+ 4,25	365	348	+ 152	- 2,34	+ 140	+ 157
	470 / 527	517 / 506	46 / 136	26,60 / 55,80	+ 4,66	460	437	+ 57	- 2,49	+ 45	+ 67
	470 / 652	517 / 634	46 / 171	26,60 / 56,53	+ 5,84	562	534	- 45	- 2,39	- 58	- 30
	470 / 738	517 / 723	46 / 196	26,60 / 57,05	+ 6,66	630	598	- 113	- 2,50	- 126	- 94
	530 / 418	523 / 388	47 / 103	26,83 / 55,25	+ 2,88	366	349	+ 157	- 2,42	+ 145	+ 162
	530 / 527	523 / 499	47 / 137	26,83 / 55,71	+ 3,68	463	439	+ 60	- 2,58	+ 47	+ 71
	530 / 652	523 / 620	47 / 167	26,83 / 56,59	+ 5,19	557	529	- 34	- 2,59	- 47	- 19
2	530 / 738	523 / 724	47 / 196	26,83 / 57,11	+ 6,04	639	608	- 116	- 2,51	- 129	- 97
3	580 / 418	599 / 386	54 / 103	27,11 / 55,62	+ 2,52	366	344	+ 233	- 3,14	+ 214	+ 236
4	580 / 527	599 / 501	54 / 135	27,11 / 56,75	+ 4,46	457	441	+ 142	- 1,74	+ 132	+ 148
5	580 / 652	599 / 629	54 / 170	27,11 / 56,66	+ 4,31	576	555	+ 23	- 1,88	+ 112	+ 33
6	580 / 738	599 / 723	54 / 197	27,11 / 57,67	+ 5,98	639	615	- 40	- 1,88	- 51	- 27

V 11. sloupci tabulky jsou uvedeny hodnoty konečného zákrutu Z_{JK1} při uvažování vlivu změny seskání Δs_{JS} resp. φ_{JS} u prvního členu pravé strany rovnice (162).

Ve 12. sloupci jsou uvedeny hodnoty konečného zákrutu Z_{JK} jednoduché příze po skaní se zahrnutím vlivu změny seskání jednoduché příze u obou členů pravé strany rovnice (162) po postupném opakovaném zpřesnění iterační metodou.

Ze srovnání dosažených hodnot dílčích výsledků i výsledných hodnot vyplývá :

konečný zákrut jednoduché příze po skaní vypočtený s nejvyšší přesností (sloupec 12 tab. E 13) poskytuje pro daný soubor vlnářských přízí hodnoty zákrutu vyšší (ve směru původního zákrutu přádního Z) jak hodnoty vypočtené z rovnic zjednodušených (sloupce 9 a 11, tab. E 13).

Pro případ zjednodušeného výpočtu lze doporučit rovnici (E 80), která poskytla hodnoty 9. sloupce.

Ve srovnání s nejpřesnějším postupem (viz hodnoty 12. sloupce) činí maximální odchylka srovnávaných hodnot: $-19 [Z.m^{-1}]$.

Vypočtené hodnoty konečného zákrutu jednoduchých přízí po skaní daného souboru kombinací přádního a skacího zákrutu jsou rozděleny v rozsahu cca

$Z_{JK} = 0 \pm 240 [Z.m^{-1}]$, t. j. dosahují se hodnoty $Z \pm 240 [Z.m^{-1}]$ jak ve směru $\underline{Z}$, tak i ve směru $\underline{S}$.

ad 2) Postup při využití zjištění "průměrů" skané příze, jeho výsledné hodnoty i srovnání s postupem výpočtu ad 1) jsou uvedeny v tab. E 14.

V 6. sloupci tab. E 14 jsou uvedeny hodnoty "průměrů" skaných přízí d_{SK} získaných měření a vyhodnocením na

řad. číslo	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]	$Z_{\text{prům}} / \text{řad. číslo}$ [m] / [m]
1	410 / 418	397 / 400	36 / 106	26,92 / 54,94	0,3990	$\Delta Z_{\text{pr}} = Z_{\text{pr}} - Z_{\text{pr}}$ [m]	$Z_{\text{pr}} = Z_{\text{pr}} - \Delta Z_{\text{pr}}$ [m]	$Z_{\text{pr}} = Z_{\text{pr}} - \Delta Z_{\text{pr}}$ [m]	$Z_{\text{pr}} = Z_{\text{pr}} - \Delta Z_{\text{pr}}$ [m]	$Z_{\text{pr}} = Z_{\text{pr}} - \Delta Z_{\text{pr}}$ [m]
2	410 / 527	397 / 505	36 / 135	26,92 / 55,19	0,3506	468	- 71	- 77	- 76	- 77
3	410 / 652	397 / 629	36 / 169	26,92 / 56,18	0,3262	570	- 173	- 171	- 172	- 172
4	410 / 738	397 / 706	36 / 190	26,92 / 56,27	0,3012	635	- 238	- 242	- 241	- 242
5	470 / 418	517 / 398	46 / 106	26,60 / 55,56	0,4085	373	+ 144	+ 132	+ 157	+ 145
6	470 / 527	517 / 506	46 / 136	26,60 / 55,80	0,3686	466	+ 51	+ 38	+ 67	+ 53
7	470 / 652	517 / 634	46 / 171	26,60 / 56,53	0,3981	548	- 31	- 44	- 30	- 37
8	470 / 738	517 / 723	46 / 196	26,60 / 57,05	0,3945	602	- 85	- 97	- 94	- 95
9	530 / 418	523 / 388	47 / 103	26,83 / 55,25	0,4409	362	+ 161	+ 149	+ 162	+ 155
10	530 / 527	523 / 499	47 / 137	26,83 / 55,71	0,3586	463	+ 60	+ 47	+ 71	+ 59
11	530 / 652	523 / 620	47 / 167	26,83 / 56,59	0,3682	550	- 27	- 40	- 19	- 30
12	530 / 738	523 / 724	47 / 196	26,83 / 57,11	0,3781	623	- 100	- 113	- 97	- 105
13	580 / 418	599 / 386	54 / 103	27,11 / 55,62	0,3520	369	+ 230	+ 211	+ 236	+ 224
14	580 / 527	599 / 501	54 / 135	27,11 / 56,75	0,4388	448	+ 151	+ 141	+ 148	+ 144
15	580 / 652	599 / 629	54 / 170	27,11 / 56,66	0,3570	559	+ 40	+ 30	+ 33	+ 32
16	580 / 738	599 / 723	54 / 197	27,11 / 57,67	0,3890	605	- 6	- 17	- 27	- 22

Postup výpočtu konečné pochyby zkrácení průměru "skaně příze"

přístroji D-metr.

Relativní přesnost aritmetického průměru činila cca 2%.

V 7. sloupci je uvedena změna počátečního zákrutu vlivem skacího zákrutu ΔZ_{JP} . Ze sloučení (176) a (177) plyne :

$$\Delta Z_{JP} = \frac{Z_{SK}}{1 + \pi^2 \left(\frac{d_{SK}}{2} \right)^2 Z_{SK}^2} \quad (E 81)$$

V 8. sloupci jsou uvedeny hodnoty konečného zákrutu jednoduché příze po skaní Z_{JK_0} při zanedbání změny počáteční délky jednoduché příze skáním :

$$Z_{JK_0} = Z_{JP} - \Delta Z_{JP} = Z_{JP} - \frac{Z_{SK}}{1 + \pi^2 \left(\frac{d_{SK}}{2} \right)^2 Z_{SK}^2} \quad (E 82)$$

V 9. sloupci jsou hodnoty konečného zákrutu jednoduché příze s ohledem na změnu délky jednoduché příze skáním

$$Z_{JK} = \frac{Z_{JP}}{\varphi_{JS}} - \frac{Z_{SK}}{1 + \pi^2 \left(\frac{d_{SK}}{2} \right)^2 Z_{SK}^2} \quad (E 83)$$

φ_{JS} , resp. Δs_{JS} ... změna seskání jednoduché příze skáním je vypočtena obdobně jako v postupu ad 1) při použití (E 73) - iterační metodou zpřesňování hodnot $Z_{JK} \rightarrow \varphi_{JS} \rightarrow Z_{JK} \rightarrow \varphi_{JS} \rightarrow Z_{JK}$ atd.

V 10. sloupci jsou opsány pro srovnání obou postupů hodnoty Z_{JK} vypočtené dle postupu ad 1) (12. sloupec, tab. E 13).

V 11. sloupci jsou aritmetické průměry hodnot 9. a 10. sloupce.

Dílčí závěr výpočtu konečného zákrutu jednoduché příze po skaní oběma výše uvedenými způsoby :

Zjištění, že výsledné hodnoty Z_{JK} vypočtené odlišnými postupy ad 1) a ad 2) co do výběru vstupních veličin jsou prakticky shodné (největší odchylka je ± 14 [z/m] od aritmetického průměru) potvrzuje oprávnění provedení postupu ad 2) s přihlédnutím na uvedená zjednodušení a z toho vyplývající experimentální metodu.

2.3.3 Bavlnářské příze skané

Pro výrobu bavlnářských přízí skaných byly použity jednoduché bavlněné příze předené z přástu, které byly zkoušeny již při analýze příčných rozměrů a seskání - viz odd. 1.2.2.1.2. Z těchto 12 přízí 4 jemností à 3 zákruty ($a_m = 55$, resp. 65, resp. 72) bylo vyrobeno 33 položek skaných přízí takovým způsobem, že každé položce jednoduché příze byly uděleny skací zákruty dle skacího zákrutového koeficientu $\propto_{1/2 SK} = 80$, resp. 130, resp. 170 (kromě 42 tex, kde chybí $\propto_{1/2 SK} = 80$). Skaní bylo prováděno na skacím prstencovém stroji Hamel v SVÚT Liberec.

Výsledky zkoušení znaků a vlastností bavlněných skaných přízí jsou uvedeny v souhrnné tabulce P 27 v příloze VII.

Měření a analýza vybraných fyzikálně-mechanických vlastností těchto bavlněných skaných přízí se zabýval Kovář [76], který se pokoušel vysvětlit závislosti na kombinaci přádniho a skacího zákrutového koeficientu. Podobně jako u vlnářských přízí se nepodařilo fyzikální vysvětlení na dostačující úrovni.

2.3.3.1 Výpočet konečného počtu zákrutů na jednoduché přízi po skaní

Vzhledem k ověření obou způsobů výpočtu (pomocí seskání, resp. příčných rozměrů skané příze) a dobré shody jejich výsledků u vlnářských přízí je pro bavlnářské skané příze aplikován pouze druhý způsob.

Postup výpočtu a jeho výsledky při využití příčných rozměrů skané příze jsou uvedeny v tab. E 15.

V 6.sloupci této tabulky jsou uvedeny hodnoty "průměrů skaných přízí" (měřené na D-metru)

V 7.sloupci je uvedena změna počátečního zákrutu v důsledku skacího zákrutu ΔZ_{JP} vypočtená dle rovnice (E 81).

V 8.sloupci jsou uvedeny hodnoty konečného zákrutu jednoduché příze po skaní Z_{JK0} při zanedbání změny počáteční délky jednoduché příze skáním dle rovnice (E 82).

V 9.sloupci pak jsou hodnoty z 8.sloupce zpřesněny uvažováním změny délky jednoduché příze skáním - dle rovnice (E 83).

Z výsledných hodnot vypočtených pro konečný zákrut jednoduché příze po skaní vyplývá, že i pro dostatečně široký rozsah použitých přádních a skacích zákrutových koeficientů (průmyslová výroba se zpravidla nachází uvnitř těchto rozsahů) je konečný zákrut zpravidla směru Z.

Por. číslo	tex _{SKjm}	tex _{SK} /tex _{SKsk}	$\frac{(m)}{d_{SK}} \cdot \frac{(m)}{d_{SKsk}}$	$\frac{Z_{SK}}{[m^2]} / \frac{Z_{SKsk}}{[m^2]}$	d_{SK} [mm.10 ⁻³]	ΔZ_{SK} [m ²]	Z_{SK_0} = $Z_{SK} - \Delta Z_{SK}$ [m ²]	$Z_{SK} =$ $\frac{Z_{SK_0}}{d_{SK}^2} \cdot \Delta Z_{SK}$ [m ²]
1		41,39 / 85,10	55 / 130	455,7 / 399,6	53,92	358	+ 98	+ 82
2		41,39 / 85,47	55 / 170	455,7 / 557,2	48,23	471	- 15	- 31
3		41,54 / 84,17	65 / 130	542,4 / 401,3	52,67	359	+ 183	+ 158
4	42 x 2	41,54 / 86,05	65 / 170	542,4 / 555,7	49,27	468	+ 74	+ 47
5		42,80 / 84,96	72 / 130	624,9 / 397,0	49,23	364	+ 261	+ 227
6		42,80 / 86,75	72 / 170	624,9 / 550,4	49,68	467	+ 158	+ 120
7		33,82 / 67,15	55 / 80	538,7 / 302,9	53,92	283	+ 256	+ 240
8		33,82 / 68,44	55 / 130	538,7 / 481,6	49,23	423	+ 116	+ 97
9		33,82 / 69,63	55 / 170	538,7 / 635,6	38,84	553	- 14	- 33
10		35,19 / 69,15	65 / 80	654,3 / 299,8	44,53	288	+ 366	+ 342
11	34 x 2	35,19 / 70,32	65 / 130	654,3 / 471,7	46,30	482	+ 232	+ 202
12		35,19 / 70,42	65 / 170	654,3 / 631,9	43,60	532	+ 122	+ 89
13		35,95 / 70,22	72 / 80	738,0 / 300,5	43,80	289	+ 449	+ 419
14		35,95 / 71,22	72 / 130	738,0 / 458,7	43,83	425	+ 313	+ 274
15		35,95 / 72,41	72 / 170	738,0 / 626,5	43,50	530	+ 208	+ 164

Postup: výpočet konečného počtu zákrutů jednoduché příze po skani při použití "jističů" průměrů "skané příze"

Poř. číslo	$t_{ex,SKjm}$	$t_{ex,SK} / t_{ex,SKsk}$	$\frac{(m)}{a_{y,SK} / a_{y,SKsk}} \cdot \frac{(m)}{a_{y,SK}}$	Z_{SK} / Z_{SKsk} [m ³] / [m ³]	d_{SK} [mm · 10 ⁻²]	ΔZ_{SK} [m ³]	$Z_{JK_0} =$ $Z_{SK} - \Delta Z_{SK}$ [m ³]	$Z_{JK} =$ $Z_{JK_0} + \Delta Z_{SK}$ [m ³]
1		41,39 / 85,10	55 / 130	455,7 / 399,6	53,92	358	+ 98	+ 82
2		41,39 / 85,47	55 / 170	455,7 / 557,2	48,23	471	- 15	- 31
3		41,54 / 84,17	65 / 130	542,4 / 401,3	52,67	359	+ 183	+ 158
4	42 x 2	41,54 / 86,05	65 / 170	542,4 / 555,7	49,27	468	+ 74	+ 47
5		42,80 / 84,96	72 / 130	624,9 / 397,0	49,23	364	+ 261	+ 227
6		42,80 / 86,75	72 / 170	624,9 / 550,4	49,68	467	+ 158	+ 120
7		33,82 / 67,15	55 / 80	538,7 / 302,9	53,92	283	+ 256	+ 240
8		33,82 / 68,44	55 / 130	538,7 / 481,6	49,23	423	+ 116	+ 97
9		33,82 / 69,63	55 / 170	538,7 / 635,6	38,84	553	- 14	- 33
10		35,19 / 69,15	65 / 80	654,3 / 299,8	44,53	288	+ 366	+ 342
11	34 x 2	35,19 / 70,32	65 / 130	654,3 / 471,7	46,30	482	+ 232	+ 202
12		35,19 / 70,42	65 / 170	654,3 / 631,9	43,60	532	+ 122	+ 89
13		35,95 / 70,22	72 / 80	738,0 / 300,5	43,80	289	+ 449	+ 419
14		35,95 / 71,22	72 / 130	738,0 / 458,7	43,83	425	+ 313	+ 274
15		35,95 / 72,41	72 / 170	738,0 / 626,5	43,50	530	+ 208	+ 164

Postup výpočtu konečného počtu zakrnuté jednoduché přise po skani při použití zjištěných " průměrů " skané přise

3.0 SOUVISLOSTI VLASTNOSTÍ A GEOMETRIE PŘÍZE

V této části budou diskutovány dílčím způsobem vztahy a souvislosti dalších znaků a vlastností s geometrií u vybraných druhů přízí, u nichž bylo v předchozím textu pojednáno o geometrických znacích.

Úvodem je třeba podotknout, že metodika výzkumu geometrie, struktury a souvislostí s vlastnostmi jednotlivých druhů přízí je v předložené práci dána rozpracováním metodiky na pracovišti aspiranta ve Státním výzkumném ústavu textilním v L₁berci, oddělení vláken a přízí - pro potřeby řešení dílčí části státního výzkumného úkolu Strukturální změny textilní výroby. Z této situace vyplynulo určité omezení hloubky analýzy, naopak bylo nutné rozšířit poznání v šířce, t.j. počet zkoumaných druhů přízí a jejich vlastností. Znamenalo to konkrétně určité přiblížení a zjednodušení fyzikálních zákonitostí. Například zkoumání struktury příze pomocí experimentálně-teoretické analýzy radiální změny koeficientu zaplnění průřezu příze či použití metod mechaniky kontinua pro vysvětlení struktury a vlastností přízí nachází možnosti úspěšného využití až v poslední době. [77], [78].

V následujícím textu bude poukázáno na souvislosti vlastností přízí s jejich geometrií prostřednictvím základních geometrických znaků (viz část 1.0).

Ze znaků a vlastností příze jsou zde sledovány :

- variabilita jemnosti a zákrutu příze
- poměrná pevnost při přetrhu
- kritický koeficient zákrutu
- tažnost při přetrhu
- podíly tahové deformace
(elastický, viskoelastický a plastický)
- smyčkovitost příze

- oděruodolnost příze
- sráživost příze
- hmotná nestejnoměrnost Uster příze
- slabá a silná místa, nopky
- klasifikace příze

Předložený výčet znaků a vlastností příze je zde stručně analyzován pro oblast bavlnářských přízí. Analýza je prováděna dle zásad nastíněných v části 1.0. Jsou uvedeny projekční výpočetní vztahy a pro praktické použití v některých případech grafy.

3.1 Variabilita jemnosti příze

Variabilita jemnosti příze je v ČSSR hodnocena variačním koeficientem jemnosti příze VK^{Tt} při měření 100-metrových úsečků. Na rozdíl od hodnot stanovených normativně (viz ČSN 80 2120) bylo zjištěno, že variační koeficient jemnosti bavlněných přízí roste se zvyšující se jemností (nižším tex).

Pro poloprovozně vyrobené bavlněné příze předené z pramene (výsledky zkoušení viz tab. P 3, příloha I) popisuje zmíněnou závislost rovnice :

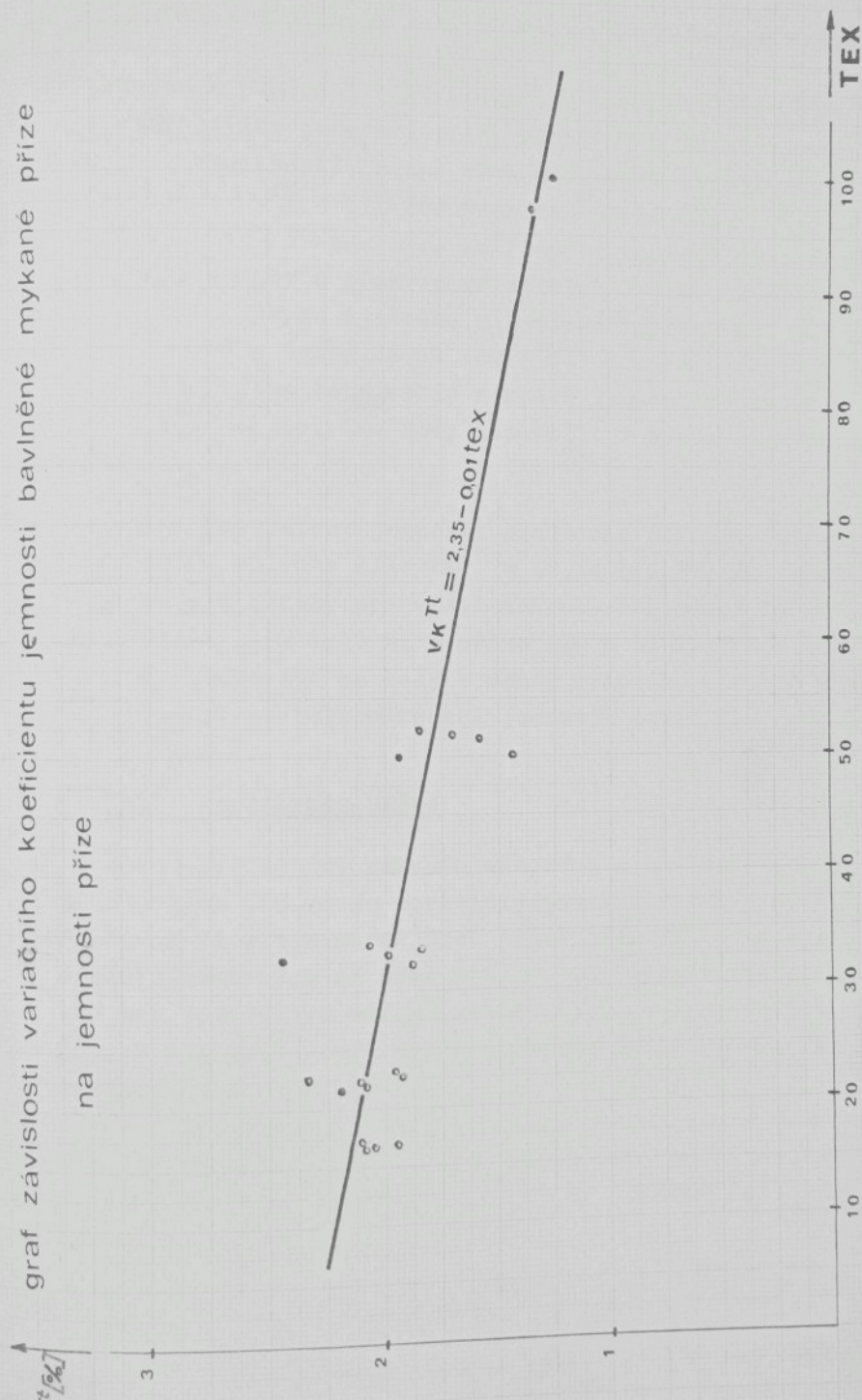
$$VK^{Tt} = 2,35 - 0,01 \text{ tex } [\%] \quad (E 84)$$

a graf E 11.

Pro průmyslově vyráběné příze v rozsahu zákrutového koeficientu $a_m = (60 \div 70)$ uváděné v [80] byla odvozena [39] z průměrných hodnot regresní rovnice :

$$VK^{Tt} = \frac{1}{0,269 + 0,002653 \text{ tex}} [\%] \quad (E 85)$$

graf závislosti variačního koeficientu jemnosti bavlněné mykané přize
na jemnosti přize



což poskytuje hodnoty o $(0,6 \div 1,2) \%$ vyšší než rovnice (E 84).

Vzhledem k poměrně velké délce měřených úsečků příze (100 mm) je variabilita jemnosti příze nejmenší z běžně sledovaných znaků a vlastností. Nutno však upozornit na skutečnost, že hodnota VK^{Tt} - byť pod hodnotou normovanou pro jakostní třídu la - nezaručuje, že rozpětí jednotlivých měření jemnosti nenabyde překvapivě velkých hodnot. Např. pro $\text{tex}_{\text{jmen}} = 17$ bylo zjištěno u bavlněné příze $\text{tex} = 18,01$ ($\text{čm} = 55,5$) i $\text{tex} = 15,62$ ($\text{čm} = 64$) při $VK^{Tt} = 3,34 \%$, což odpovídá - přes toto velké rozpětí jemnosti - znaku jakosti v třídě la. Lze tedy doporučit i sledování rozpětí jemnosti.

Variační koeficient jemnosti pro příze 65/35 % PES/ba čes (tab. P 7, příloha III) $VK^{Tt} = (0,94 \div 1,83) \%$. Vyšší hodnoty byly zjištěny pro vyšší zákrut. Pro přízi 100 % PESs se VK zvýšil na 2,18 %, u příze 100 % ba M II čes dokonce na 3 %. Směsování má tedy v daném případě příznivý vliv na zmenšení nestejnoměrnosti jemnosti příze.

3.2 Variabilita zákrutu příze

Variační koeficient zákrutu měřeného u bavlnářských přízí na úsečkách 250 mm je zpravidla poněkud vyšší jak VK^{Tt} . U zákrutově stejnoměrnějších přízí činí $VK^Z = (4,5 \div 6,0) \%$ u nestejnoměrných až přes 9 %. U této vysoké hodnoty VK^Z lze pro jednotlivá měření nalézt např. : $Z_{\text{max}} = 880 [\text{m}^{-1}]$, $Z_{\text{min}} = 636 [\text{m}^{-1}]$, při aritmetickém průměru výběrového souboru $Z = 762 [\text{m}^{-1}]$.

Variační koeficient zákrutu, který reprezentuje statistickou charakteristiku zákrutové nestejnoměrnosti má trend mírného růstu s vyšší jemností příze (nižším tex) a vyšším zákrutem.

3.3 Tahové namáhání příze

3.3.1 Stručný přehled dosavadních poznatků

Z mechanických vlastností příze je v tomto století nejrozsáhleji diskutováno polocyklické tahové namáhání. Pro účely použití v technických textiliích je stále nejvíce sledovanou charakteristikou pevnost při přetrhu. U spotřebních textilií (část. i technických) jsou v poslední době revidovány názory na potřebné hodnoty pevnosti při přetrhu poloproduktů i výrobků a kvalitativní hodnocení přesouvá pozornost na další, dosud značně zanedbávané pevnostní charakteristiky, především na napětí v počáteční části pracovní křivky [2], [81], studium cyklického namáhání [82,83,84,85,87,88,89,90,91], složky deformace při namáhání v tahu (elastická, viskoelastická a plastická) [92,93,94,95,96,97], studium rheologie deformace [82,95,96,97], vliv nestejnomyšernosti v pevnosti na hodnoty minimálních zpracovatelských pevností [86] apod. Studie zabývající se zkoumáním rozličných pevnostních charakteristik příze, rozdělením napětí vláken po průřezu příze, souvislostmi mechanických vlastností příze s vlastnostmi vlákna a parametry technologického procesu výroby apod. lze rozdělit z hlediska přístupu k řešení této problematiky do několika skupin :

- 1) Studie namáhání příze (vláken v přízi) v tahu dle zásad a principů tzv. strukturální mechaniky.
Východisko řešení spočívá ve stanovení předpokladů o tzv. "mikrostruktuře" příze, t.j. je zvolen vhodný geometrický model příze (např. šroubovicový, resp. migrační), je učiněno rozhodnutí o platnosti Hookeova zákona, pomocí diferenciální geometrie jsou navrženy změny v geometrii a uspořádání vláken při namáhání apod. Řešení pak ovlivňuje specifikace podmínek vzájemného působení vláken (prokluzu, resp.

soudržnost vláken, existence konců vláken, kromě namáhání vláken v tahu lze respektovat existenci příčných stlačujících sil, ohybové a torsní namáhání atd. Při konkrétním řešení zahrnutých podmínek pak vyplývá použití parametrů : délka a poloměr vlákna, měrná hmotnost vlákna, koeficient tření, Poissonovy konstanty, příslušné moduly a napětí, perioda migrace, zákrut a jemnost příze, koeficient zaplnění průřezu příze apod.

Řešení rovnovážného stavu pak poskytuje výsledný vztah, který je matematickým modelem studovaného jevu. Příklady těchto analýz mechaniky zakroucených přízí jsou práce Gégauffa [99], Brashlera [4], Platta [100,101,102], Treloara a Ridinga [103], Hearla [3,104,105], Kilbyho [106], Holdawaye [107] a další.

- 2) Kombinace ryze teoretického a empirického řešení je často využívána především sovětskými autory. Tímto způsobem se docíluje přiblížení experimentálním výsledkům a umožňuje se využít pro praktické účely. Známé jsou vztahy např. : Solovjeva [13], Sokolova [10], Vorošilova [10,110], Usenka [108], Komarova [18], Korického [9,15,109], ale i Braschlera [4], Hearlea [3] a dalších.
- 3) V poslední době jsou opět velmi rozšířené empirické vztahy pro výpočet pevnosti příze sledovaného druhu, které vyjadřují souvislosti charakteristik příze a vlákna. Např. pevnost příze je funkcí jemnosti vlákna, délky vlákna, pevnosti vlákna, zákrutu příze apod. Většinou bývají charakteristiky vlákna nyní zjišťovány přístroji jako Micronaire, Pressley či Stelometer, Fibrograph atd. Výsledné vztahy bývají vyjádřeny pomocí metod regresní a korelační analýzy, analýzy rozptylu apod. Příklady jsou práce Tarrina a Gutknechta

[115], Herzoga [116,117], Ehrlera a Egberse [118], Wegenera a Meistera [119], amerických výzkumníků okruhu SRRL [120,121] a další, publikace USDA [123] studie arabských a indických výzkumníků o souvislostech bavlněných vláken a přízí [124,125,126,127] a další, příspěvky Baljasova [129], Gangliho [130], Hladíka a Fleišnera [131] a mnohé další.

3.3.2 Příspěvek k výpočtu pevnosti a tažnosti bavlnářských přízí při přetrhu

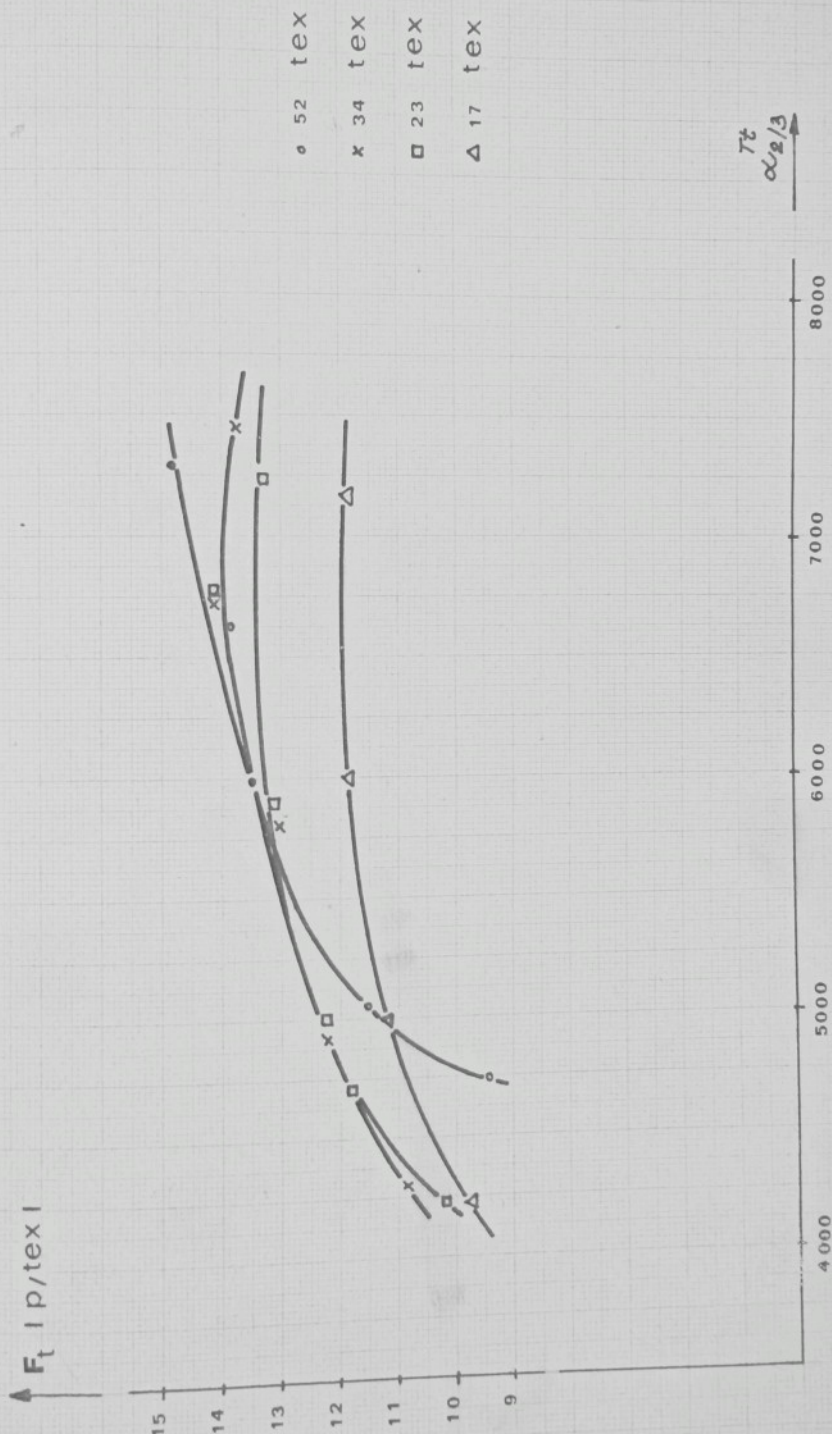
Z předchozího textu experimentální části vyplývá, že v této práci i analogických studiích na pracovišti aspiranta je kladen důraz při řešení problematiky geometrie, struktury a vlastností příze na teoreticko-experimentální výzkum přízí předených z jednotné suroviny. (Pro tento postup řešení svědčí i současný vývoj v surovinovém složení vyráběných přízí, t.j. stále větší uplatnění chemických vláken. Používané typy vláken se vyrábí ve velkém množství.)

Z tohoto hlediska bude dále pojednáno o stanovení kritického koeficientu zákrutu, pevnosti a tažnosti příze při přetrhu v souvislosti s geometrií příze. V části 1.1.6 ad e) byla naznačena hypoteticky souvislost kritického koeficientu zákrutu a zpřesněného zákrutového koeficientu. Tuto hypotézu lze nyní ověřit u bavlnářských přízí pomocí výsledků zkoušení.

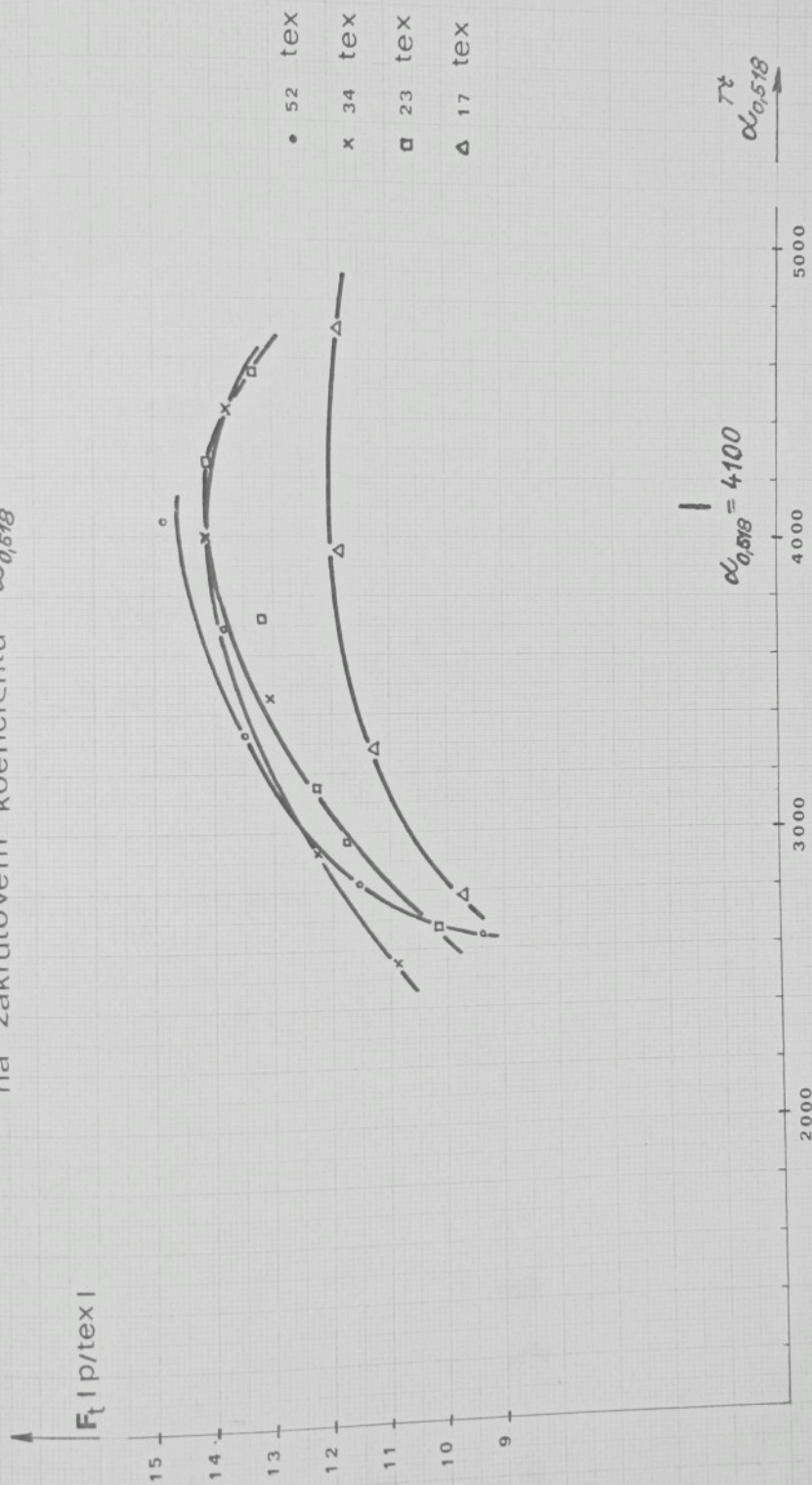
3.3.2.1 Bavlněné příze mykané

V tab. P 3 v příloze I jsou uvedeny výsledky zkoušení pevnosti a tažnosti bavlněných přízí při přetrhu. Závislost poměrné pevnosti na zákrutovém koeficientu $\propto \frac{T_t}{2/3}$ je uvedena na následujícím grafu E 12, obdobně závislost na zpřesněném zákrutovém koeficientu $\propto \frac{T_t}{0,518}$

závislost poměrné pevnosti bavlněné mykané příze
na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^T$



závislost poměrné pevnosti bavlněné mykané příze
na zákrutovém koeficientu $\alpha_{0,518}^T$



(odvozeném v části 1.2.2.1.1) na grafu E 13.

Z grafu E 12 vyplývá, že hodnota kritického koeficientu zákrutu udávající maximální poměrnou pevnost příze při přetrhu klesá s vyšší jemností příze (nižším tex). Závislosti pevnosti příze na zákrutovém koeficientu $\propto \frac{T_t}{2/3}$ pro jednotlivé jemnosti nejsou přehledné.

Graf E 13 tyto závislosti modifikuje a lze poměrně snadno zjistit a odečíst pro všechny jemnosti příze jedinou shodnou hodnotu kritického koeficientu zákrutu :

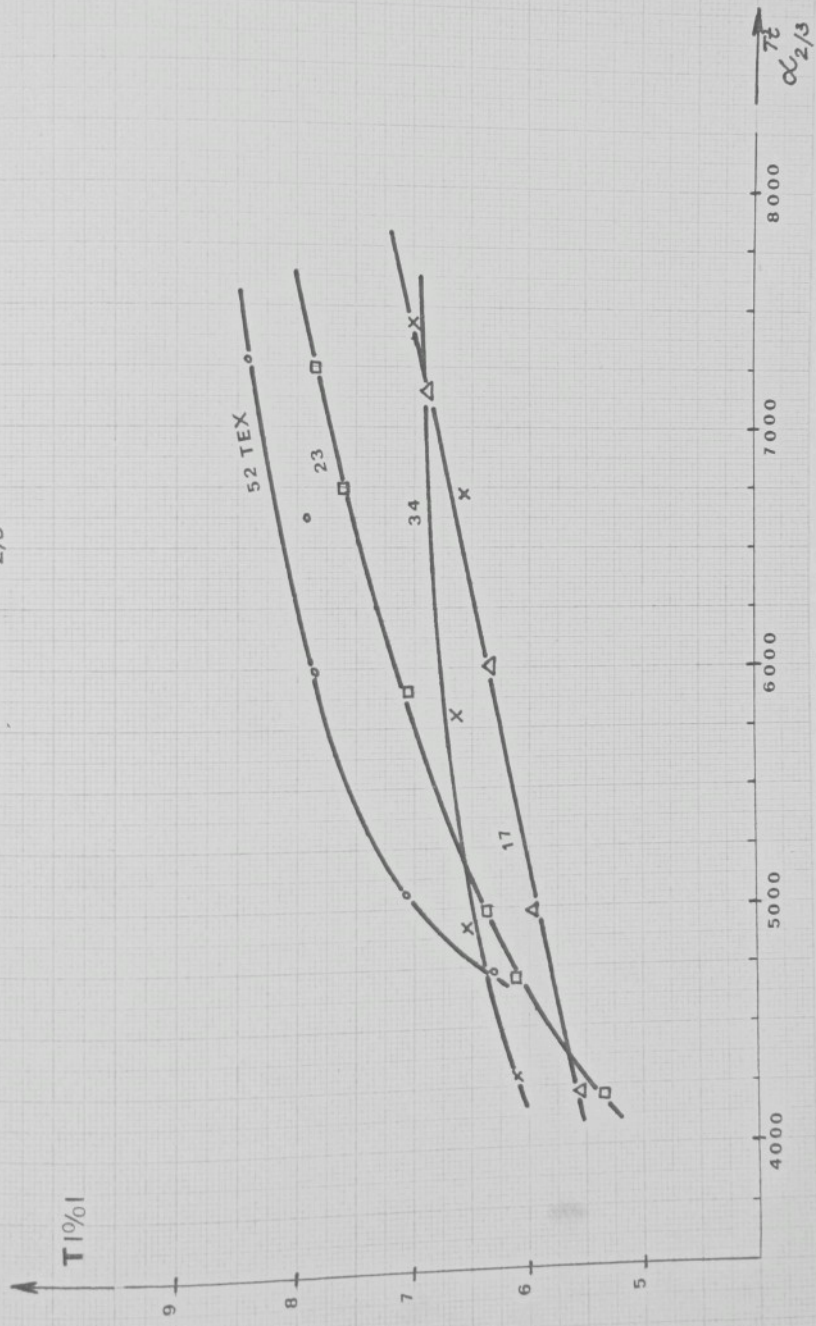
$\propto \frac{T_t}{0,518} \approx 4100$. Průběh závislostí ve sledovaném rozsahu zákrutového koeficientu není tak nepřehledný ve srovnání s grafem E 12.

Podobné zjednodušení poměrů přináší použití zpřesněného zákrutového koeficientu i v případě tažnosti příze při přetrhu :

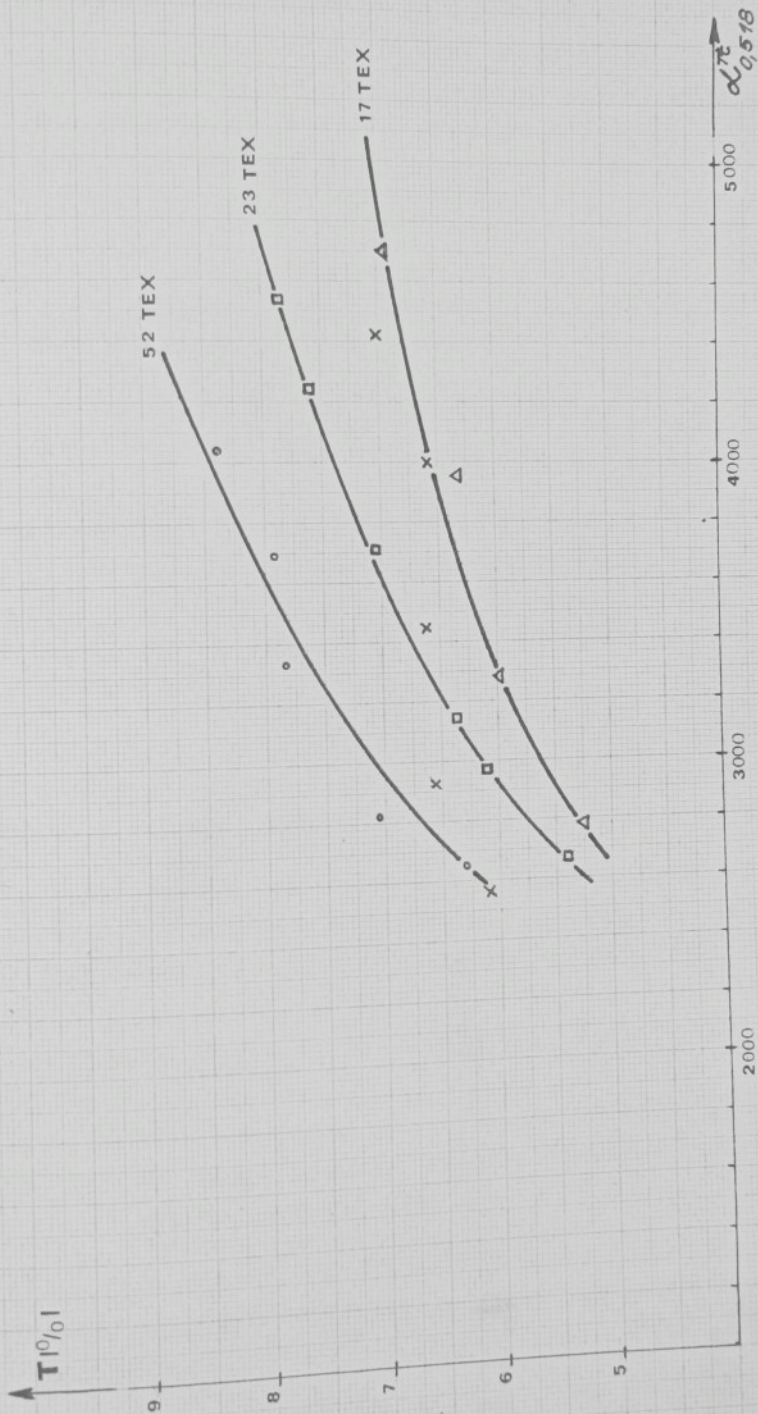
Graf E 14 poskytuje závislost tažnosti na zákrutovém koeficientu $\propto \frac{T_t}{2/3}$. Při matematickém vyjádření této závislosti vzniknou nutně velké nepřesnosti.

Graf E 15 činí tyto nepřehledné závislosti srozumitelnějšími volbou zpřesněného zákrutového koeficientu jako nezávisle proměnné veličiny. Matematické vyjádření závislosti je snazší. Hodnoty tažnosti příze 34 tex jsou v daném případě odchýlené od průběhu ostatních křivek. Z grafu vyplývá, že tažnost bavlněných přízí roste se zákrutovým koeficientem a vyšší hodnotou tex (pro hrubší příze).

závislost tažnosti bavlněné mykané přize na zákrutovém
koeficientu $\alpha_{2/3}^{T_z}$



závislost tažnosti bavlněné mykané příze na zákrutovém
 koeficientu $\alpha_{0,519}^{\tau_c}$



Projekční (výpočetní) vztahy :

Jak bylo stručně uvedeno, teoreticky odvozené vztahy pro výpočet pevnosti či tažnosti příze nevedou v převážné většině případů k dostatečně přesnému vyjádření a popisu experimentálně zjištěných výsledků. Jako vhodné aproximativní vyjádření se proto často užívá regresních rovnic.

Pro tažnost bavlněné příze při přetrhu byla dle grafu E 15 odvozena regresní rovnice (E 86)

$$T_{pp} = (0,10653 + 764 \cdot 10^{-6} \cdot tex_{jm}) (\alpha_{9518}^{Tt} - 1000)^{0,5074} [\%] \quad (E 86)$$

Srovnání hodnot tažnosti vypočtených z rovnice (E 86) a hodnot experimentálně zjištěných je provedeno v tab. P 28 příl. I. Maximální rozdíl těchto hodnot činí - 1,23 [%] v jednom případě (34 tex), v ostatních případech pod ± 1 [%]. Aproximace je vyhovující.

Pro pevnost přízí při přetrhu bývají často používány aproximace typu polynomů vyšších stupňů, což je poměrně nevhodný, i když universální tvar.

Hearle [105] odvodil ve své teoretické studii mechaniky zakrucovaných staplových přízí vzorec (190) (při určitých zjednodušeníh: platnost Hookeova zákona atd.) :

$$\frac{\text{modul pružnosti příze}}{\text{modul pružnosti vlákna}} = \frac{E_p}{E_v} = \cos^2 \beta (1 - K / \sin \beta) \quad (190)$$

kde K ... souhrnná konstanta zahrnující vliv migrace, délky vlákna, jemnosti vlákna a povrchových vlastností vlákna

Při diskuzi o přetrhu příze Hearle připomíná, že za určitých podmínek (především když pevnost příze lze získat

výpočtem napětí příze při protažení rovném tažnosti vlákna při přetrhu) lze použít rovnici (190) jako v-
dítka pro výpočet pevnosti příze. Pro empirické účely
výpočtu pevnosti modifikuje Hearle a El-Sheikh [11] ,
viz též [3]: s.297-305, rovnici (190) následovně :

$$\frac{\text{poměrná pevnost příze}}{\text{poměrná pevnost vlákna}} = \frac{F_{pp}}{F_{vp}} = A \cdot \cos^2 \beta (1 - K/\sin \beta) \quad (191)$$

kde A, K ... konstanty

Jsem toho názoru, že rovnici (190), resp. (191) lze vy-
užít v některých případech jako vhodného tvaru regresní
rovnice pro výpočet pevnosti při přetrhu analogickým za-
vedením modulu příze při přetrhu E_{pp} a modulu vlákna
při přetrhu E_{vp} :

$$E_{pp} = \frac{F_{pp}}{T_{pp}} [p/\text{tex}] \quad (192)$$

$$E_{vp} = \frac{F_{vp}}{T_{vp}} [p/\text{tex}] \quad (193)$$

kde T_{pp} ... tažnost příze při přetrhu [%]
 T_{vp} ... tažnost vlákna při přetrhu [%]

Zavedení modulu při přetrhu je nutno chápat jako formál-
ní, protože je známou skutečností, že poměr pevnosti a
tažnosti při přetrhu není pro příze ani pro vlákna kons-
tantní hodnotou.

Rovnici (191) lze rozepsat :

$$\frac{F_{pp}}{T_{pp}} = \frac{F_{vp}}{T_{vp}} \cdot \cos^2 \beta (1 - \frac{K_A}{\sin \beta}) \quad (194)$$

Rovnicí (194) (event. včetně dalších vhodných regresních
konstant) lze poměrně výstižně nahradit závislost pev-
nosti na zákrutovém koeficientu. Člen $\cos^2 \beta (1 - \frac{K_A}{\sin \beta})$

umožňuje využít znalosti o hodnotě kritického koeficientu zákrutu. Konstantu K_β je možné určit právě pro tento případ vyhledáním maxima tohoto členu při položení:

$$\frac{\partial}{\partial \beta} \left[\cos^2 \beta \left(1 - \frac{K_\beta}{\sin \beta} \right) \right] = 0 \quad (195)$$

po derivaci a úpravě :

$$K_\beta = \frac{2 \sin \beta_{KR}}{2 + \cot^2 \beta_{KR}} \quad (196)$$

kde β_{KR} v rovnici (196) je sklon periferních vláken k ose příze při dosažení kritického koeficientu zákrutu. V daném případě dle grafu E 13 pro kritický koeficient zákrutu $\alpha_{0,518}^{Tt} = 4100$ lze vypočíst z dříve odvozené rovnice (E 14): $\beta_{KR} = 26,59^\circ$

Dosazením do rovnice (196) plyne : $K_\beta = 0,14942$

Modul bavlněného vlákna při přetrhu dosazením z hodnot výsledků zkoušení svazkové pevnosti (Pressley) dle tab.

P 1 příloha I :

$$E_{VP} = \frac{4,0}{0,161 \cdot 7,56} = 3,286 \text{ [p/tex]}$$

Za tažnost příze při přetrhu T_{PP} v rovnici (194) bude použita regresní rovnice (E 86). Dosazením K_β , E_{VP} a T_{PP} dle předchozího textu do rovnice (194) plyne pro pevnost bavlněné mykané příze při přetrhu z dané suroviny :

$$F_{PP} = E_{VP} \cdot T_{PP} \cdot \cos^2 \beta \left(1 - \frac{K_\beta}{\sin \beta} \right) = 3,286 \cdot (0,10653 + + 764 \cdot 10^{-6} \cdot \text{tex}_{jm}) \cdot \left(\alpha_{0,518}^{Tt} - 10^3 \right)^{0,5074} \cdot \cos^2 \beta \left(1 - \frac{0,14942}{\sin \beta} \right) \text{ [p/tex]} \quad (E 87)$$

Porovnání skutečných hodnot pevnosti příze a vypočtených

hodnot z rovnice (E 87) je umožněno násl. tab. E 16:

- v 6.sloupci tabulky jsou experimentálně zjištěné hodnoty pevnosti F_{PPSK}
- v 7.sloupci jsou vypočtené hodnoty pevnosti z rovnice (E 87) při dosazování skutečných hodnot tažnosti T_{PP}
- v 8.sloupci jsou uvedeny vypočtené hodnoty pevnosti z rovnice (E 87) při použití regresní rovnice (E 86) pro výpočet tažnosti.

Ze srovnání hodnot zjištěných a vypočtených poměrných pevností příze při přetrhu možno konstatovat poměrně dobrou shodu zvláště s přihlédnutím k tomu, že pro vlastní výpočet pevnosti z rovnice (E 87) nebylo použito žádných dalších korekčních či regresních konstant. Je možné předpokládat další zvýšení přesnosti aproximace zavedením dalších závisle proměnných veličin.

Rozdíly skutečných a vypočtených přesností v rozsahu zákrutového koeficientu $a_m = (60 \div 67)$ nepřekračují $\pm 1[p/tex]$, což činí méně než $\pm 8[\%]$.

3.3.2.2 Směsové příze PES/ba M II čes

V tab. P 7 příl. III jsou uvedeny výsledky zkoušení pevnosti a tažnosti 25 přízí PES Tesil 12/ba M II čes v různých směsových poměrech, jemnostech a zákrutech. Závislost poměrné pevnosti přízí 65/35 % PES/ba na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^{Tt}$ ($= 100 a_m$) je graficky zachycena na grafu E 16 v levé části; v pravé části je znázorněna závislost pevnosti příze 20 tex, 815 z/m na směsovém poměru PES/ba.

Hodnota kritického koeficientu zákrutu přízí 65/35 % PES/ba klesá z cca $\alpha_{2/3}^{Tt} = 5000$ ($a_m = 50$) pro 30 tex na cca $\alpha_{2/3}^{Tt} = 4600$ ($a_m = 46$) pro 15 tex. Vyšší poměrné pevnosti jsou u hrubších přízí.
Při vyjádření závislosti pevnosti na zpřesněném zákru-

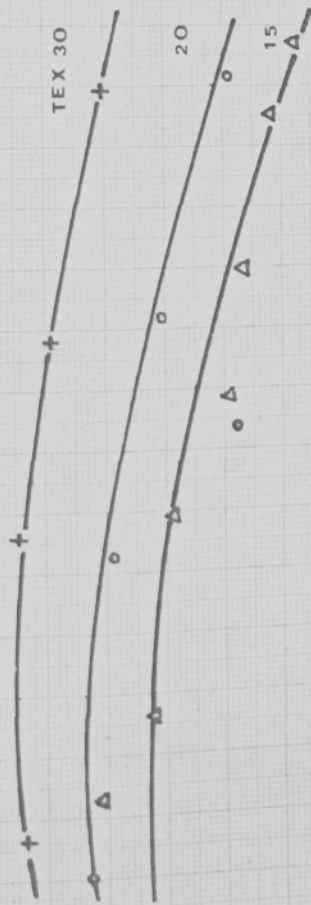
Porovnání skutečných a vypočtených hodnot poměrné
pevnosti příze při přetrhu

Tab.E 16

1	2	3	4	5	6	7	8
tex_{im}	a_m	$\alpha \frac{7t}{0,518}$	$\beta [^\circ]$	$\cos^2 \beta (1 - \frac{0,1494}{\sin \beta})$	$F_{pp,SK}$ [p/tex]	$F_{pp,V}$ [p/tex]	$F_{pp,V}$ [p/tex]
52	47	2652	19,8	0,4944	9,41	10,25	10,20
	50	2821	20,9	0,5074	11,57	11,82	11,00
	60	3333	22,4	0,5194	13,50	13,38	12,77
	66	3690	24,6	0,5300	13,87	13,79	14,00
	73	4043	26,6	0,5327	14,88	14,72	14,98
34	43	2558	19,9	0,4966	10,85	9,96	9,00
	49	2932	22,1	0,5174	12,22	11,10	10,42
	58	3448	24,2	0,5287	13,04	11,52	12,07
	67	4001	26,4	0,5327	14,13	11,54	13,48
	74	4420	27,6	0,5320	13,77	12,23	14,39
23	42	2665	20,7	0,5061	10,18	8,90	8,88
	47	2975	22,1	0,5171	11,79	10,43	9,97
	50	3153	22,2	0,5183	12,28	10,83	10,39
	60	3714	24,7	0,5301	13,14	12,26	11,93
	67	4244	27,8	0,5318	14,13	13,32	13,10
	72	4545	29,0	0,5291	13,33	13,65	13,65
17	42	2783	20,2	0,4993	9,73	9,07	8,74
	50	3280	22,4	0,5198	11,22	10,23	10,32
	60	3950	25,0	0,5310	11,88	11,06	12,00
	72	4698	28,8	0,5297	11,87	12,00	13,44

na zákrutovém koeficientu

$[p/tex]$



PES / ba 65 / 35

na směsovém poměru

$F_t [p/tex]$

TEX 20 815 Z / M

0 ba 100 PES

tovém koeficientu $\alpha_{0,569}^{Tt}$ (viz část 1.2.2.3) obdržíme při přepočtu :

příze 30 tex : kritický $\alpha_{0,569}^{Tt} = 3594$

20 tex : kritický $\alpha_{0,569}^{Tt} = 3589$

15 tex : kritický $\alpha_{0,569}^{Tt} = 3537$

Zjišťujeme tedy obdobně jako u bavlněných mykaných přízí, že při vyjádření pevnosti jako funkce zpřesněného zákrutového koeficientu má kritický koeficient zákrutu prakticky konstantní hodnotu.

Lze proto potvrdit dříve uvedenou hypotézu. Při použití $\alpha_{0,569}^{Tt} \approx 3560$ do rovnice kroucení (E 28) lze vypočíst zákruty příze 65/35 % PES/ba dané jemnosti příze, při kterých obdržíme přízi s maximální poměrnou pevností.

Z hlediska výroby přízí v průmyslu je nutné respektovat skutečnost, že používané zákrutové koeficienty leží s ohledem na žmolkovitost na sestupné větvi křivky (hodnoty vyšší jak kritické koeficienty zákrutu), např. $a_m = 63$. Další zvýšení zákrutů tedy způsobí vždy pokles pevnosti.

V pravé části grafu E 16 lze odvodit z tvaru křivky závislosti: minimální poměrná pevnost příze se vyskytuje pro sledovanou přízi při směsovém poměru 50/50 % PES/ba. Maximální pevnost poskytuje 100 % PESs. Průběh závislosti pevnosti příze na směsovém poměru odpovídá analýze a vysvětlení podaných Hamburgerem [112], které jsou založeny na předpokladu existence dvou přetrhů vláken (v daném případě vláken bavlněného, resp, polyesterového podílu).

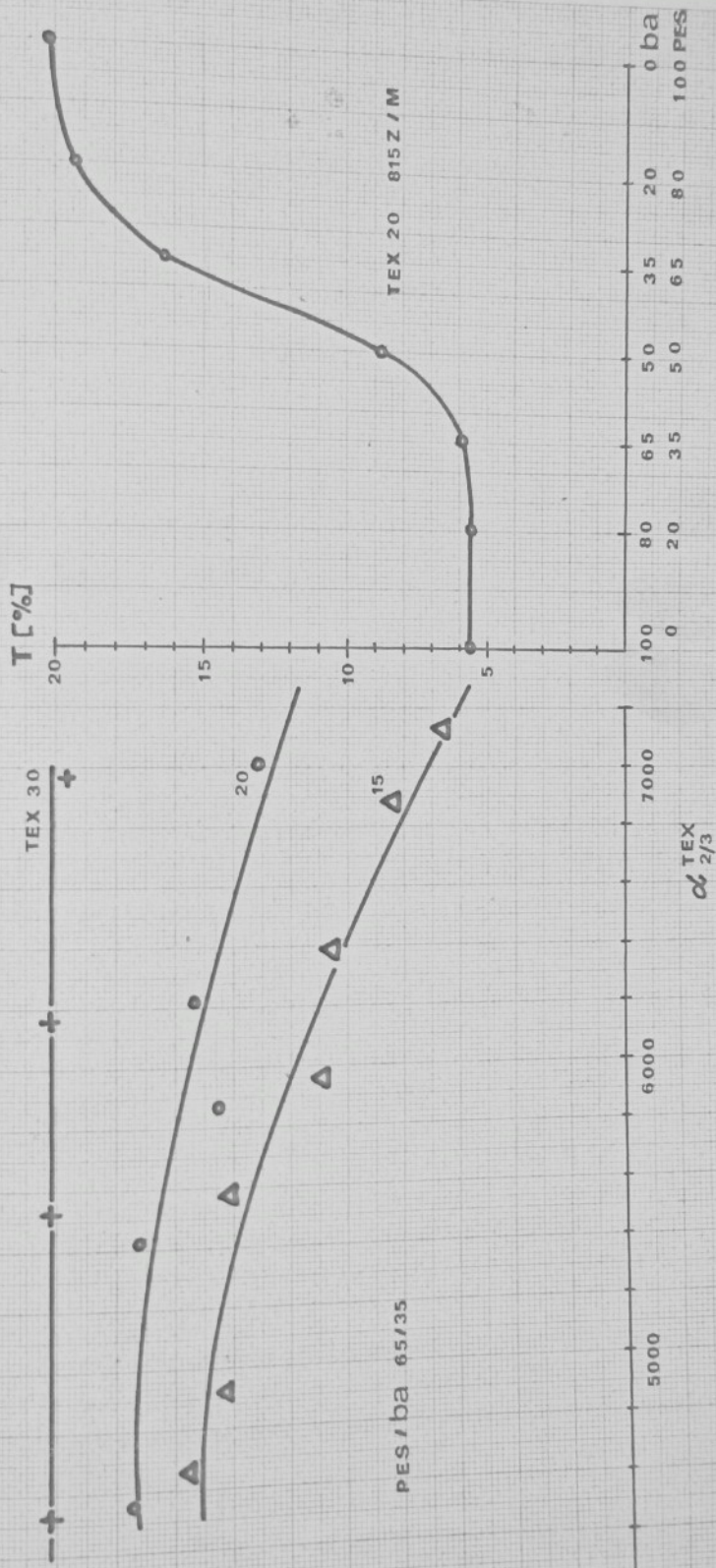
Závislost tažnosti příze je zachycena v grafu E 17:

- v levé části grafu je nezávisle proměnnou zákrutový koeficient $\alpha_{2/3}^{Tt}$. V prokladu k bavlněným přízím tažnost příze klesá se zvyšujícím se zákrutem, vyšší hodnoty tažnosti přísluší hrubším přízím
- v pravé části grafu je nezávisle proměnnou směsový poměr % PES/ba.

graf závislosti tažnosti přize

na zákrutovém koeficientu

na směsovém poměru



Tažnost při ze stoupá se zvyšujícím se podílem PES dle křivky ve tvaru S.

Projekční (výpočetní) vztahy

Tažnost příze PES/ba : regreshí rovnice byla odvozena z grafu E 16, t. j. pro nezávisle proměnné $\alpha_{2/3}^{Tt}$ a jemnost příze (tex) ; pro přízi směsového poměru 65/35 % PES/ba :

$$T_{pp} [\%] = T_1 + T_2 (0,01 \cdot \alpha_{2/3}^{Tt} - 45)^{T_3} = T_1 + T_2 (a_m - 45)^{T_3} \quad (E 88)$$

$$\text{kde } T_1 = 23,607 - \frac{163,54}{tex} + \frac{868}{tex^2}$$

$$T_2 = -1,1395 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1000}{tex} - 34 \right)^{1,889}$$

$$T_3 = 2,946 - \frac{15,478}{tex}$$

Pro závislost tažnosti příze (v daném sledovaném případě pro 20 tex, 815 z/m) na směsového poměru PES/ba vyhovuje regresní rovnice tvaru (dle pravé části grafu E 16) :

$$T_{pp} [\%] = 12,75 \pm 7,75 \frac{|p-0,575|^{16}}{|p-0,575|^{16} + 0,017997} \quad (E 89)$$

kde p ... podíl PESs v rozsahu (0:1)
znaménko $\ominus$ se použije pro případ, kdy $p < 0,575$.

Srovnání hodnot tažnosti příze 65/35 % PES/ba vypočtených z rovnice (E 88) a zjištěných experimentálně je provedeno v tab. P 29 příl. III. Shoda je velmi dobrá, rozdíly nepřesahují $\pm 0,5$ %.

Obdobné srovnání hodnot tažnosti příze (změřených a vypočtených z rovnice (E 89)) v závislosti na směsového poměru je provedeno v tab. P 30 příl. III. Rozdíly opět nepřesahují $\pm 0,5$ %.

Pevnost příze PES/ba : rovněž v případě těchto přízí byla pro pevnost přízí směsového poměru 65/35 % PES/ba použita rovnice (191) vycházející z Hearlova teoretického odvození.

Pro výpočet poměrné pevnosti příze při přetrhu má tato rovnice tvar

$$F_{pp} = \frac{F_{vp}}{T_{vp}} \cdot T_{pp} \cdot A \cdot \cos^2 \beta \left(1 - \frac{K_B}{\sin \beta} \right) \quad (197)$$

kde pro sledovaný případ využití :

A ... regresní konstanta, která má hodnoty pro příze

$$30 \text{ tex} \dots A = \frac{1}{0,933}$$

$$20 \text{ tex} \dots A = \frac{1}{0,901}$$

$$15 \text{ tex} \dots A = \frac{1}{0,860}$$

F_{VP} ... poměrná pevnost vláken při přetrhu [p/tex]

Při přetrhu směsové příze PES/ba je nutné z hlediska tažnosti obou podílů vláken uvažovat pouze o účasti PES vláken. Dle tab P 5 příl. III:

$$F_{VP} = 51,31 \text{ [p/tex]}$$

T_{VP} ... tažnost vláken při přetrhu [%]

Nutno uvažovat pouze PESs :

$$T_{VP} = 32,60 \text{ [%]}$$

T_{PP} ... tažnost příze 65/35 % PES/ba při přetrhu. [%]

Lze použít regresní rovnice (E 88)

β ... úhel sklonu periferních vláken k ose příze; konkrétní hodnoty plynou např. z vyčíslení hodnot v rovnici (26) ; resp. z rovnice :

$$\beta = \arctg 0,51947 \cdot 10^{-3} (\alpha_{rt}^{rt})^{0,8105} \quad (E 90)$$

kteřá je odvozena analogicky dle rovnice (E 11), (E 12), (E 13), (E 14).

K_{β} ... regresní konstanta, která dle rovnice (196) poskytuje pro kritický koeficient zákrutu T_t
 $\alpha 0,569 = 3560$, čili pro kritický sklon vláken
 $\beta_{KR} = 21,2^{\circ}$; $K_{\beta} = 0,08574$

Výsledná rovnice pro výpočet poměrné pevnosti příze 60/35 % PES/ba po částečném vyčíslení :

$$F_{pp} [p/tex] = 1,5739 \cdot (E88) \cdot A \cdot \cos^2 \beta \left(1 - \frac{0,08574}{\sin \beta} \right) \quad (E 91)$$

Srovnání vypočtených a změřených hodnot poměrných pevností přízí 65/35 % PES/ba je uvedeno v násl. tabulce E 17, sloupec 6,7,8. Aproximaci lze označit za poměrně dobrou. Větší rozdíly se vyskytují u příze 15 tex, $a_m > 63$. Pro daný případ sledování pevnosti směsové příze, kdy je z hlediska výroby účelné zkoumat pouze sestupnou větev závislosti na zákrutovém koeficientu, lze regresní rovnici (E 91) zpřesnit a zjednodušit použitím pouze členu $\cos^2 \beta$, takže výsledný tvar pro výpočet poměrné pevnosti sledovaných směsových přízí je velmi jednoduchý i přesný:

$$F_{pp} [p/tex] = \left(20 + \frac{tex_{sk}}{6} \right) \cdot \cos^2 \beta \quad (E 92)$$

Vypočtené hodnoty a jejich rozdíly vzhledem k experimentálním hodnotám jsou v 10. a 11. sloupci tab. E 17.

3.3.2.3 Závěr k výpočetním vztahům pevnosti a tažnosti přízí

Na příkladě bavlněných a směsových přízí bylo poukázáno na možnosti :

- 1) Stanovení hodnoty kritického koeficientu zákrutu jako konstanty pro závislost poměrné pevnosti příze na zpřesněném zákrutovém koeficientu α'_q bez ohledu na jemnost příze daného surovinového složení.
- 2) Výpočtu poměrné pevnosti příze regresní rovnicí, která vychází z upraveného tvaru teoreticky odvozené rovnice

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\alpha_{lim} = 0,45$ α_{959} (17)	α_{959}		$\beta =$ $\arctan \frac{1}{2}$ [°]	$\cos^2 \beta (1 - \frac{0,0574}{\sin \beta})$	$F_{pp \cdot SK}$ [p/tek]	$F_{pp \cdot V}$ [p/tek] (E 91)	$\Delta F_{pp} =$ $F_{pp \cdot V} - F_{pp \cdot SK}$ [p/tek]	$\cos^2 \beta$	$F_{pp \cdot V}$ [p/tek] (E 92)	$\Delta F_{pp} =$ $F_{pp \cdot V} - F_{pp \cdot SK}$ [p/tek]
30	45	3287	20,22	0,6621	21,39	21,27	+ 0,12	0,8805	21,66	- 0,27
	55	3990	23,22	0,6608	21,45	21,24	+ 0,21	0,8445	20,84	+ 0,61
	62	4490	24,85	0,6554	20,94	21,06	- 0,12	0,8234	20,39	+ 0,55
	70	5038	27,12	0,6432	20,08	20,67	- 0,59	0,7922	19,64	+ 0,44
20	44	3279	20,14	0,6619	19,86	20,17	+ 0,49	0,8814	20,52	- 0,66
	54	4062	23,52	0,6601	19,89	19,81	+ 0,08	0,8407	19,59	+ 0,30
	59	4404	24,84	0,6554	17,85	19,17	- 1,25	0,8235	19,10	+ 1,25
	62	4657	26,15	0,6490	19,14	18,61	+ 0,53	0,8058	18,77	+ 0,37
15	70	5237	28,54	0,6332	17,94	16,73	+ 1,21	0,7717	18,03	- 0,09
	47	3605	21,20	0,6631	20,10	20,02	+ 0,08	0,8692	19,41	+ 0,69
	49	3804	22,51	0,6623	19,24	19,80	- 0,56	0,8534	19,09	+ 0,15
	56	4304	24,33	0,6574	18,93	18,91	+ 0,02	0,8303	18,59	+ 0,34
	60	4600	25,38	0,6530	17,99	18,00	- 0,01	0,8163	18,30	- 0,31
	64	4941	26,73	0,6456	17,77	16,71	+ 1,06	0,7977	17,86	- 0,09
	69	5322	28,56	0,6330	17,24	14,95	+ 2,29	0,7714	17,29	- 0,05
	71	5489	29,04	0,6294	16,85	14,03	+ 2,82	0,7644	17,16	- 0,31

Porovnání skutečných a vypočtených hodnot poměrné pevnosti při přetrhu příze 65/35% PES/oa čes.

ce (190). Regresní rovnice zahrnuje tyto vstupní nezávisle proměnné veličiny :

- a) pevnost a tažnost vláken
- b) sklon periferních vláken k ose příze (lze nahradit zákrutovým koeficientem)
- c) regresní rovnici pro výpočet tažnosti daného druhu příze
- d) konstantu K_β , která je určena hodnotou kritického (zpřesněného) koeficientu zákrutu
- e) event. regresní konstantu zahrnující např. příspěvek vláken s nižší tažností k pevnosti směsové příze

Předložené postupy stanovení výpočetních projekčních vztahů mohou sloužit pro ověření rozšířeného využití, event. pro doplnění dalšími nezávisle proměnnými veličinami (jemnost vláken, délka vláken apod.).

3.3.3 Složky deformace při namáhání příze v tahu

Znalost jednotlivých složek deformace při namáhání příze v tahu je důležitým vodítkem pro studii zpracovatelnosti příze (např. na tkacích strojích) i při používání finálních výrobků spotřebních i technických textilií.

Analýzu velikosti elastické, viskoelastické a plastické složky deformace tahem namáhaných bavlněných přízí mykálních (předěných z přástu), které jsou v mnoha vlastnostech a znacích sledovány v této disertační práci, provedla Ing. Kubíková ve své diplomní práci [97] ve spolupráci s aspirantem.

3.4 Torsní vlastnosti - smyčkovitost příze

Zbytkový torsní moment příze je důsledkem elastického podílu deformace vláken při tvorbě příze. Projevem tohoto torsního momentu je nežádoucí sklon přízí vytvářet smyčky při uvolnění osového napětí během zpracování. Tato ži-

vost, resp. smyčkovitost příze závisí na mnoha podmínkách [113]. Pro základní informaci byla smyčkovitost bavlnářských přízí laboratorně zkoušena na přístroji VITEST, konstrukce VÚB [113]. Metodou je možno zjistit, kolik smyček se ustálí na přízi v téměř beznapětovém stavu při přepočtu na délku 1 m příze.

Pro podmínky zkoušení : zatěžovací závaží 1 g
doba odležení ~ 1 rok
byly zjištěny hodnoty smyčkovitosti u bavlnářských přízí.

3.4.1 Bavlněné příze mykané

Pro příze předené z přástu byly zkoušením (při počtu 30 zkoušek) zjištěny hodnoty smyčkovitosti uvedené v tab. P 4 příl. II; detailně viz též diplomní práce Kováře [76]. Z těchto hodnot lze vyvodit : smyčkovitost příze stoupá s vyšším zákrutovým koeficientem a vyšší jemností příze. Při detailní analýze smyčkovitosti příze lze zkoumat závislost na zpřesněném zákrutovém koeficientu α_q (viz oddíl 1.1.6 ad f)), průměru příze $\underline{d}$ a koeficientu zaplnění průřezu příze K_Z .

Vzájemnou souvislost těchto veličin vyjadřuje regresní rovnice:

$$S = \frac{0,2352}{\alpha [mm]} \cdot \sqrt[2]{\frac{\alpha_{0,570}^{\eta}}{K_Z}} \quad [m^{-1}] \quad (E 93)$$

Shodu této aproximace s experimentálními výsledky lze ověřit pomocí tabulky P 31 v příl. II. Vzhledem k platnosti pro poměrně široké rozsahy jemnosti a zákrutů příze, z kterých je odvozen, je třeba tento vztah označit za orientační vodítko.

Protože průměr příze $\underline{d}$, koeficient zaplnění K_Z i zákrutový koeficient $\alpha_{0,570}^{Tt}$ jsou pomocí vztahů (E 16), (E 15) a rovnice kroucení :

$$Z = \alpha_{0,570} \cdot tex^{-0,570}$$

převoditelné na funkce zákrutu Z a jemnosti příze (tex), rovnice (E 93) se po této úpravě zjednoduší do tvaru:

$$S = 8,073 \cdot Z^{0,5} \cdot \text{tex}^{-0,215} \quad [m^2] \quad (\text{E } 93a)$$

3.4.2 Směsové příze PES/ba

Pro 25 položek přízí PES/ba jsou uvedeny hodnoty smyčkovitosti příze v tab. P 7 příl. III. Lze odvodit obdobně jako u bavlněných mykaných přízí: smyčkovitost stoupá s vnitřním zákrutovým koeficientem a_m a vyšší jemnosti příze (nižší tex) - viz graf E 18.

V pravé části grafu je naznačena závislost na směsovém poměru PES/ba, z které vyplývá, že smyčkovitost stoupá s podílem PES vlákna.

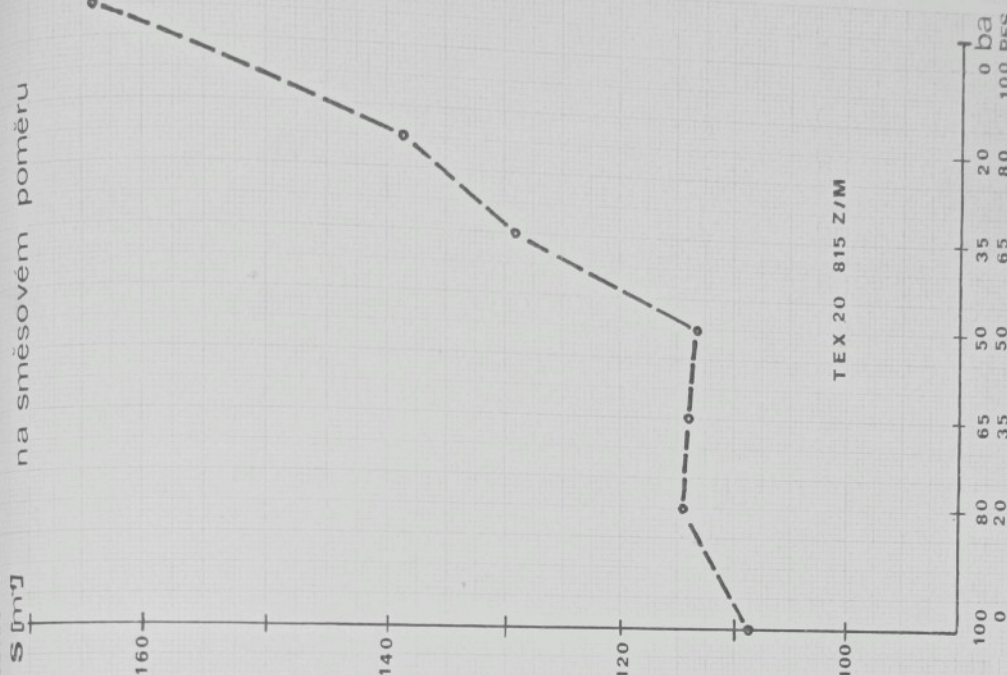
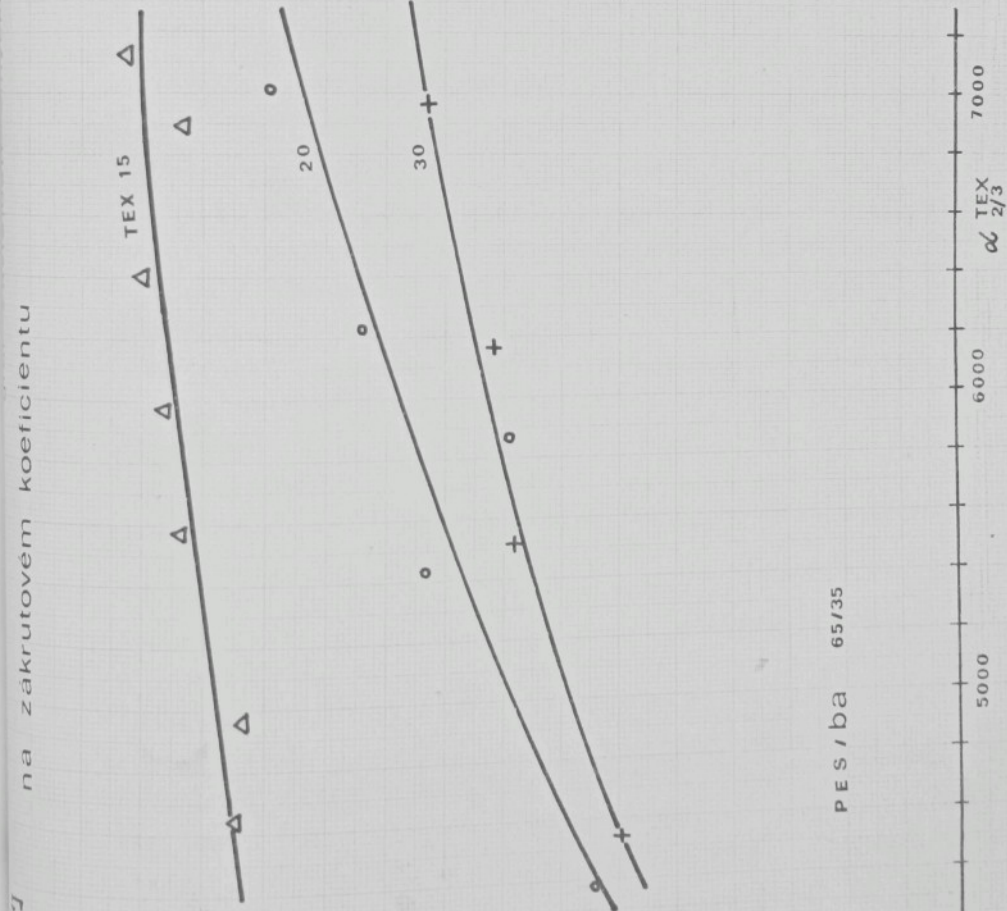
Detailní analýzou smyčkovitosti příze na zpřesněném zákrutovém koeficientu $\alpha \overset{Tt}{0,569}$, průměru příze d mm a koeficientu zaplnění průřezu příze K_z byla odvozena regresní rovnice (E 94) :

$$S = \frac{0,12866 \cdot \text{tex}^{0,27}}{d [mm]} \cdot \sqrt{\frac{\overset{Tt}{\alpha 0,569}}{K_z^{1,5}}} \quad [m^2] \quad (\text{E } 94)$$

Rovnice (E 94) je analogická rovnici (E 93), která byla odvozena pro bavlněné mykané příze. Shodu vypočtených a naměřených hodnot smyčkovitosti lze posoudit v tab. P 32 v příl. III. Rovněž rovnici (E 94) lze zjednodušit pomocí rovnic (E 27), (E 28) a (E 29) :

$$S = 9,8529 \cdot \text{tex}^{-0,0002} \cdot Z^{0,39861} = 9,8529 \cdot Z^{0,3986} \quad [m^2] \quad (\text{E } 94a)$$

Z tohoto tvaru vyplývá, že smyčkovitost směsových přízí 65/35 % PES/ba je ovlivněna pouze zákrutem příze.



3.5 Sráživost příze

Ve studii [2] byla v SVÚT vyvinuta teorie o příčinách a vzniku sráživosti bavlněných přízí bez působení napětí. Výsledky teoretické analýzy a experimentální verifikace vedly k vyslovení hypotézy, z níž stručně cituji :

- 1) vypředená staplová příze nemá konstantní radiální koeficient zaplnění průřezu příze, nýbrž tento je funkcí poloměru příze
- 2) při procesu praní dochází k botnání vláken, což se projevuje u bavlny především zvětšením příčných rozměrů vláken, zatímco délka vláken zůstává prakticky beze změny délky. Botnání vláken způsobuje excentrické síly v přízi, jejichž důsledkem je odstředivý pohyb vláken a tím změna původní struktury příze včetně změny průměru příze
- 3) v procesu sušení dochází k dalším změnám a ustavení nového rovnovážného stavu, jenž má za následek strukturu vysrážené příze. Po sušení zůstává ve vlákne trvalý přírůstek "průměru" vlákna. Rovněž průměr příze zůstává zvětšen (cca o 26 %).
Radiální koeficient zaplnění průřezu příze se ustaví tak, že je v celém průřezu prakticky konstantní.

Důsledkem

- a) zvětšení průměru příze
- b) vyrovnaní radiálního koeficientu zaplnění průřezu příze

je zkrácení délky příze, tzv. sráživost.

Původní kvalitativní příčinou vzniku sráživosti bavlněné příze je botnavost vláken.

Faktorem, který ovlivňuje velikost sráživosti bavlněných přízí je však intenzita zakroucení příze, kterou je možné vyjádřit např. zpřesněným zákrutovým koeficientem (viz část 1.1.6 ad g)) nebo úhlem sklonu periferiálních vláken. Úloha tohoto kvantitativního faktoru sráživosti

příze vyplývá ze souvislosti intenzity zakroucení a hodnoty radiálního koeficientu zaplnění průřezu příze před procesem srážení.

Metodika zjišťování sráživosti bavlnářských přízí:

Změna rozměrů přízí praním a smáčením je zjišťována v SVÚT dle interního předpisu [114]. V podstatě se jedná o praní přadénka s 10 oviny o délce 1 m při teplotě praní 30, 40, 60° C a blízko bodu varu v destilované vodě za přítomnosti pracího roztoku (3 g/l práškového mýdla a 2 g/l uhličitanu sodného). Před i po operacích: namáčení, praní, máchání a sušení (volně na vzduchu) se provádí měření délky přadénka na hrotech posuvného měřítka s přesností na 0,1 mm pod napětím 0,1 p/tex pro jednoduché příze. Napětí se odečítá na tenziometru Zellweger-Uster ze středu přadénka. Počet měření - 10 přadének.

3.5.1 Bavlněné příze mykané

Sráživost přízí byla zjišťována po praní při teplotě blízko bodu varu. Bavlněné mykané příze předené z pramene byly zkoušeny po prvním, třetím a pátém cyklu praní. Výsledky zkoušení sráživosti jsou uvedeny v tab. P 3 příl. I včetně průměru příze po pátém praní (možnost srovnání s průměrem příze před praním). Hodnoty sráživosti bavlněných přízí rostou s vyšším zákrutem příze a vyšším počtem cyklů praní.

Regresní analýzou bylo zjištěno, že z hlediska nejjednoduššího funkčního vyjádření sráživosti v závislosti na intenzitě zakroucení příze je vhodné volit jako nezávisle proměnnou veličinu úhel sklonu periferních vláken v přízi - $\text{tg } \beta$.

Příslušné regresní rovnice :

Sráživost příze po 1. praní Z_{d1}

$$Z_{d1} = -122 + 8,335 \cdot \text{tg } \beta \quad [\%]$$

(E 95a)

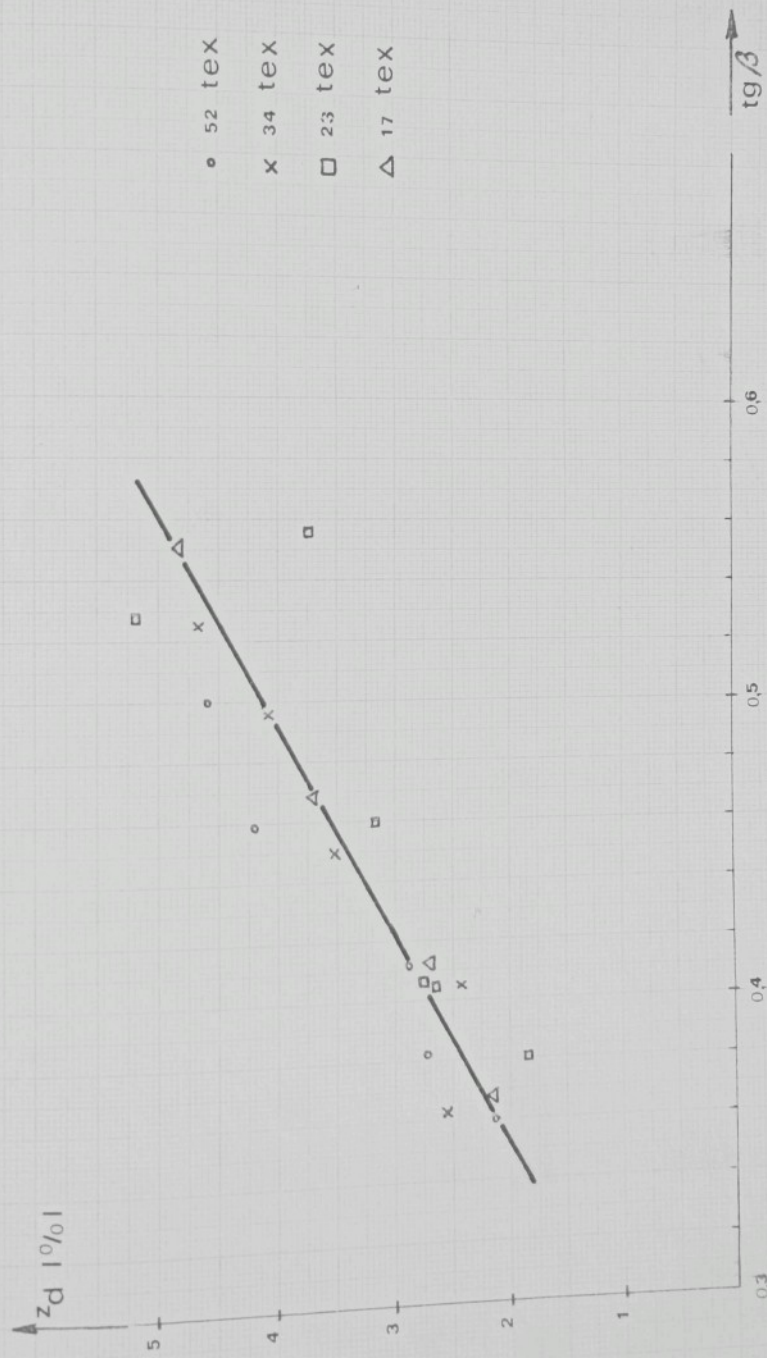
závislost sráživosti bavlněné mykané přize po 1.prani na sklonu
periferních vláken k ose přize

graf E 19

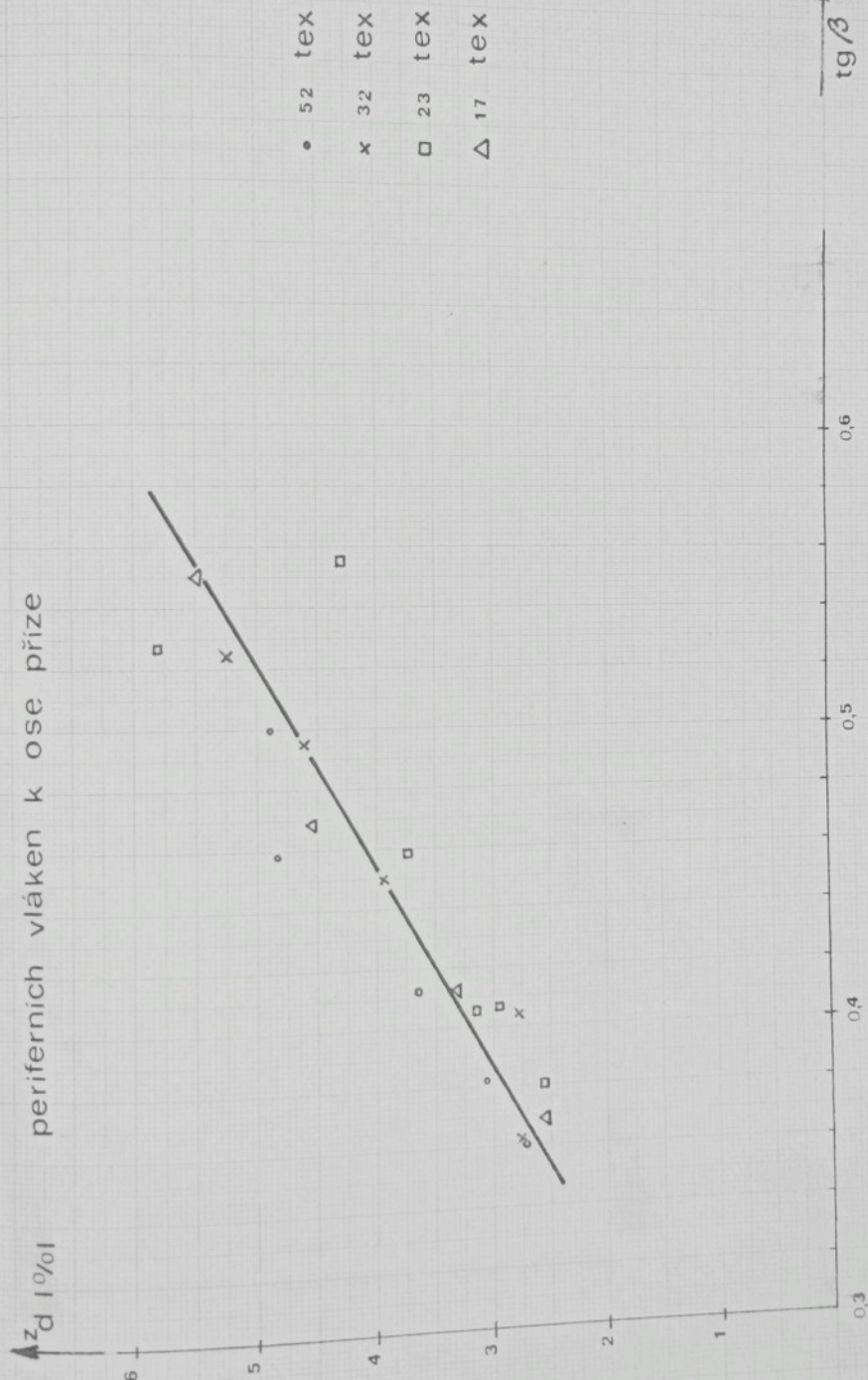


závislost sráživosti bavlněné mykané přize po 3. prání na sklonu
periferních vláken k ose přize

graf E 20



závislost sraživosti bavlněné mykané přize po 5. prání na sklonu
 periferních vláken k ose přize



Sráživost příze po 3. praní Z_{d3}

$$Z_{d3} = -3,04 + 14,305 \operatorname{tg} \beta \quad [\%] \quad (\text{E } 95\text{b})$$

koeficient korelace $k_r = 0,901$

Sráživost příze po 5. praní Z_{d5}

$$Z_{d5} = -2,83 + 15,032 \operatorname{tg} \beta \quad [\%] \quad (\text{E } 95\text{c})$$

koeficient korelace $k_r = 0,910$

Rovnice (E 95) lze převést z funkčního tvaru $Z_d = f(\operatorname{tg} \beta)$ na závislost na zpřesněném zákrutovém koeficientu, v tomto případě použitím rovnice (E 13): $Z_d = f(\alpha_{0,5/13}^{Tt})$. Použitím rovnice (E 9) lze pak závislost převést na funkci: $Z_d = f(\alpha_{2/3}^{Tt}, \operatorname{tg} \beta)$. Ilustraci závislosti $Z_{d13,5} = f(\operatorname{tg} \beta)$ poskytují grafy E 19, E 20, E 21.

Porovnání hodnot sráživostí skutečných a vypočtených z regresních rovnic (E 95a,b,c) je uvedeno v tabulce P 33 příl. I. Shoda je vyhovující, odchylky přesahují pouze v několika případech 1 %.

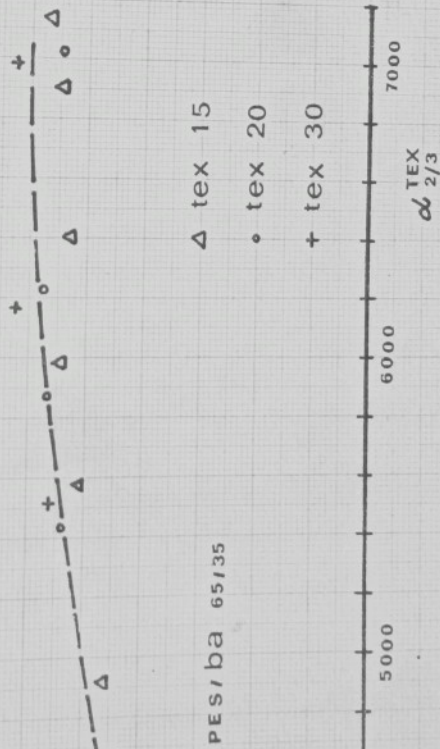
3.5.2 Směsové příze PES/ba

Sráživost směsových přízí PES/ba byla zjišťována pro celý rozsah směsových poměrů při teplotě praní 60°C . Výsledky zjišťování sráživosti po 1. praní jsou uvedeny v souhrnné tabulce P 7 příl. III.

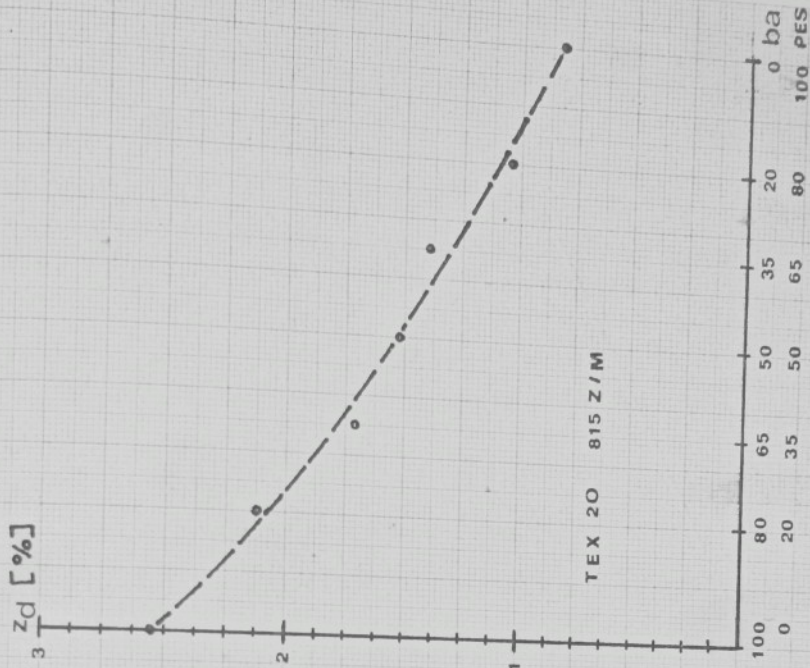
Sráživost směsové příze PES/ba mírně stoupá s rostoucím zákrutem, výrazně pak roste s vyšším podílem bavlněných vláken. Vliv jemnosti příze při vyjádření závislosti sráživosti na zákrutovém koeficientu $\alpha_{2/3}^{Tt}$ je zanedbatelný.

graf závislosti sražíivosti přize z_d
na zákrutovém koeficientu

z_d [%]



graf závislosti sražíivosti přize z_d
na směšovém poměru



Sráživost přízí 65/35 % PES/ba čes stoupá v rozsahu $\alpha_{2/3}^{Tt} = 4400 \div 7000$ ($a_m = 44 \div 70$) z hodnoty 1,1 % na 1,5 %. Tuto závislost vyjadřuje levá část grafu E 22. Na pravé straně grafu je znázorněna závislost sráživosti příze 20 tex, 815[m⁻¹] na směsovém poměru PES/ba. Sráživost klesá pro daný případ z hodnoty 2,56 % pro 100 % ba čes na hodnotu 0,83 % pro 100 % PESs.

3.6 Hmotná nestejnomyernost příze Uster

Pro sledované druhy přízí byly zjišťovány charakteristiky hmotné nestejnomyernosti :

- lineární hmotná nestejnomyernost U [%]
- počet slabých míst/1000 m (nastavení - 50 %)
- počet silných míst/1000 m (nastavení + 50 %)
- počet nopků/1000 m (nastavení 3 : 200 %)

3.6.1 Bavlněné příze mykané

Sledované charakteristiky - viz tab. P 3 příl. I pro příze předené z pramene, resp. viz tab. P 4 příl. II pro příze předené z přástu.

Pro příze vyprádané jednotnou technologií a z jednotné suroviny roste lineární hmotná nestejnomyernost u jemnějších přízí. Při srovnání 100 tex a 17 tex činí zvýšení téměř dvojnásobek : 11 % → 21 %.

Obdobné závislosti vykazují i průmyslově vyráběné příze. Zákrut podstatně neovlivňuje hmotnou nestejnomyernost. Regresní rovnice odvozená z hodnot naměřených ve výpředových řadách :

$$U [\%] = 10 + \frac{185}{tex} \quad (E 96)$$

Pro průměrnou hodnotu lineární hmotné nestejnomyernosti příze "světových" přádelen lze odvodit rovnici dle průběhu čáry (Uster Bulletin Nr.14) :

$$U [\%] = 5,65 (3 - \log \text{tex}) + 5,65$$

(E 97)

Srovnáním vyčíslených hodnot se potvrzuje předpoklad o mírnějším nárůstu lineární hmotné nestejnoměrnosti příze u vyšších jemností průmyslově vyráběných přízí (vzhledem k přízím z jednotné suroviny). Je to podmíněno používáním kvalitnějších surovin pro výrobu jemnějších přízí.

Počet slabých míst, silných míst a nopků roste velmi výrazně pro příze z jednotné suroviny s vyšší jemností. Hodnoty dosahují několikanásobného zvýšení.

3.6.2 Směsové příze PES/ba

Výsledky zkoušení hmotné nestejnoměrnosti - viz tab. P 7 příl. III. Podobně jako u bavlněných mykaných přízí lze konstatovat :

- 1) lineární hmotná nestejnoměrnost příze roste s vyšší jemností příze z průměrné hodnoty $U = 9,2 [\%]$ pro přízi 30 tex na $U = 15 [\%]$ pro 15 tex.
- 2) Počet slabých míst (zeslabených o 50 %) se zvyšuje s vyšší jemností příze z hodnoty cca 5/1000 m pro 30 tex na cca 37/1000 m pro 15 tex.
- 3) Obdobně počet silných míst (+ 50 % průřezu) : 7/1000 m pro 30 tex na průměrně 67/1000 m pro přízi 15 tex.
- 4) Počet nopků (+ 200 % hmoty průřezu, délka 1 mm) roste s vyšší jemností : průměrně 29/1000 m pro přízi 30 tex na cca 78/1000 m pro 15 tex.

3.7 Oděruodolnost příze

Oděruodolnost příze je v SVÚT Liberec zjišťována pomocí přístroje Zweigle : odíráním - přes pomalu se otáčející

a podél příze se vratně pohybující váleček potažený smirkovým plátnem - až do přetrhu příze jejím prodřením. Jedná se tedy o laboratorní simulaci značně zostřených poměrů při odírání přízí zatkávaných do tkaniny.

Výsledky zkoušení oděruodolnosti bavlněných mykaných přízí - viz souhrnné tabulky zkoušení : tab.P 3 příl.I.

tab.P 4 příl.II.

Výsledky laboratorního zkoušení odolnosti v oděru příze jsou udávány počtem cyklů (kmitů) do prodření a přetržení příze při předpětí 20 p/l nit.

Z těchto měření byla stanovena empirická rovnice Salabou [39] pro oděruodolnost příze 0 v rozsahu (17 - 50) tex, $a_m = 55 \div 75$:

$$O[\text{cykly}] = \frac{1}{0,4 \cdot \text{tex}^{-1} - 0,01 \alpha_{2/3}^{T_t} + 0,00545} \quad (\text{E } 98)$$

Dle tohoto vztahu se oděruodolnost příze zvyšuje u hrubších přízí zvýšením zákrut.koeficientu $\alpha_{2/3}^{T_t}$ o 500 (a_m o 5 : např. $a_m 55 \rightarrow 60$) cca o 6 %, u hrubších přízí cca o 3 % - při dané zkušební metodice. Při praktickém používání lze předpokládat ještě významnější vliv zákrutu.

Pro směsové příze s chemickými vlákny nelze dle mého názoru používat přístroj fy Zweigle (pro zkoušení oděruodolnosti).

4.0 SOUVISLOSTI VLASTNOSTÍ A GEOMETRIE SKANÝCH PŘÍZÍ

Na základě znalosti výpočtu konečného zákrutu jednoduché příze po skaní Z_{JK} (viz odd. 2.2 - teoretické, 2.3 - experimentální práce) bude zde předložen pokus o stručné a základní vysvětlení průběhu vlastností skané příze v závislosti na tomto zákrutu.

Jako reprezentant vlnářských skaných přízí byla použita výpředová řada 55/45 % PES/vlna. Výsledky zkoušení použité suroviny i 16 přízí s různými kombinacemi přádního a skacího zákrutu jsou uvedeny v příloze VI.

V části 2.3.2 je uveden výpočet konečného počtu zákrutů na jednoduché přízi po skaní Z_{JK} 2 alternativními způsoby. Jako výsledných vypočtených hodnot zákrutu Z_{JK} je zde použito aritmetických průměrů z hodnot zjištěných oběma způsoby - viz 11. sloupec tab. E 14.

Bavlnářské skané příze jsou zastoupeny 33 přízemi vyrobenými z 12 jednoduchých přízí předených z přástu (4 jemnosti a 3 zákruty) - výsledky zkoušení viz příloha II. Výsledky zkoušení vlastností skaných přízí - viz příloha VII, tab. P 27.

Jako nezávisle proměnné veličiny závislosti vlastností skaných přízí bylo použito hodnot konečného počtu zákrutů jednoduché příze Z_{JK} uvedených v tab. E 15 v 9. sloupci.

4.1 "Průměr" skané příze

4.1.1 Vlnářské příze skané

Z předchozího textu (viz str. 167) vyplývá, že za "průměr" skané příze d_{SK} je považován aritmetický průměr z 10 proměřovaných průmětů průřezu skané příze, čili průměr stejnoplochého kruhového průřezu.

Závislost $d_{SK} = f(Z_{JK})$ je znázorněna na grafu E 23.

Nutno podotknout, že se jedná o příze shodné jemnosti (25 tex) a 4 použité úrovně skacích zákrutů.

Z teoretického i praktického hlediska je především zajímavý stav příze v oblasti při $Z_{JK} = 0$. V tomto případě působí ve skané přízi pouze skací zákrut Z_{SK} , který

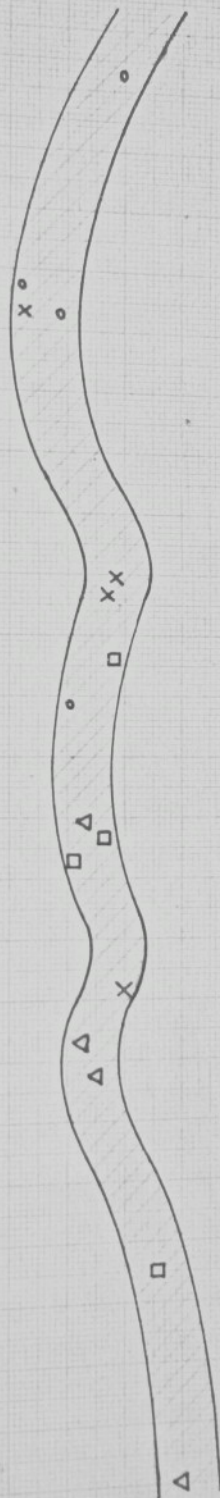
závislost „průměru“ skané **PES/VLNA** přize na konečném
zákrutu jednoduché přize po skani

graf **E 23**

- ZSK 418
- X ZSK 527
- ZSK 652
- Δ ZSK 738

25 x 2 TEX

110⁻²mm l



S ← O → Z

ZJK [m⁻¹]

240 200 160 120 80 40 0 40 80 120 160 200 240

váží obě jednoduché příze s nulovým zákrutem (vztaženým k jejich šroubovicovým osám). Z těchto geometrických poměrů vyplývá uvolnění vláken v průřezu přízí. Odpovídá tomu lokální maximum znázorněné ve střední části grafu ($Z_{JK} = 0$). Při zvyšování na hodnoty cca $Z_{JK} = 60 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ se projevuje vliv stoupajícího zákrutu na jednoduchých přízích zvýšením měrné hmotnosti (resp. průměrného koeficientu zaplnění průřezu příze), což je rovnocenné zmenšení hodnoty d_{SK} . Plocha kontaktu obou jednoduchých přízí se zmenšuje v důsledku uzavírání zhušťujícího se průřezu jednoduchých přízí.

V oblasti $Z_{JK} = (100 \div 150 \text{ [m}^{-1}\text{]})$ dochází k vytvoření značně odlišného tvaru průřezu skané příze. Průřezy jednoduchých přízí jsou vázány tímto zákrutem do té míry, že nabývají přibližně tvaru samostatných kruhů s větší či menší vzájemnou kontaktní plochou.

Nad hodnotou $Z_{JK} = 150 \text{ [m}^{-1}\text{]}$ působí vyšší zákrut Z_{JK} další zmenšování ploch průřezů jednoduchých přízí.

Popsaným mechanismem vznikají pro závislost $d_{SK} = f(Z_{JK})$ 3 lokální maxima při sledování hodnot Z_{JK} v obou směrech zákrutu (Z i S).

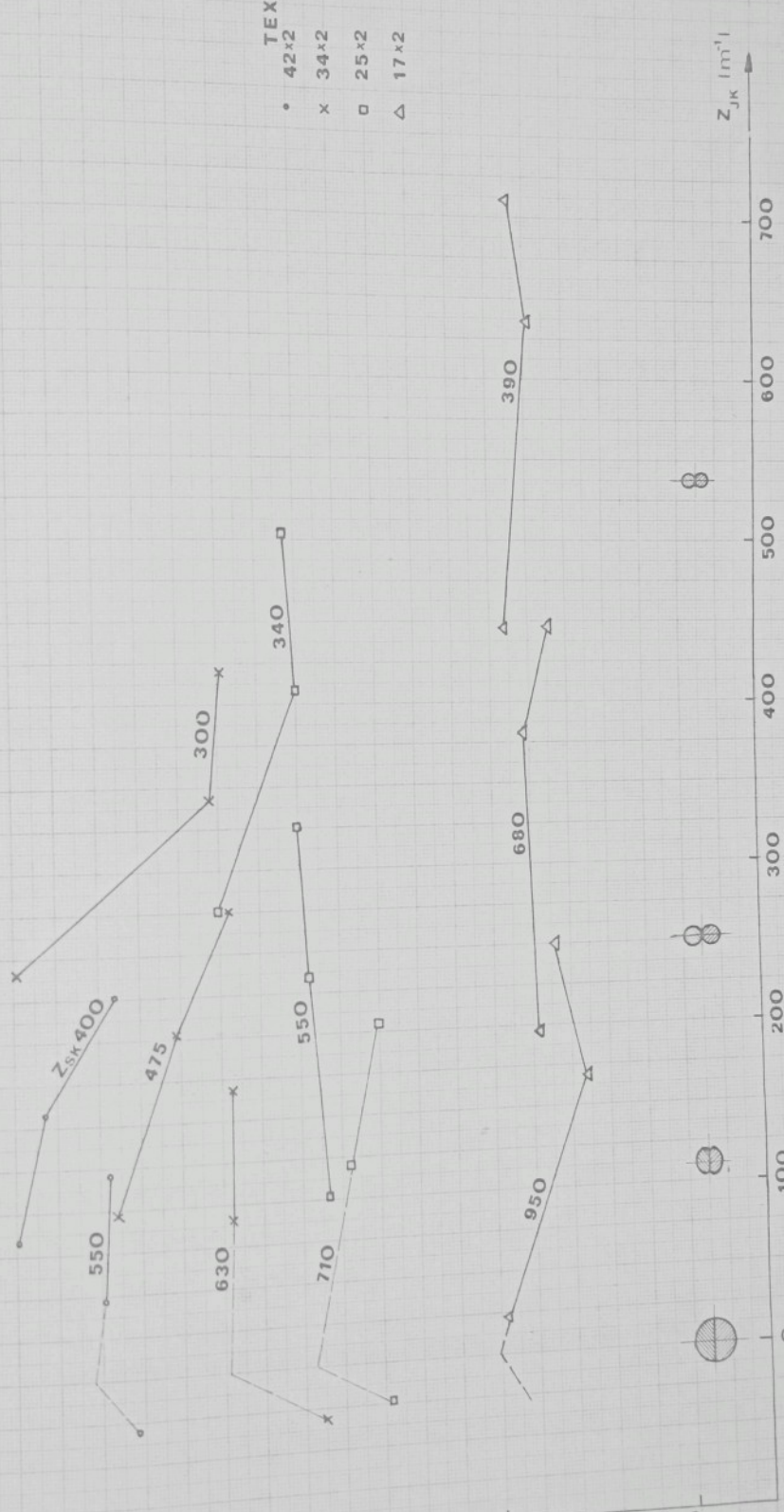
Změny tvaru průřezu skané příze jsou schematicky znázorněny v dolní části grafu.

Skaná příze v oblasti $Z_{JK} = 0$ se vyznačuje po délce stejnoměrným uzavřeným kruhovým tvarem průřezu, takže ji ani při zvětšení nelze dobře rozeznat od jednoduché příze.

Vliv úrovně skacího zákrutu Z_{SK} v rozsahu $(418 \div 738 \text{ [m}^{-1}\text{]})$ se podstatně neprojevuje - vzhledem k popsaným geometrickým poměrům. Skací zákrut má význam především pro ustavení šířky kontaktní plochy a okolí tohoto kontaktu. Z tohoto důvodu byly hodnoty "průměrů" skaných přízí uzavřeny v grafu do poměrně úzkého pásma, které zvýrazňuje geometrické poměry.

závislost „průměru“ skané bavlněné příze na konečném zakřutí
jednoduché příze po skání

$\times 10^{-2} \text{ mm/l}$



4.1.2 Bavlnářské příze skané

Závislost "průměru" skané příze bavlněné je obdobného charakteru jako u vlnářských přízí.

V grafu E 24 jsou zachyceny hodnoty "průměrů" skaných přízí 4 jemností s kombinacemi 3 přádních a 3 skacích zákrutů. Čarami jsou spojeny hodnoty stejné úrovně skacích zákrutů Z_{SK} . Rozsah skacích zákrutů je poměrně široký.

Z tohoto důvodu lze najít výraznější vliv :

nižší skací zákruty Z_{SK} mají při stejné hodnotě zákrutů Z_{JK} za následek ve všech sledovaných případech větší "průměr" skané příze.

Změny tvaru průřezu skané příze způsobené různou hodnotou Z_{JK} jsou pro bavlněné mykané příze méně výrazné (než u vlnářských), ale především se dostavují při značně větších rozdílech hodnot Z_{JK} , jak vyplývá ze schematických znázornění průřezů přízí v dolní části grafu.

4.2 Pevnost a tažnost skané příze v tahu

4.2.1 Vlnářské příze skané

Závislosti pevnosti a tažnosti při přetrhu skané příze 55/45 % PES/vlna jemnosti 25x2 tex na konečném zákrutu jednoduché příze po skaní Z_{JK} :

$$F_t = f(Z_{JK}) \quad , \text{ resp. } T = f(Z_{JK})$$

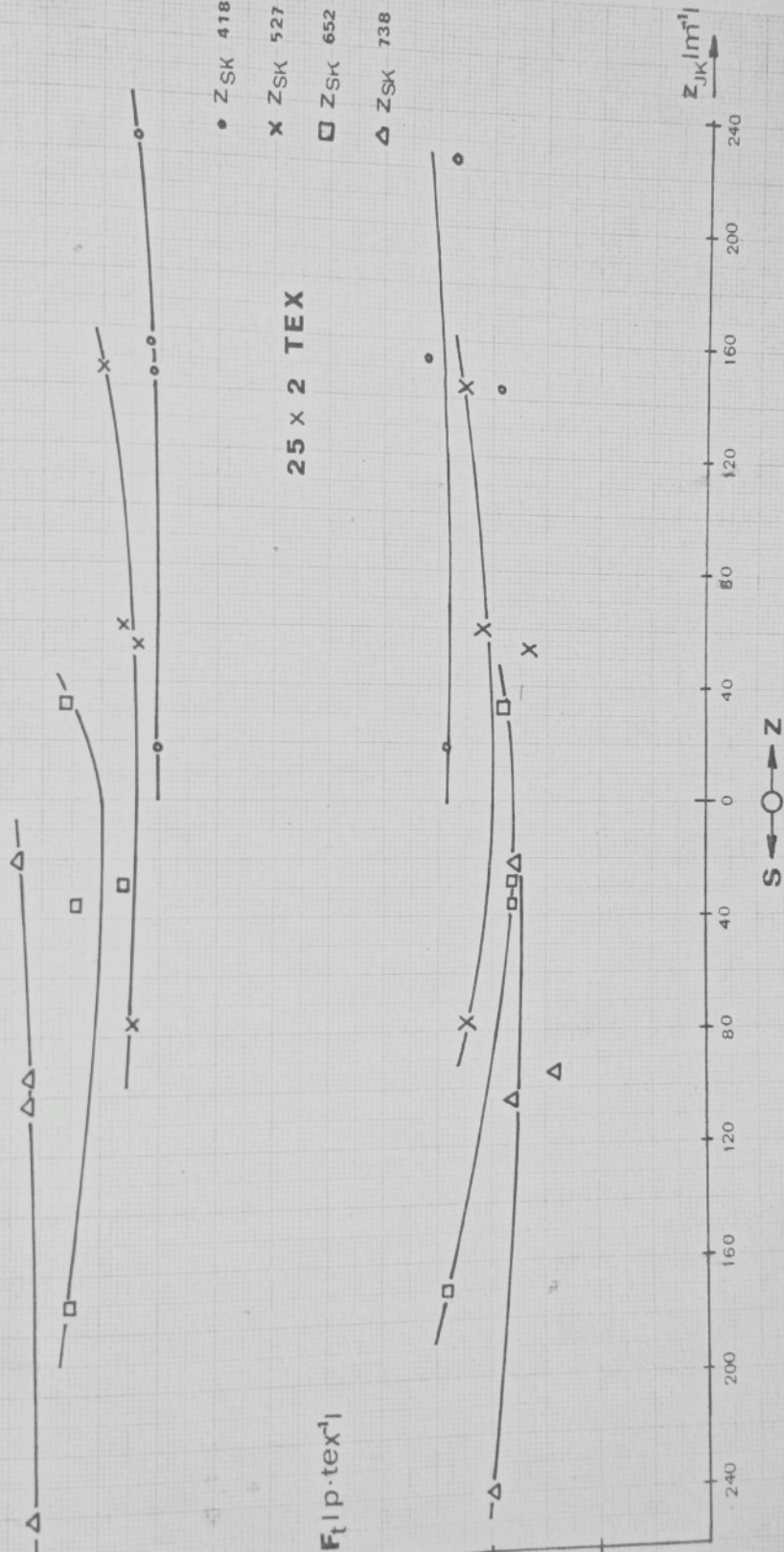
jsou graficky zpřístupněny na grafu E 25.

Pevnost skané příze 55/45 % PES/vlna při přetrhu je minimální pro všechny 4 úrovně skacích zákrutů v oblasti $Z_{JK} = 0$, zvyšuje se s rostoucím zákrutem Z_{JK} ve směru Z resp. S .

Vyšší skací zákrut ve sledovaném rozsahu $(418 \div 738) [m^{-1}]$

závislost tažnosti a pevnosti skané **PES/VLNA** příze na konečném
zákrutu jednoduché příze po skaní

graf E 25



zapříčiňuje pokles pevnosti skané příze ! Hodnoty pevnosti se však nachází ve velmi úzkém rozsahu : $(19,5 \div 20,5)$ [p/tex].

Tažnost této příze při přetrhu vykazuje v závislosti na zákrutu Z_{JK} obdobnou tendenci jako pevnost, pouze pro nejvyšší skací zákrut tažnost mírně klesá s vyšším zákrutem Z_{JK} směru S. Nižší úroveň skacího zákrutu však vždy zapříčiňuje nižší hodnotu tažnosti příze při přetrhu.

Z hlediska pevnosti při přetrhu sledovaného druhu skané vlnařské příze je zajímavé, že značně vysokou hodnotu pevnosti lze docílit při cca $Z_{JK} = 0$ a nízkém skacím zákrutu $Z_{SK} = 418$ [m⁻¹].

Elastický podíl E_e tahové deformace těchto přízí při prodloužení příze na 20, 30, 45, 60 a 70 [%] tažnosti při přetrhu vyšetřoval Soukup [95].

Výsledky vztažené na konečný zákrut Z_{JK} - viz tabulka P 34 příl. VI. Z těchto hodnot vyplývá, že minimum elastického podílu tahové deformace leží pro všechny úrovně skacího zákrutu i úrovně prodloužení (zatížení) příze v oblasti blízké $Z_{JK} \approx 0$. Při hodnotě $Z_{JK} \approx 150$ [m⁻¹] obou směrů kroucení (Z i S) se nachází maximum elastického podílu deformace. Při hodnotách $Z_{JK} \sim 150$ [m⁻¹] dochází opět k poklesu elastického podílu.

Vysvětlení spočívá patrně v tom, že při $Z_{JK} \approx 0$ mají vlákna v jednoduchých přízích během zatěžování největší možnost prokluzovat, což způsobuje vlastně plastickou deformaci příze. Při vysokých hodnotách Z_{JK} je nutné uvažovat o částečném spotřebování elasticity vláken při jejich napínání způsobeném zakroucením.

4.2.2 Bavlnářské příze skané

Vysledování závislosti pevnosti bavlněných skaných přízí při přetrhu je přes poměrně značné množství položek (33 přízí různých kombinací přádního a skacího zákrutu) značně stíženo skutečností, že pro jednu jemnost příze a jednu úroveň skacích zákrutů jsou k dispozici pouze 3 hodnoty pevnosti v závislosti na zákrutu příze Z_{JK} .

Jednoznačné a úplné vyjádření matematické závislosti $F_t = f(Z_{JK})$ - viz graf E 26, nelze proto provést, přesto lze konstatovat :

- 1) Pro nízký skací zákrut ($Z_{SK} = (340 \div 550)[m^{-1}]$) lze u přízí doporučit takové přádní zákruty, aby konečný zákrut Z_{JK} byl v rozsahu : $Z_{JK} = (400 \div 600)[m^{-1}]$ - dle jemnosti příze (vyšší zákrut pro jemnější příze).
- 2) Pro střední skací zákrut ($Z_{SK} = (630 \div 700)[m^{-1}]$) zůstává pevnost skané příze prakticky beze změny pro rozsah $Z_{JK} = (0 \div 400)[m^{-1}]$. Lze tedy doporučit stanovení přádního zákrutu na minimální hodnotě únosné pro vlastní zpracování příze.
- 3) Pro vysoký skací zákrut ($Z_{SK} > 710[m^{-1}]$), což připadá v úvahu pro jemné příze (např. 17 tex) je poměrná pevnost skané příze nejvyšší - ze všech kombinací zákrutů - v oblasti $Z_{JK} \approx 0$, což je příznivé zjištění, jelikož je možno dodat poměrně nízký přádní zákrut.
- 4) Při určité hodnotě Z_{JK} je dosažení vyšší pevnosti skané příze podmíněno použitím vyššího skacího zákrutu.
(Poznámka: platí pro vyšetřovaný rozsah zákrutů:
 $a_m = 55 \div 72$, $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} = 80 \div 170^\circ$)
- 5) Při vyjádření závislosti pevnosti skané bavlněné příze na zákrutových koeficientech $a_m, \alpha_{1/2 SK}^{T_m}$ možno doporučit pro dosažení nejvyšší pevnosti příze :
a) kombinaci nejmenšího přádního a největšího skacího zákrutového koeficientu : $a_m \approx 55$, $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} \approx 170^\circ$.

Toto zjištění je shodné se závěry japonských výzkumníků Kyumy, Kobayashi a Kazamy [132]. Rozborem pevnosti, tažnosti a dalších vlastností skaných bavlněných přízí se zabýval Ursiny [133], který došel ke stejným výsledkům.

- b) Předchozí kombinaci je rovnocenná z hlediska dosažené úrovně pevností skané příze i kombinace :

$$\begin{aligned} \text{příze } 42 \times 2 \text{ tex} : a_m &= 72, \alpha_{1/2} \text{ SK} = 80 \\ 34 \times 2 \text{ tex} : a_m &= 72, \alpha_{1/2} \text{ SK} = 80 \\ 25 \times 2 \text{ tex} : a_m &= 72, \alpha_{1/2} \text{ SK} = 130 \\ 17 \times 2 \text{ tex} : a_m &= 65, \alpha_{1/2} \text{ SK} = 80 \end{aligned}$$

což lze charakterizovat jako opačnou relaci : aplikace vysokých přádních zákrutů a nízkých skacích zákrutů.

Závislost tažnosti bavlněných skaných přízí na konečném zákrutu Z_{JK} jednoduché příze je značně jednodušší - viz horní část grafu E 26 a obdobná poměrům u skaných vlnařských přízí :

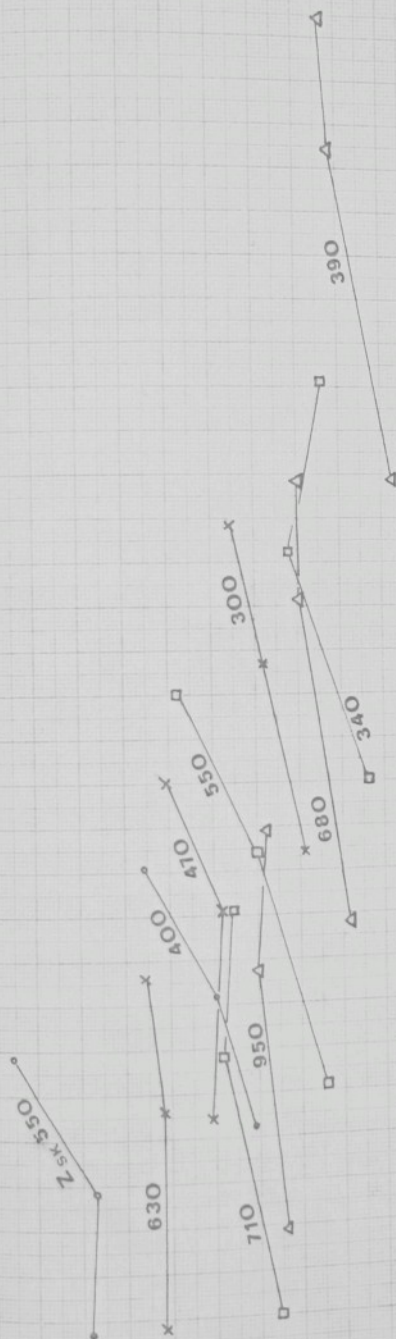
- 1) z hodnoty tažnosti jsou nejnížší pro zákrut v oblasti $Z_{JK} = 0$ a zvyšují se s přibývajícím zákrutem Z_{JK} .
- 2) Pro stejnou úroveň zákrutů Z_{JK} způsobuje použití vyšších skacích zákrutů zvýšení tažnosti skaných přízí.

Při vyjádření závislosti tažnosti na zákrutových koeficientech lze shrnout oba předchozí závěry : Nejvyšší tažnosti skaných bavlněných přízí lze získat při aplikaci nejvyššího přádního i nejvyššího skacího zákrutového koeficientu; v našem případě a rozsahu vyplývá kombinace : $a_m = 72, \alpha_{1/2} \text{ SK} = 170$.

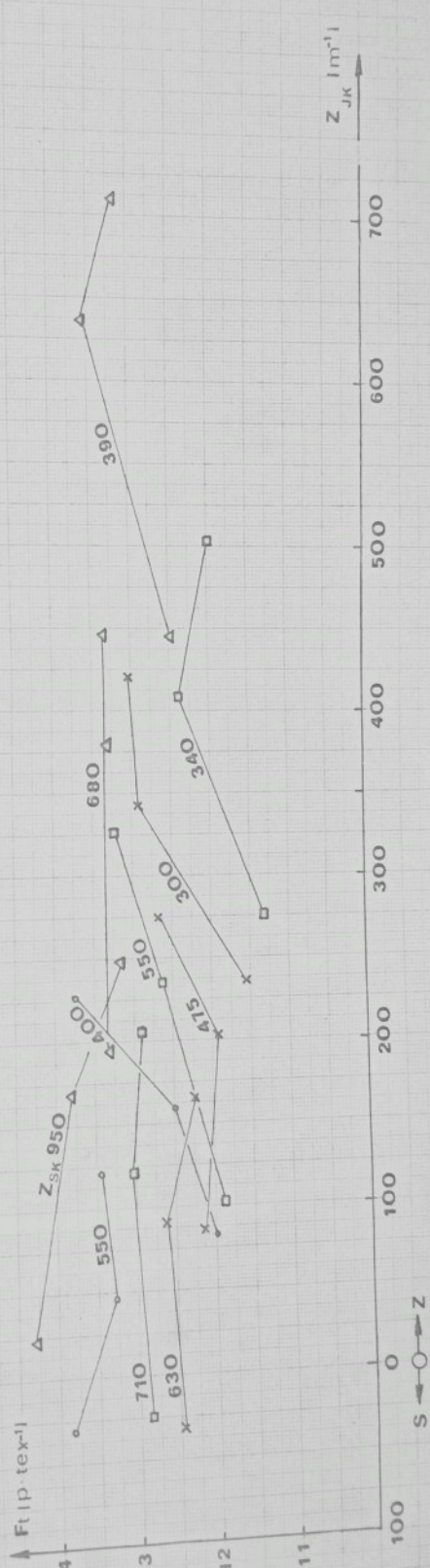
Měření tahových deformačních podílů (elastické, visko-elastické a plastické složky deformace) těchto bavlněných skaných přízí provedl Přichystal [96].

Jednoduché přize po skani

T / 10 / l



závislost poměrné pevnosti skané bavlněné přize na konečném
zákrutu jednoduché přize po skani



Na tab. P 35 v příloze VII jsou uvedeny relativní podíly elastické složky E_e tahové deformace při prodloužení na 20, 30, 45, 60 a 70 % tažnosti skané příze při přetrhu v závislosti na konečném zákrutu Z_{JK} pro 3 úrovně skacích zákrutů ke každé jemnosti příze.

Maximum elastické složky tahové deformace (relativní hodnota) leží pro skané příze s vysokým skacím zákrutem ($\alpha_{1/2 SK}^{Tm} = 170$) v oblasti $Z_{JK} = 0$. Pro příze s nižším skacím zákrutem se objevuje další maximum u hodnot $Z_{JK} > 0$. Například pro přízi 17x2 tex, $\alpha_{1/2 SK} = 80$ se nachází maximum E_e až při cca $Z_{JK} = 700 [m^{-1}]$.

4.3 Smyčkovitost skané příze

Vyšetřování smyčkovitosti skaných přízí se provádí obdobně jako u jednoduchých - viz část 3.4.

Při zkoušení skané příze se použilo zatěžovacího závaží 3 g.

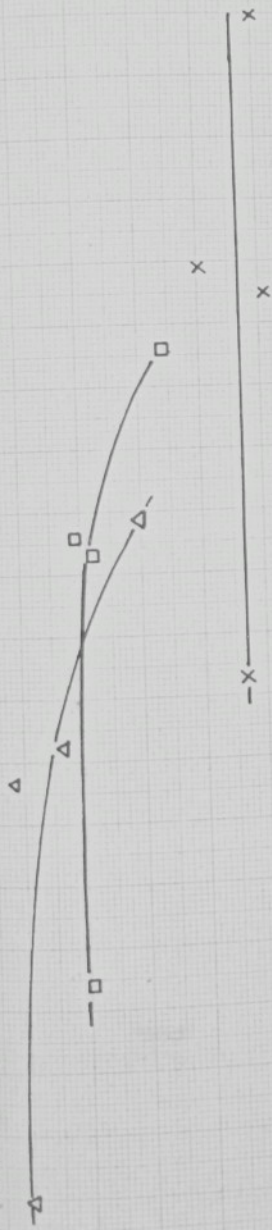
4.3.1 Vlnařské příze skané

Průběh závislosti smyčkovitosti S příze 25x2 tex na zákrutu Z_{JK} je znázorněn na grafu E 27 - horní část.

Pro stejnou hodnotu zákrutu Z_{JK} se zvyšuje smyčkovitost skané příze s vyšším uděleným skacím zákrutem. Pro hodnotu zákrutu $Z_{JK} \approx 0$ nelze očekávat smyčkovitost $S = 0$, protože kromě nulového zákrutu jednoduchých přízí (vztahového k jejich šroubovicovým osám) je vložen na skanou přízi skací zákrut Z_{SK} . Pro stejnou úroveň skacího zákrutu Z_{SK} lze předpokládat s vyšším zákrutem Z_{JK} ve směru S i vyšší smyčkovitost, s vyšším zákrutem ve směru Z nižší smyčkovitost.

Pro dosažení minimální smyčkovitosti skané příze lze teoreticky doporučit tedy kombinaci nejvyššího prádního a nejnižšího skacího zákrutu, pro uvažovaný reálný rozsah

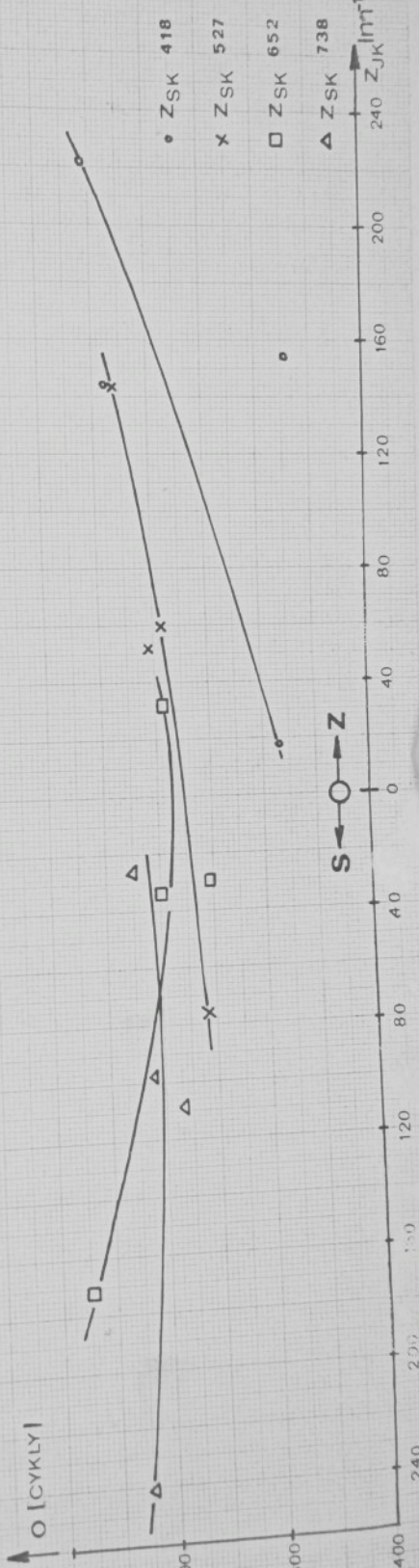
ϵ (m⁻¹)



graf E 2

závislost smyčkovitosti a
odolnosti v oděru skané **PES/VLNA**
příže na konečném zákrutu
jednoduché příže po skani

25 x 2 TEX



- ZSK 418
- × ZSK 527
- ZSK 652
- △ ZSK 738

S ← O → Z

např. $a_m \doteq 54$, $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} = 100$. Z hlediska praxe však lze s výhodou pro tento účel použít i nízké přádní a nízké skací zákruty - např. $a_m = 36$, $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} = 100$ (tato kombinace vyhovuje i z hlediska pevnosti skané příze).

4.3.2 Bavlnářské příze skané

Pro bavlnářské skané příze lze potvrdit obdobný průběh závislosti smyčkovitosti příze na zákrutu Z_{JK} , přestože pro reálný a v průmyslu využívaný rozsah zákrutů ($a_m = 55 \div 72$, $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} = 80 \div 170$) se konečný zákrut jednoduché příze vyskytuje vlastně jen ve směru Z v rozsahu $Z_{JK} = (0 \div 700) [m^{-1}]$ - viz graf E 28.

Minimální smyčkovitost příze lze obdržet pro kombinace největšího přádního a nejmenšího skacího zákrutu příze : $a_m = 72$; $\alpha_{1/2 SK}^{T_m} = 80$ (což odpovídá druhé možné kombinaci zákrutů pro dosažení vysokých hodnot pevností skané příze).

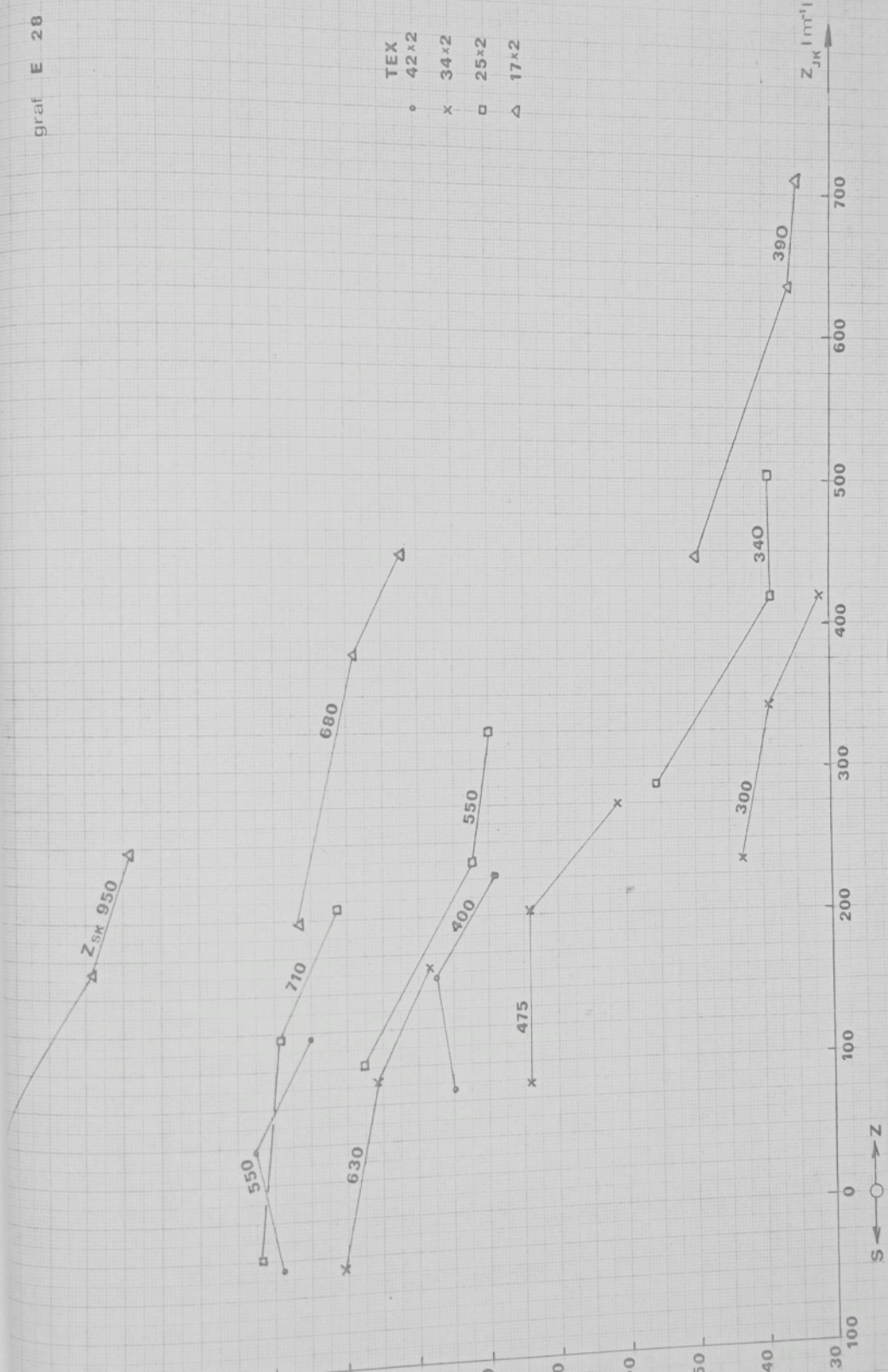
4.4 Oděruodolnost skané příze

Zkoušení oděruodolnosti skaných přízí bylo prováděno obdobně jako pro jednoduché příze - viz část 3.7 - při zatížení 30 p/1 nit.

4.4.1 Vlnářské skané příze

Výsledky zkoušení - viz tab. P 26, příloha VI.
Závislost oděruodolnosti : $O [\text{cykly}] = f(Z_{JK})$ je vynešena v grafu E 27 (spodní část). Z průběhu křivek pro různé skací zákruty příze 25x2 tex 55/45 % PES/vl vyplývá :

- 1) Oděruodolnost skané příze je nejmenší v oblasti nulového zákrutu jednoduché příze po skaní. Odolnost v oděru se zvyšuje s vyšším zákrutem Z_{JK} (jak ve směru S, tak i Z).



- 2) Odolnost v oděru stoupá při shodné hodnotě Z_{JK} při vyšším uděleném skacím zákrutu.

4.4.2 Bavlnářské skané příze

Výsledky zkoušení - viz tab. P 27, příloha VII.

Graficky je závislost možno sledovat na grafu E 29.

Vyšší odolnost v oděru - shodně jako u vlnářských skaných přízí - stoupá se zákrutem Z_{JK} a vyšším skacím zákrutem Z_{SK} .

závislost odolnosti v oděru skané bavlněné příze na konečném zákrutu
jednoduché příze po skani



L I T E R A T U R A

Uváděny zkrácené citace dle ČSN 01 0197, zkracování názvů dle ČSN 01 0196

- 1 JOHANSEN, O.: Handbuch der Baumwollspinnerei. Band 1. Leipzig B. r.
- 2 NECKÁŘ, B.-MÁDR, I.-KAZDA, O.-HANUŠ, J.-SALABA, J.: Struktura a vlastnosti bavlněné příze
mykané. [Výzkumná zpráva.] Liberec, SVÚT 1971.
- 3 HEARLE, J. W. S.-GROSBERG, P.-BACKER, S.: Structural Mechanics of Fibers, Yarns
and Fabrics. Vol. 1. 1. ed. New York 1969.
- 4 BRASCHLER, E.: Die Festigkeit von Baumwollgespinsten. Doktorská dizertace.
ETH Zurich 1935.
- 5 MORTON, E. E.-HEARLE, J. W. S.: J. Text. Inst., 48, 1957, s. T 159
- 6 GRACIE, P. S., J. Text. Inst., 51, 1960, s. T 271
- 7 TRELOAR, L. R. G., J. Text. Inst., 47, 1956, s. T 348
- 8 VOROŠILOV, V. A., Text. Prom., 1946, č. 3 a č. 9-10
- 9 KORICKIJ, K. I.: Inženýrnoje projektirovanije tekstilnych materialov. 1. ed.
Moskva 1971.
- 10 SOKOLOV, G. V.: Voprosy teorii kručeniya voloknistykh materialov.
Moskva, Gilegprom 1957.
- 11 FEJMAN, I. I., Tekst. Prom., 1966, č. 1., s. 15
- 12 FEJMAN, I. I., Technol. tekst. Prom., 1967, č. 2, s. 55
- 13 SOLOVJEV, A. H.: projektirovanije svoystv prjaži v chłpčatobumažnom proizvodstve.
Moskva, Gilegprom 1951.
- 14 BUDNIKOV, V. I. et al.: Osnovy prjaděniya. Časť II. Moskva-Leningrad 1945.
- 15 Spravočnik po chlopokprjaděniyu. Gilegprom 1955, s. 429
- 16 WÖTZOLD, H. D. et al.: Spinnereitechnische Grundlagen. 1. ed. Leipzig 1969.
- 17 KOMAROV, V. G., Wlokiennictwo, 10, 1963, č. 53
- 18 KOMAROV, V. G.: Projektirovanije svoystv lňanoy prjaži. Leningrad 1967.
- 19 KYUMA, H.-KAZAMA, T.-KOBAYASHI, M., J. text. Mach. Soc. Jap., 14, 1968, č. 3/4, s. 115
- 20 PAVLOV, I. V., Technol. tekst. Prom., 1970, č. 5, s. 35
- 21 SCHWARZ, B.- SIMON R., Textiltechnik, 23, 1973, č. 1 s. 42
- 22 LEBEDEV, N. N.: Krutilnoje proizvodstvo. Gilegprom 1954.
- 23 TATARINOV, N. G.: Änderung der primären Drehung beim Zwirnen. In: Wiss. Forsch.-
Arb. des Moskauer Textilinstitutes, Band 20. Moskva, Gilegprom 1958, s. 167
- 24 KORICKIJ, K. I.: Osnovy projektirovaniya svoystv prjaži. Gilegprom 1963.
- 25 SIMON, J.: Teorie předení. III. díl. Praha SNTL 1958.
- 26 Spravočnik po chlopokotkačestvu. Moskva, Gilegprom 1957.
- 27 ŽID, J. et al.: Rozměry přízí ve tkaninách. [Výzkumná zpráva.] SVÚT, Liberec 1968.
- 28 FEJMAN, I. I., Technol. tekst. Prom., 1958, č. 1.
- 29 VAN ISSUM, B. E.- CHAMBERLAIN N. H., J. text. Inst., 50, 1959, č. 11, s. T 599
- 30 SELIVANOV, G. I., Technol. tekst. Prom., 1963, č. 1, s. 23
- 31 MEŠIROVA, M. D., Technol. tekst. Prom., 1966, č. 1, s. 19
- 32 HEARLE, J. W. S.- MERCHANT V. B., Text. Res. J., 33, 1963, č. 6, s. 417
- 33 KOMAROV, V. G.: Projektirovanije svoystv lňanoy prjaži. Leningrad 1967.
- 34 SALABA, J.: Studie příčných rozměrů lňanských přízí. [Výzkumná zpráva.]
Liberec, SVÚT 1972.

- 35 HEARLE, J.W.S.-EL-SABERY, H.M.-THAKUR V.M., J.text.Inst., 22, 1970, s. 83
- 36 MAREK, J.-NECKÁŘ, B.: Tvarování nepravým zkrutem - Deformation kroucení. [Výzkumná zpráva.] Liberec, VŠST 1968.
- 37 MAREK, J.-NECKÁŘ, B.: Sur la théorie du tordage des filles artificielles et synthétiques. In: Věda a výzkum v textilním průmyslu, XI, 1970, s. 26
- 38 RAES, G.-SINGH, A., Ann.Sci.Text.Belg., 21, 1973, č.4, s. 302
- 39 SALABA, J.: Projektování vlastností bavlněných přízí vykaný. [Výzkumná zpráva.] Liberec, SVÚT 1974.
- 40 BALAKRISHNA IYER, K.-PHATARPOD, R.M., J.text.Inst., 56, 1965, č.5, s.T 225
- 41 KUKIN, G.N.-SOLOVJEV, A.N.: Tekstilnoje materialovėdėnije. Moskva 1964.
- 42 NĚMEC, M.: Objemnost tvarovaných přízí. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1970.
- 43 PJATNICKIJ, V.D., Technol.tekst.Prom., 1968, č.6, s. 17
- 44 PJATNICKIJ, V.D.-KISELEV A.K., Technol.tekst.Prom., 1969, č.2, s. 8
- 45 ŠELEPUGIN, J.K.-PJATNICKIJ, V.D., Technol.tekst.Prom., č.2, s. 23
- 46 HAMILTON, J.B., J.text.Inst., 50, 1959, s.T 655
- 47 BARELLA, A., Ingen.Text., 89, 1951, s. 112
- 48 FOSTER, G.A.R., J.text.Inst. 36, 1945, s.T 191
- 49 NATUS, D., Faserforsch. und Textiltechn., 1952, č.3, s. 311
- 50 KAWATA, S.-SEGAWA, K., Text.Res.J., 23, 1953, s. 643
- 51 ŻUREK, W.: Struktura przędzy. 2.ed. Wydawnictwo naukowo-techniczne, Warszawa 1971.
- 52 RICE, S.O., Bell system Techn.J., 23, 1944, s. 282,
- 53 GULATI, A.N.-TURNER, A.J., J.text.Inst., 21, 1930, s. T 568
- 54 STOUT, H.P., J.text.Inst., 49, 1958, s.T 472
- 55 TICHOMIROVA, A.I., Technol.text.Prom., 1970, č.3, s. 45
- 56 ELLIS, P., Text.Inst. and Ind., 12, 1974, č.11, s. 339
- 57 RIDING, G., J.text.Inst., 50, 1959, s.T 425
- 58 KILBY, W.F., J.text.Inst., 50, 1959, s.T 673
- 59 BARELLA, A., Text.Res.J., 20, 1950, s. 249
- 60 LANSTREET, G.B.-EWALD, P.R.-SIMPSON, J., Text.Res.J., 27, 1957, s.T 486
- 61 HOOKE, R.-JEEVES, T.A.-, J.Assoc.Computing Math., 1961, č.2, s. 212
- 62 WILDE, D.J.: Optimum seeking methods. Prentice Hall, New York 1964.
(Překlad v ruštině, Moskva 1967.)
- 63 TRELOAR, R.L.G., J.text.Inst. 56, 1965, s.T 359
- 64 STEJSKAL, A., Textil, 1974, č.3, s. 88
- 65 BEGELMAN, K.L.-GROGORJAN, Ž.S.-KADURINA, A.E., Tekst.Prom., 1968, s. 75
- 66 BELLELI, T.-GUYENNET, J.F., Bull.Inst.text.France, 19, 1965, No.117, s. 183
- 67 JAKSON, J.A., Mod.Text.Mag., 46, 1965, č.5, s. 47
- 68 JAKSON, J.A., Chemiesfasern, 1966, č.10, s. 789
- 69 LAKO, J.-VEER, L.S., Payon Revus, 1955, č.3, s. 88
- 70 CARNABY, G.A., Text.Res.J., 44, 1974, s. 121
- 71 ŽID, J. et al.: Studie příčných rozměrů přízí. [Výzkumná zpráva.] Liberec, SVÚT 1967.
- 72 ONIONS, W.J.-OXTOBY, E.-TOWNEND, P.P., J.text.Inst., 58, 1967, s. 293
- 73 SALABA, J.: Projektování vlastností přízí PES/ba M II.čes. [Výzkumná zpráva.] Liberec, SVÚT 1975.

- 74 SALABA, J.: Základní ověření funkce přístroje D-metr. [Výzkumná zpráva.] Liberec, SVÚT 1972
- 75 LILINGOVÁ, J.: Analýza fyzikálně-mechanických vlastností vlnařské příze. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1974.
- 76 KOVÁŘ, J.: Analýza vlivu skaní na fyzikálně-mechanické vlastnosti bavlněné příze. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1973.
- 77 NECKÁŘ, B.: Fyzikální model vnitřní struktury příze. [Dizertační kandidátská práce.] Liberec, VŠST TF 1975.
- 78 NECKÁŘ, B.: Příze z pohledu mechaniky kontinua. In: Výpočetní navrhování a hodnocení textilií, Liberec 1975, s. 193
- 79 KAMINSKA, L.: Techn. Wlók., 1975, č. 1, s. 15
- 80 Přehled kvalitativních ukazatelů surovin a přízí za rok 1968. VÚB, Ústí nad Orlicí 1968.
- 81 SOLOVJEV, A. N., Technol. tekst. Prom., 1968, No. 2, s. 13
- 82 NOSOV, M. P., Technol. tekst. Prom. 1962, No. 5, s. 11
- 83 MILOVIDOV, N. N., Technol. tekst. Prom., 1964, No. 3, s. 14
- 84 PALAJMA, J.-MATUKONIS, A., Technol. tekst. Prom., 1965, No. 4, s. 17
- 85 KAŠPÁREK, J., Textil, 21, 1966, č. 6, s. 213
- 86 KAŠPÁREK, J., Textil, 20, 1965, s. 296
- 87 ALEXEJEVA, N. S., Technol. tekst. Prom., 1970, No. 3, s. 13
- 88 ALIŠAUSKAJTE, G.-PIKTIS, A., Technol. tekst. Prom., 1966, No. 2, s. 20
- 89 BARELLA, A., Text. Res. J., 1973, s. 428
- 90 MAKEJEVA, T. V.-KUKIN, G. N., Technol. tekst. Prom., 1974, No. 1, s. 15
- 91 DAVYDOV, A. F., Technol. tekst. Prom., 1974, No. 3, s. 36
- 92 TIRANOV, V. G.-STALEVIČ, A. M., Technol. tekst. Prom., 1970, No. 1, s. 24
- 93 TIRANOV, V. G.-STALEVIČ, A. M., Technol. tekst. Prom., 1972, No. 3, s. 21
- 94 STALEVIČ, A. M.-TIRANOV, V. G., Technol. tekst. Prom., 1973, No. 4, s. 17
- 95 SOUKUP, M.: Analýza tahových deformačních vlastností jednoduchých a skaných vlnařských česaných přízí. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1975.
- 96 PŘICHYSTAL, M.: Analýza tahových deformačních vlastností skaných bavlněných přízí mykaných. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1975.
- 97 KUBÍKOVÁ, E.: Analýza tahových deformačních vlastností bavlněných přízí mykaných. [Diplomní práce.] Liberec, VŠST TF 1974.
- 98 GORDĚJEV, V. A.- KULIKOVA, N. A., Technol. tekst. Prom., 1963, No. 4, s. 8
- 99 GEGAUFF, C., Bull. Soc. Ind., Mulhouse, 77, 1907, s. 153
- 100 PLATT, M. M., Text. Res. J., 20, 1950, s. 1
- 101 PLATT, M. M., Text. Res. J., 20, 1950, s. 665
- 102 PLATT, M. M., Text. Res. J., 20, 1950, s. 519
- 103 TRELOAR, L. R. G.- RIDING, G., J. text. Inst., 54, 1963, s. T 156
- 104 HEARLE, J. W. S., J. text. Inst., 49, 1958, s. T 389
- 105 HEARLE, J. W. S., Text. Res. J., 35, 1965, s. 1060
- 106 KILBY, W. F., J. text. Inst., 55, 1964, s. T 589
- 107 HOLDAWAY, H. W., J. text. Inst., 56, 1965, s. T 121
- 108 USENKO, V. A.: Ispolzovaniye štapelnovo volokna v prjaděni. Moskva 1958.
- 109 KORICKIJ, K. I.: Krutilnoje nitočnoje proizvodstvo. Gilegprom 1957.
- 110 VOROŠILOV, V. A., Bull. IVNIIT, 1938, No. 10-12.

- 111 HEARLE, J.W.S.- EL-SHEIKH, A.: Papers of Third International Wool textile Conference, Institut Textile de France 1965.
- 112 HAMBURGER, W.J., J.text.Inst., 40, 1949, s. P 700
- 113 STEJSKAL, A., Textil, 27, 1972, s. 312
- 114 Změna rozměrů přízí v praní a smáčení. Interní předpis SVÚT Liberec, laboratoř OTT 1971.
- 115 TARRIN, J.C.- GUTKNECHT, J., Ind.text., 1972, s. 756
- 116 HERZOG, W., Mell.text.Ber., 1965, Nm.8, s. 819
- 117 HERZOG, W., Osterr.text.z., 1969, Nm.7, s. 103
- 118 EHRLER, P.- EGBERS, G., Mittex, 1972, č. 10, s. 361
- 119 WEGENER, W.- MEISTER, H., Chemiefasern, 7, 1957, s. 700; 772
- 120 LOUIS, G.L.- FIORI, L.A.- LEITZ, L.A., Text.Bull., 1968, č.4, s. 43
- 121 SIMPSON, J.- FIORI, L.A., Text.Res.J., 44, 1974, č.5, s. 327
- 122 SOURADY, A.- WORLEY, S.- STITH, L., Text.Res.J., 44, 1974, č.4, s. 301
- 123 Summary of Cotton Fiber and Processing Test Results, Crop of 1969, Agric.Inform.Bull. No.344, 1970 May, USDA, Washington.
- 124 EL-BEHERY, H.M., Text.Res.J., 41, 1971, č.5, s. 379
- 125 BALASUBRAMANIAN, N.- NERURKAR, S.K., Text.Res.J., 44, 1974, č.2, s. 106
- 126 EL-HATTAB, H.E.- EL-SHAER, M.H.- SOLIMAN, M.H., Text.Res.J., 42, 1972, č.11, s. 655
- 127 EL-HATTAB, H.E.- EL-SHAER, M.H.- SAMRA, A.M., Text Res.J., 42, 1972, č.11, s. 650
- 128 KASWELL, E.R., Lenzinger Ber., 1970, č.12, s. 26
- 129 BALJASOV, P.D., Technol.tekst.Prom., 1974, č.1, s. 26
- 130 GANGLI, B., Text.Prax., 1970, č.2, s. 69
- 131 HLADÍK, V.- FLEIŠNER, J., Textil, 21, 1966, s. 474
- 132 KYUMA, H.- KOBAYASHI, M.- KAZAMA, T., J.text.Mach.Soc.Jap., 23, 1970, č.5, s. 181
- 133 URSÍNY, P.: Struktura a vlastnosti skané bavlněné příze mykané. [Výzkumná zpráva.] Liberec, VŠST TF 1973.

U 79. př.

P Ř Í L O H A I

BAVLNĚNÉ PŘÍZE MYKANÉ - POLCPROVOZNÍ VÝROBA PŘÍZÍ
PŘEDENÝCH Z PRAMENE

Popis suroviny :

Jednotné předitivo - sovětská bavlna

surovinové skupiny A I, sort. I 50% / II 50%

PROVEDENÉ ZKOUŠKY A VÝSLEDKY :

Tab. P 1

kladený stapl :	největší délka	37,5 [mm]
(ČSN 80 0310)	efektivní délka	29,0 [mm]
	malá efekt. délka	21,5 [mm]
	průměrná délka	22,6 [mm]
	střední délka	24,75 [mm]
	krátká vlákna	15,9 [%]
vážený stapl :	střední délka	19,65 [mm]
(interní norma SVÚT)		
Fibrograf :	střední sečná délka (L 50)	26,56 [mm]
(dle firmy Spinnlab)	stupeň nestejnoměrnosti	52,04 [%]
	index plovoucích vláken (FFI 50)	9,85
Jemnost vláken :	gravimetricky (ČSN 80 0310)	0,161 tex
	Micronaire (dle fy. Textest)	4,18
zralost :	číslo zralosti	2,57
(ČSN 80 0310)	třída zralosti	II
Čistota předlohy pro dopřádání :	počet mpeků /lg	313,5 [g ⁻¹]
(PNJ 656-80-69)	průměrná váha tvrdých	
GR BP	nečistot /lg	3,95 [mg.g ⁻¹]
pevnost a tažnost :	pevnost jednotl. vláken	3,62 [p]
jednotl. vláken		
(ČSN 80 0200)	variační koeficient pevnosti	37,74 [%]
svazková pevnost :	svazková pevnost Pressley	
(dle firmy Spinnlab)	při upínací délce 1/8 inch (hmotnost 3,10 mg)	4,0 [p]
	poměrná pevnost vláken	19,22 [p/tex]
	tažnost vláken	7,56 [%]

Technologie výroby přízí.

Jednotná surovina byla ve formě posukovaných pramenů získána z n.p. SEBA Tanvald.

Posukované prameny byly protaženy na posukovacím stroji PP 420 a dopřádány na dopřádacím stroji DP 75 v SVÚT.

z 2 předloh : 0,333 [m/g] pro příze (17 ÷ 23) tex
0,238 [m/g] pro příze (34 ÷ 100) tex

Klimatické podmínky při předení : teplota (18 ÷ 22) °C
rel. vlhkost (45 ÷ 65) %

Zkoušení přízí.

Zkoušené znaky a vlastnosti přízí jsou uvedeny v tabulce P 2.

Výsledky zkoušení znaků a vlastností přízí jsou uvedeny v tabulce P 3.

Druh a počet zkoušek.

Tab. P 2

Druh zkoušky	Počet zkoušek z 1.potáče	Počet potáčů	Celkový počet zkoušek pro 1 položku
jemnost příze (ČSN 80 0702)	2	16	32
zákrut příze (ČSN 80 0701)	10	16	160
pevnost a tažnost příze (Uster) (ČSN 80 0700)	100	16	1600
sráživost příze po 1.3. a 5. praní (interní SVÚT)	3	16	48
oděr příze na přístroji Zweigle (interní SVÚT)	4	16	64
lineární hmotná nestejnomyernost Uster	à 5 min		
slabá a silná místa, nopky (imperfekční indikátor)	à 4x5 min	10	-
průměr příze režný stav, po 5. praní (interní SVÚT)	20	16	320
tloušťka příze zatížené (interní SVÚT)	20	16	320

Kromě znaků a vlastností uvedených v tab P. 2 jsou v souhrnné tabulce výsledků zkoušení P 3 vypočítány hodnoty koeficientu zaplnění průřezu příze K_z (z rovnice (E 5), a změna seskání s [%] z rovnice (E 17).

[illegible]

Porovnání zjištěných a vypočtených hodnot tažnosti
při přetrhu bavlněných mykaných přízí

Tab. P 28

1	2	3	4	5	6
t_{exjm}	$\alpha_{2/3}^{(Tm)} = \alpha_m$	$\alpha^{(Tt)}_{0,570}$	$T_{PPSK} [\%]$	$T_{PPV} [\%]$ (E 86)	$\Delta T = T_{SK} - T_V$ [%]
52	47	2652	6,31	6,28	+ 0,03
	50	2821	7,09	6,60	+ 0,49
	60	3333	7,84	7,48	+ 0,36
	66	3690	7,92	8,04	- 0,12
	73	4043	8,41	8,56	- 0,15
34	43	2558	6,10	5,52	+ 0,58
	49	2932	6,53	6,13	+ 0,40
	58	3448	6,63	6,95	- 0,32
	67	4001	6,59	7,70	- 1,11
	74	4420	7,00	8,23	- 1,23
23	42	2665	5,35	5,34	+ 0,01
	47	2975	6,13	5,87	+ 0,26
	50	3153	6,36	6,10	+ 0,26
	60	3714	7,04	6,85	+ 0,19
	67	4244	7,62	7,50	+ 0,12
	72	4545	7,85	7,85	0
17	42	2783	5,53	5,33	+ 0,20
	50	3280	5,99	6,04	- 0,05
	60	3950	6,34	6,88	- 0,54
	72	4698	6,90	7,72	- 0,82

Porovnání naměřených a vypočtených hodnot
smyčkovitosti bavlněných mykaných přízí předaných z pramene

Tab. P 31

1	2	3	4	5	6	7	8
t_{ex}	Z [m ⁻¹]	$\alpha_{2/3}^{Tm} = a_m$	(Tt) $\alpha_{0,570}$	d_{sk} [mm]	K_z	S_{sk} [m ⁻¹]	S_v [m ⁻¹]
42	455,7	55	3821	0,2944	0,405	69,73	77,59
	542,4	65	4530	0,2796	0,451	77,37	84,29
	624,9	76	5310	0,2648	0,521	86,30	89,66
34	538,7	56	3995	0,2638	0,413	92,47	87,68
	654,3	70	4965	0,2608	0,439	99,87	95,9
	738,0	80	5655	0,2480	0,496	103,60	101,3
25	619,6	53	3900	0,2186	0,448	106,40	100,3
	766,6	67	4866	0,2136	0,475	103,50	111,9
	871,5	78	5661	0,2107	0,510	119,03	117,6
17	852,2	56	4253	0,1710	0,488	130,20	128,4
	1061,7	71	5399	0,1652	0,542	138,63	142,1
	1145,2	77	5856	0,1621	0,562	147,13	148,1

t_{cikl}	$t_{\text{eráz}}$	Z [m^{-1}]	d [mm]	$t_{\beta/\beta} = \frac{t_{\beta}}{\pi d Z}$	Z_{d1k} [%]	$Z_{d1, v}$ (E 95a) [%]	$Z_{d3 sk}$ [%]	$Z_{d3 v}$ (E 95b) [%]	$Z_{d5 sk}$ [%]	$Z_{d5 v}$ (E 95c) [%]
52	49,90	349,5	0,3275	0,3595	2,00	1,77	2,14	2,10	2,73	2,57
52	50,25	370,4	0,3285	0,3822	2,19	1,96	2,74	2,42	3,06	2,91
52	51,55	431,8	0,3035	0,4116	2,17	2,21	2,89	2,84	3,65	3,35
52	51,81	476,9	0,3059	0,4582	3,01	2,59	4,21	3,51	4,84	4,05
52	52,03	521,4	0,3055	0,5004	2,99	2,95	4,59	4,11	4,90	4,69
34	32,23	425,2	0,2718	0,3630	2,12	1,80	2,57	2,15	2,75	2,62
34	32,69	481,2	0,2685	0,4058	2,09	2,16	2,41	2,76	2,78	3,27
34	33,03	562,7	0,2544	0,4497	2,36	2,52	3,53	3,39	3,95	3,92
34	33,12	652,0	0,2423	0,4962	3,27	2,91	4,09	4,05	4,61	4,62
34	33,46	716,5	0,2327	0,5237	3,56	3,14	4,69	4,45	5,27	5,04
23	21,56	542,6	0,2228	0,3797	1,61	1,94	1,83	2,39	2,56	2,87
23	21,75	602,9	0,2146	0,4064	1,99	2,16	2,64	2,77	3,17	3,27
23	22,08	634,1	0,2050	0,4083	2,19	2,18	2,52	2,80	2,96	3,30
23	22,44	740,7	0,1973	0,4590	2,64	2,60	3,15	3,32	3,72	4,06
23	22,42	846,5	0,1980	0,5365	3,19	3,16	5,22	4,49	5,81	5,08
23	22,81	898,7	0,1966	0,5550	2,87	3,40	3,72	4,89	4,29	5,51
17	16,43	652,1	0,1793	0,3673	1,30	1,84	2,14	2,21	2,54	2,69
17	16,55	768,5	0,1709	0,4125	2,15	2,21	2,72	2,86	3,33	3,37
17	16,79	915,5	0,1623	0,4667	2,76	2,66	3,71	3,63	4,54	4,18
17	17,05	1080,3	0,1622	0,5504	3,17	3,36	4,83	4,83	5,50	5,44

P Ř Í L O H A I I

BAVLNĚNÉ PŘÍZE MYKANÉ - POLOPROVOZNÍ VÝROBA PŘÍZÍ
PŘEDENÝCH Z PŘÁSTU

Souhrnná tabulka výsledků zkoušení znaků a vlastností přízí.

P Ř Í L O H A III

POLOPROVOZNÍ VÝROBA SMĚSOVÝCH PŘÍZÍ PES/BA M II ČESANÁ

Použitá surovina

Polyester

Tesil 12 , výrobní partie 9/320 , č.pol.ÚZCHV 714

jemnost / stříh: 1,67 dtex / 38 mm, teplota fixace 130°

Výsledky zkoušené PESs - viz tabulka P 5

Tab. P 5

Zkoušená vlastnost PESs	hodnota	rozměry
Jemnost zjištěná	1,71	dtex
Pevnost v klimat. stavu	8,70	p
Nestejnomořnost pevnosti - VK	8,28	%
Pevnost poměrná	51,31	p/ tex
Pevnost ve smyčce	6,20	p
Relativní pevnost ve smyčce	70,57	%
Tažnost v klimat. stavu	32,60	%
Modální délka vláken	38	mm
% krátkých vláken	-	-
% dlouhých vláken	-	-
Rozsah délek vláken	35÷42	mm
Aviváž	0,12	%
Bělost (MgO)	81,5	%
El. vodivost	3,8.10 ⁵	Ω m

Použitý výpřed přízí ke zkoušení

Ke zkoušení znaků a vlastností směsových přízí PES/ba
byl použit výpřed vyrobený v přádelně
ÚZCHV Česká Třebová - viz tabulka P 6

Tab. P 6

číslo položky	Jemnost příze, směsový poměr	jmen. zákrut [Z/m]
727424	30 tex 65% PES Tesil 1,5/38 mm 35% ba M II čes.	503
		588
		672
		755
727425	20 tex 65% PES / 35% ba M II čes.	651
		760
		870
		975
727426	15 tex 65% PES / 35% ba M II čes.	800
		865
		930
		996
		1062
		1135
		1200
727404	20 tex 100% ba M II čes.	730
727391	20 tex 100% ba M II čes.	815
727398	20 tex 20% PES/ 80% ba M II čes.	730
727382	20 tex 20% PES/ 80% ba M II čes.	815
727393	20 tex 35% PES/ 65% ba M II čes.	730
727381	20 tex 35% PES/ 65% ba M II čes.	815
727379	20 tex 50% PES/ 50% ba M II čes.	815
727360	20 tex 65% PES/ 35% ba M II čes.	815
727388	20 tex 80% PES/ 20% ba M II čes.	815
727386	20 tex 100% PES	815

Souhrnná tabulka výsledků zkoušení přízi PLE 5100

Porovnání zjištěných a vypočtených hodnot tažnosti
při přetrhu bavlnářských směsových přízí 65/35 % PES/ba M II čes.

Tab. P 29

tex_{jm}	$\alpha_{2/3}^{7t}$	$T_{PPSK} [\%]$	$T_{PPV} [\%]$ (E 88)	$\Delta T = T_{SK} - T_V$ [%]
30	4536	19,01	19,05	- 0,04
	5513	19,02	19,05	- 0,03
	6163	19,08	19,05	+ 0,03
	6979	18,73	19,05	- 0,32
20	4378	17,69	17,60	+ 0,09
	5428	17,65	17,33	+ 0,32
	5865	16,25	16,89	- 0,64
	6220	16,63	16,56	+ 0,07
	7008	15,64	15,26	+ 0,38
15	4657	16,79	16,50	+ 0,29
	4920	16,17	16,34	- 0,17
	5573	16,08	15,72	+ 0,36
	5964	14,40	15,07	- 0,67
	6397	14,26	14,14	+ 0,12
	6897	13,24	12,90	+ 0,34
	7123	12,26	12,18	+ 0,08

Porovnání zjištěných a vypočtených hodnot tažnosti
při přetrhu bavlnářských směsových přízí různého směsového
poměru PES/ba M II čes.

Tab. P30

tex_{jm}	Z [m ⁻¹]	PES/ba [%]	T_{ppsk} [%]	T_{ppv} [%] (E89)	$\Delta T = T_{sk} - T_v$ [%]
20	815	100 / 0	20,20	19,99	+ 0,21
		80 / 20	19,14	19,23	- 0,09
		65 / 35	16,25	16,38	- 0,13
		50 / 50	8,67	9,12	- 0,45
		35 / 65	5,83	6,26	- 0,43
		20 / 80	5,45	5,61	- 0,16
		0 / 100	5,58	5,32	+ 0,26

Porovnání naměřených a vypočtených hodnot smyčkovitosti
směšových bavlnářských přízí 65/35 % PES/ba M II čes.

Tab.P 32

<i>tex</i>	Z [m ⁻¹]	$\alpha_{0,569}^{(Tt)}$	K_z	d_{sk} [mm]	S_{sk} [m ⁻¹]	S_v [m ⁻¹]
30	27,66	3287	0,442	0,2366	119,8	116,9
	28,05	3990	0,479	0,2289	129,0	125,89
	28,55	4490	0,511	0,2235	130,7	131,0
	28,78	5038	0,535	0,2193	137,3	137,4
20	19,67	3279	0,466	0,1944	122,2	126,22
	19,84	4062	0,506	0,1873	136,8	137,15
	19,17	4404	0,525	0,1851	129,4	141,2
	19,77	4657	0,524	0,1837	142,4	145,0
	20,15	5237	0,537	0,1832	149,7	151,2
15	14,02	3605	0,525	0,1546	151,9	141,4
	14,19	3804	0,519	0,1564	151,6	144,53
	14,35	4304	0,512	0,1583	156,8	148,51
	14,52	4600	0,574	0,1505	158,7	154,87
	14,33	4941	0,587	0,1479	159,6	159,7
	14,47	5322	0,581	0,1493	156,2	164,11
	14,68	5489	0,593	0,1489	161,0	165,6

P Ř Í L O H A I V

PŘÍČNÉ ROZMĚRY LNÁŘSKÝCH PŘÍZÍ

V následujících tabulkách P 8 + P 15 jsou uvedeny statistické charakteristiky zjištěných veličin, t.j. průměru $\bar{d}$, šířky a a tloušťky b příze.

Pro každý soubor měřené veličiny $\bar{d}$, a , a b byly vyhodnoceny :

aritmetický průměr $\bar{x}$

směrodatná odchylka s (není uvedena)

variační koeficient VK [%]

konfidenční interval $\pm \delta \bar{x}$

relativní přesnost průměru $\bar{\delta} \bar{x}$

(pro 95% -ní pravděpodobnost)

Jako nezávisle proměnné veličiny jsou uvedeny jemnost příze [tex] jmenovitá i skutečná a zákrutový koeficient dle Koechlina $\angle 1/2$ vypočtena ze změřeného zákrutu.

Kromě těchto veličin jsou uvedeny hodnoty koeficientu zploštění $e = \frac{b}{a_d}$ a relativního rozšíření zatížené příze

$$\Delta a = \frac{a_d - d}{d} 100 [\%].$$

Při známé provenienci příze je uveden výrobní závod. V předposledním sloupci je u některých tabulek uvedeno pomocné označení přízí režných a z nich vyrobených přízí půlbílených - z jedné partie. (na př. příze s pomocným označením 4 v tab. P 8 je příze 68 tex Lú, partie 273, režná, vyrobena v přádelně n.p. Moravolen, Hanušovice. Ze stejné partie byla příze půlbílena a příslušný vzorek z ní odebraný je v tab. P 12 opět s pomocným označením 4 - pro lenky půlbílené).

Znalosti výchozí jemnosti příze režné i konečné půlbílené (z této režné) se využilo pro stanovení závislosti nejen tvaru :

$$d_{\text{rež.}} = f (\text{tex}_{\text{sk rež.}})$$

$$a_{1/2\text{bíl.}} = f (\text{tex}_{\text{sk } 1/2\text{bíl.}})$$

$$\begin{aligned} \text{ale i} : d_{1/2 \text{ bíl.}} &= f(\text{tex}_{\text{sk rež}}) = \\ &= f(\text{tex}_{\text{jmen } 1/2 \text{ bíl}}) \end{aligned}$$

V posledním sloupci jsou uvedeny počty měření pro stanovení průměru, šířky a tloušťky příze.

Tab. P 9																							
	tex jmen.	tex sk.	$\alpha_{1/2}$	δ_d / mm $\cdot 10^{-2}$	VK $_d$ / %	δ_{x_d} / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_d}^2$ / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_d}^3$ / mm $\cdot 10^{-2}$	VK $_a$ / %	δ_{x_a} / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_a}^2$ / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_a}^3$ / mm $\cdot 10^{-2}$	VK $_b$ / %	δ_{x_b} / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_b}^2$ / mm $\cdot 10^{-2}$	$\delta_{x_b}^3$ / mm $\cdot 10^{-2}$	$\frac{a}{b} = \frac{a}{d}$	$\frac{a}{d} \cdot 100$	$\frac{b}{a} = \frac{d}{a} \cdot 100$	směs PES/LEN / % /		Pomocné označení	Počet vláken d / x / k
	105 L ₀	99,10		38,54	18,66	0,90	2,33	45,18	23,00	1,30	2,87	29,63	14,72	0,61	2,05	0,589	17,23	17,23	67,33			250/250/200	
	84 L	85,17	95	34,36	24,66	1,04	3,03	37,97	28,57	1,36	3,56	26,23	17,48	0,57	2,18	0,691	10,51	10,51	10,90	15		250/250/250	
	84 L	83,26	95	35,40	29,61	1,31	3,69	39,58	34,34	1,69	4,28	29,49	18,96	0,70	2,36	0,745	11,81	11,81	17,83	16		250/250/250	
	84 L	84,24	95	36,84	21,63	1,05	2,70	45,10	24,83	1,40	3,10	27,18	16,06	0,53	1,96	0,603	16,12	16,12	25,75	17		250/250/250	
	84 L	84,03	105	32,54	18,33	0,74	2,28	34,16	22,37	0,95	2,79	28,24	17,42	0,61	2,17	0,627	4,98	4,98	10,90			250/250/250	
	84 L	83,40	105	34,08	21,04	0,89	2,62	36,50	25,17	1,16	3,14	30,03	17,39	0,65	2,17	0,814	8,27	8,27	17,83			250/250/250	
	84 L	84,24	105	36,96	21,50	1,04	2,68	44,44	22,24	1,23	2,17	29,17	16,35	0,59	2,04	0,656	14,07	14,07	25,75			250/250/250	
	66 L	67,15	95	33,68	19,72	0,83	2,46	38,44	23,02	1,10	2,87	24,60	16,17	0,50	2,02	0,645	14,13	14,13	10,90	18		250/250/250	
	66 L	68,30	95	30,62	22,54	0,66	2,81	33,28	26,34	1,09	3,18	25,24	19,27	0,61	2,40	0,758	8,69	8,69	17,83	19		250/250/250	
	66 L	63,97	95	31,60	15,38	0,61	1,92	35,64	20,29	0,90	2,53	23,45	17,21	0,50	2,15	0,658	12,78	12,78	25,75	20		250/250/250	
	66 L	65,10	105	29,80	23,77	0,88	2,96	33,96	27,63	1,17	3,44	23,83	18,97	0,56	2,37	0,702	13,96	13,96	10,90			250/250/250	
	66 L	67,38	105	31,78	22,91	0,91	2,86	36,60	26,21	1,20	3,27	25,99	18,69	0,61	2,35	0,710	15,17	15,17	17,83			250/250/250	
	66 L	64,43	105	31,62	22,63	0,89	2,82	35,14	28,45	1,25	3,55	25,12	17,36	0,54	2,16	0,715	11,13	11,13	25,75			250/250/250	
	48 L	46,18	103	27,67	16,98	0,53	1,93	31,08	19,52	0,69	2,22	18,30	13,40	0,28	1,51	0,588	12,32	12,32	17,83	21		300/300/300	
	48 L	50,07		26,88	16,38	0,50	1,86	31,35	17,59	0,63	2,00	22,45	16,38	0,41	1,85	0,716	16,63	16,63	67,33			300/300/300	
	34 L	36,44		21,32	17,32	0,45	2,16	24,40	21,69	0,66	2,70	15,00	15,79	0,33	2,20	0,615	14,45	14,45	67,33			250/250/200	
	34 L	32,59		23,39	19,95	0,58	2,49	25,68	23,97	0,77	2,99	16,19	16,46	0,37	2,30	0,630	9,79	9,79	67,33			250/250/200	
	28 L	26,28		19,86	24,43	0,60	3,04	22,39	25,56	0,71	3,19	11,37	16,66	0,26	2,32	0,507	12,74	12,74	67,33			250/250/200	

tex jmen.	tex sk.	$d_{1/2}$ / mm · 10 ⁻² /	X_d / mm · 10 ⁻² /	VK_d / % /	δX_d / mm · 10 ⁻² /	δX_d / % /	X_a / mm · 10 ⁻² /	VK_a / % /	δX_a / mm · 10 ⁻² /	δX_a / % /	X_b / mm · 10 ⁻² /	VK_b / % /	δX_b / mm · 10 ⁻² /	δX_b / % /	$e = \frac{a}{b}$	$\frac{a-d}{d} \cdot 100$ / % /	$\frac{b-a}{a} \cdot 100$ / % /	Výrobní závod	Pomocné označení	Počet měření d / a / b
Mokropředené koudelky																				
200 ko	201,20	107	53,22	14,77	0,89	1,68	58,57	18,58	1,24	2,11	46,62	15,63	0,83	1,78	0,795	10,05	10,05	Libeč	22	300/300/300
135 ko	131,92		41,87	18,88	0,99	2,35	44,12	22,60	1,25	2,84	32,76	16,20	0,66	2,02	0,743	5,37	5,37	poloprov.VÚLV	23	250/250/250
135 ko	157,48	92	47,64	24,92	1,48	3,11	52,04	30,55	1,98	3,81	41,96	24,52	1,28	3,06	0,806	9,24	9,24			250/250/250
135 ko	143,26	105	44,36	21,88	1,21	2,73	47,92	30,18	1,80	3,76	37,92	22,23	1,05	2,77	0,791	8,03	8,03			250/250/250
135 ko	148,36	117	45,48	24,30	1,38	3,03	48,12	30,97	1,86	3,86	39,30	22,78	1,11	2,83	0,817	5,80	5,80			250/250/250
21																				
105 kú	100,70	104	36,76	17,84	0,82	2,22	39,06	21,92	1,07	2,73	35,67	21,13	0,93	2,61	0,913	6,26	6,26	Hanušovice		250/250/250
105 ko	98,03	85	39,85	18,49	0,95	2,36	43,22	21,64	1,17	2,70	32,97	17,02	0,78	2,37	0,763	8,46	8,46			450/250/200
105 ko	94,25	114	35,23	18,18	0,79	2,20	36,34	18,58	0,85	2,32	33,90	19,38	0,82	2,42	0,933	3,15	3,15			500/250/250
105 ko	95,69		38,48	18,88	0,885	2,70	43,48	19,07	1,03	2,38	29,30	18,28	0,747	2,55	0,674	12,99	12,99			450/250/200
84 kú	86,58	80	23,19	23,52	0,96	2,90	37,55	26,08	1,21	3,22	26,52	20,35	0,67	2,54	0,706	13,14	13,14	polopr.VÚLV		250/250/250
84 kú	84,10	92	31,68	21,92	0,87	2,73	34,20	24,00	1,02	2,99	26,88	21,14	0,71	2,64	0,786	7,95	7,95	polopr.VÚLV		250/250/250
84 kú	85,54	105	32,64	17,59	0,72	2,19	35,90	22,35	1,00	2,79	29,20	18,73	0,68	2,34	0,813	9,99	9,99	polopr.VÚLV		250/250/250
84 kú	84,53	117	34,07	21,32	0,91	2,66	37,37	25,51	1,19	3,18	28,75	19,40	0,70	2,42	0,769	9,69	9,69	polopr.VÚLV		250/250/250
84 kú	80,71		32,23	20,90	0,77	2,38	35,60	22,04	0,89	2,51	23,98	19,24	0,53	2,21	0,674	10,46	10,46	Sudkov	24	300/300/300

[illegible]

Suchopředené koudelky

300 K	217,73	71,27	20,78	1,68	2,36	78,72	26,02	2,33	2,96	60,09	13,51	0,92	1,54	0,763	10,45	10,45	300/300/300	
19	200Kú čas.	198,80	108	52,63	15,01	0,91	1,72	57,08	17,29	1,13	1,98	45,57	11,59	0,71	1,56	0,798	8,46	300/300/300
18	200 Kú	192,67	95	56,54	17,80	1,14	2,02	62,55	20,02	1,42	2,27	39,18	14,15	0,63	1,61	0,826	10,63	300/300/300
51	135 K	131,23	108	42,73	15,14	0,74	1,74	46,03	16,75	0,88	1,92	35,02	12,21	0,49	1,40	0,761	7,72	300/300/300
50	135 K sáč	126,58	109	42,42	13,97	0,68	1,60	46,16	16,05	0,85	1,84	33,97	12,41	0,48	1,42	0,736	8,82	300/300/300
	105 K	104,71	110	41,50	18,46	0,87	2,10	45,20	20,97	1,10	2,38	34,58	12,82	0,50	1,46	0,750	11,33	300/300/300

Suchopředené lenky

52	105 L	104,60	124,27	39,95	18,18	0,83	2,08	43,39	20,61	1,03	2,36	33,33	16,17	0,61	1,84	0,768	8,61	8,61	300/300/300
60	84 L	81,76	105	34,63	15,72	0,62	1,80	37,60	17,65	0,76	2,02	27,73	13,83	0,44	1,60	0,738	8,58	8,70	300/300/300
	84 L	82,03	110	36,04	12,66	0,52	1,44	39,22	14,67	0,65	1,67	29,79	13,43	0,45	1,53	0,760	8,82	8,70	300/300/300

Partie	lex. jmen.	tox sk.	$d_{1/2}$	X_d / mm · 10 ⁻²	VK_d / %	δX_d / mm · 10 ⁻²	σ_{X_d} / %	X_a / mm · 10 ⁻²	VK_a / %	δX_a / mm · 10 ⁻²	σ_{X_a} / %	$a = \frac{a}{b}$	$\frac{a}{b} = \frac{d}{a-d} \cdot 100$	$\frac{p}{a-d} \cdot 100$	Výrobní závod	Pomocné označení	Počet měření d / a / b	
185	105 Lo	93,02	97	40,43	17,28	0,79	1,96	46,17	18,35	0,96	2,09	31,78	12,90	0,47	1,47	0,688	14,20	300/300/300
	84 Lú	78,00	78	35,67	22,20	0,90	2,52	40,92	25,61	1,19	2,91	32,80	16,71	0,68	2,08	0,802	14,72	660/300/250
	84 Lú	69,78		31,44	23,31	0,91	2,91	34,06	26,03	1,19	3,49	20,62	19,95	0,51	2,49	0,605	8,33	250/250/250
	84 Lú	71,02	76	29,81	18,45	0,63	2,12	33,51	20,75	0,80	2,38	19,50	16,32	0,36	1,87	0,582	12,41	300/300/300
273	84 Lú	79,42		36,50	21,73	0,99	2,71	44,24	23,03	1,27	2,87	23,76	15,91	0,47	1,98	0,536	21,21	250/250/250
	66 Lú	59,63	78	28,23	18,12	0,50	2,08	31,04	19,33	0,69	2,22	17,57	17,60	0,35	2,02	0,566	9,95	300/300/300
	66 Lú	59,34		28,95	22,05	0,80	2,75	32,05	26,80	1,07	3,34	23,37	19,93	0,58	2,48	0,729	10,71	250/250/250
	66 Lú	59,58	90	31,67	20,10	0,72	2,28	36,69	22,97	0,96	2,61	29,55	19,71	0,52	2,22	0,804	15,85	300/300/300
461	66 Lú	59,18		32,02	18,38	0,67	2,09	37,87	21,07	0,91	2,39	25,06	17,96	0,51	2,04	0,662	18,27	300/300/300
	56 Lú	45,20	97	29,16	22,21	0,81	2,77	34,23	24,77	1,06	3,09	21,72	21,45	0,65	2,99	0,634	17,39	250/250/200
	56 Lú	47,19		25,39	21,56	0,68	2,69	28,33	27,57	0,97	3,44	18,04	19,21	0,43	2,39	0,637	11,58	250/250/250
	56 Lú	48,63	87	25,34	19,51	0,57	2,23	28,65	23,60	0,77	2,70	16,49	15,29	0,29	1,75	0,576	13,06	300/300/300
186	56 Lú	49,92	92	26,08	20,80	0,73	2,59	33,25	22,36	0,93	2,79	22,03	17,14	0,53	2,39	0,664	18,41	250/250/200
	56 Lú	55,03		26,89	15,96	0,54	1,99	29,61	20,79	0,77	2,62	20,26	15,36	0,39	1,92	0,684	10,12	250/250/250
	56 Lú	48,94	90	24,91	19,97	0,57	2,29	26,22	21,92	0,66	2,51	16,97	16,19	0,33	1,92	0,647	5,26	300/300/300
	48 Lo	44,42		28,96	22,03	0,80	2,75	35,56	23,66	1,05	2,95	14,96	18,45	0,38	2,57	0,433	22,79	250/250/200
187	48 Lo	44,46	100	25,16	21,10	0,66	2,63	27,59	22,33	0,77	2,78	18,28	19,83	0,45	2,47	0,663	9,66	250/250/250
	48 Lo	43,14	108	25,04	20,99	0,60	2,41	28,11	23,96	0,77	2,75	16,43	16,77	0,32	1,92	0,585	12,26	300/300/300
	48 Lo sp	44,13		24,67	18,32	0,56	2,28	27,67	21,76	0,75	2,71	16,22	19,20	0,39	2,39	0,586	12,16	250/250/250
	42 Lo	37,89	98	25,11	19,59	0,56	2,23	27,81	24,30	0,77	2,76	18,25	18,64	0,39	2,12	0,657	10,75	300/300/300
59	42 Lo	35,39		21,96	22,08	0,60	2,75	24,80	26,11	0,81	3,26	13,61	22,14	0,42	3,09	0,547	12,93	250/250/200
	42 Lo	38,06		22,47	21,38	0,60	2,67	24,69	25,01	0,77	3,12	16,64	18,08	0,38	2,25	0,674	9,88	250/250/250
	42 Lo MAB	35,61	90	21,01	21,66	0,52	2,48	22,36	22,17	0,57	2,54	14,88	13,28	0,23	1,52	0,666	6,43	300/300/300
	42 Lo sp	39,38		23,73	18,77	0,56	2,34	25,27	22,08	0,70	2,75	16,56	18,75	0,39	2,34	0,655	6,49	250/250/250
	34 Lo MAB	28,47		21,78	16,91	0,42	1,92	23,98	20,87	0,57	2,37	16,56	19,91	0,37	2,26	0,690	10,10	300/300/300

Particle	tex juen.	tex sk.	$d_{1/2}$	X_d / mm · 10 ⁻² /	VK_d / % /	σ_{X_d} / mm · 10 ⁻² /	σ_{X_d} / % /	X_a / mm · 10 ⁻² /	VK_a / % /	σ_{X_a} / mm · 10 ⁻² /	σ_{X_a} / % /	X_d / mm · 10 ⁻² /	VK_d / % /	σ_{X_d} / mm · 10 ⁻² /	σ_{X_d} / % /	$e = \frac{a}{b}$	$\frac{a-d}{d} \cdot 100$ / % /	$\frac{a-d}{d} \cdot 100$ / % /	Sms PES/Len	Pomocná označení	Portel měřící
84 L	80,52		95	33,39	27,64	1,23	3,11	45,64	30,87	1,59	3,48	27,30	16,70	0,51	1,85	0,598	15,67		10/90	15	300/3
84 L	79,87		95	41,31	18,83	0,88	2,12	51,06	20,47	1,18	2,31	25,33	17,93	0,52	2,04	0,496	23,60	21,6567	17/83	16	300/3
84 L	83,26		95	39,21	18,92	0,84	2,15	49,21	22,23	1,24	2,53	27,04	17,24	0,53	1,96	0,549	25,50		25/75	17	300/3
66 L	62,57		95	34,83		1,01	2,80	41,89	24,58	1,26	3,02	21,68	15,76	0,39	1,75	0,518	20,27		10/90	18	300/3
66 L	65,35		95	35,01		0,80	2,29	42,87	24,41	1,19	2,77	23,09	15,05	0,39	1,71	0,559	22,45	18,61	17/83	19	300/3
66 L	65,57		95	33,21		0,96	2,89	39,20	26,85	1,20	3,05	22,15	17,33	0,44	1,97	0,565	18,04		25/75	20	300/3
66 L	61,33			35,74		0,84	2,35	40,63	20,03	1,02	2,50	22,12	13,86	0,43	1,93	0,543	13,68		67/33		250/21
48 L	47,12		103	31,86		0,55	1,74	36,36	16,47	0,68	1,87	21,53	17,61	0,43	2,00	0,592	14,12	14,12	17/83	21	300/31
42 L				22,40		0,46	2,05	24,33	19,65	0,60	2,45	15,79	14,29	0,31	1,99	0,646	8,62	8,62	67/33		250/21
34 L	34,69			23,88		0,63	2,64	26,68	22,95	0,76	2,86	14,99	14,47	0,30	2,02	0,561	11,73	17,8050	67/33		250/25
34 L	33,10			23,49		0,66	2,61	29,10	30,22	1,00	3,43	15,48	14,56	0,28	1,82	0,658	23,66		67/33		600/30

Partie	tex. jmen.	tex. sk.	$d_{10} / 2$	$X_d / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$VK_d / \%$	$\delta X_d / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$\delta X_d / \%$	$X_a / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$VK_a / \%$	$\delta X_a / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$\delta X_a / \%$	$X_b / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$VK_b / \%$	$\delta X_b / \mu m \cdot 10^{-2} /$	$\delta X_b / \%$	$e = \frac{a}{b}$	$\frac{a-d}{d} \cdot 100$	$\frac{b}{a-d} \cdot 100$	Výrobní záznam	Pomocné označení	Počet měření
53	200 Ko	190,11	107	56,62	13,68	0,88	1,55	62,98	14,07	1,01	1,60	45,15	13,70	0,70	1,56	0,798	11,23	11,23		22	300/3
	125 Ko	124,68		39,52	19,03	0,94	2,37	43,36	22,76	1,23	2,84	29,68	16,73	0,62	2,09	0,686	9,72	13,0450		23	250/2
	125 Ko	108,34	110	44,72	22,16	1,24	2,76	52,04	25,46	1,65	3,17	36,58	16,47	0,83	2,29	0,702	16,37				250/2
	120 Ko	100,00		39,90	23,40	1,15	2,89	49,54	24,48	1,51	3,05	25,07	17,45	0,61	2,43	0,505	24,16	24,16			250/2
	105 Kú	82,23	101	40,48	27,77	1,40	3,46	45,32	30,49	1,72	3,80	31,96	16,13	0,72	2,25	0,704	11,96	11,4750			250/2
	105 Ko	85,61	105	37,66	24,24	1,14	3,02	41,80	25,41	1,32	3,17	32,03	18,69	0,83	2,61	0,767	10,99				250/2
53	84 Kú	71,53	110	33,67	19,56	0,76	2,24	38,80	24,23	1,08	2,78	20,17	17,94	0,63	2,05	0,520	15,24		Sudkov	24	300/3
	84 Kú	66,75	73	33,66	29,51	1,24	3,68	38,36	30,47	1,46	3,80	25,70	22,48	0,81	3,13	0,671	13,96	13,8033			250/25
	84 Ko	75,35	102	33,26	28,17	1,17	3,51	37,32	32,96	1,53	4,11	24,90	16,44	0,57	2,29	0,668	12,21				250/25

tox jmen.	tox sk.	$d_{1/2}$	x_d / cm · 10 ⁻² /	VK _d / % /	δx_d / mm · 10 ⁻² /	δx_d / % /	x_a / mm · 10 ⁻² /	VK _a / % /	δx_a / mm · 10 ⁻² /	δx_a / % /	x_b / mm · 10 ⁻² /	VK _b / % /	δx_b / mm · 10 ⁻² /	δx_b / % /	$e = \frac{a}{b}$	$\frac{a-d}{d} \cdot 100$ / % /	$\frac{b-d}{d} \cdot 100$ / % /	Pomocné označení	Počet měření d / a / b
SUCHOPŘEDENÉ KOUDELKY																			
200K čas.	178,57	112	51,34	15,36	0,90	1,74	57,34	17,48	1,14	1,99	46,73	11,51	0,61	1,31	0,815	11,69	11,69		300/300/300
135 K	115,07	110	43,81	16,65	0,83	1,89	48,55	17,65	0,98	2,03	33,93	11,68	0,45	1,33	0,699	10,82	10,82		300/300/300
105 K	75,56	110	32,63	14,89	0,56	1,69	36,45	18,66	0,77	2,12	27,33	14,13	0,44	1,61	0,749	11,03	11,03	25	300/300/300
SUCHOPŘEDENÉ LENKY																			
84 L	75,75	107	34,22	17,56	0,75	2,19	40,10	21,76	1,09	2,77	28,82	17,70	0,71	2,47	0,718	17,18	15,29		250/250/200
84 L	71,68	110	31,63	15,86	0,57	1,80	35,67	19,32	0,73	2,19	25,27	15,58	0,45	1,77	0,704	13,40	13,40	26	300/300/300

PŘÍČNÉ ROZMĚRY - LENKY REŽNÉ

Tab. P 16

tex jmen	režné			půlbílené
	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
105	36,75	38,48	34,61	37,00
84	32,70	34,71	29,00	32,92
66	29,25	31,45	24,65	29,44
56	26,70	29,00	21,70	26,88
48	24,72	27,08	19,57	24,88
42	23,12	25,51	17,95	23,28
37	21,80	24,20	16,68	21,95
34	20,68	23,09	15,65	20,62
28	18,88	21,27	14,10	19,01

PŘÍČNÉ ROZMĚRY - PES/LEN REŽNÉ

Tab. P 17

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
105	39,84	47,67	32,81
84	35,45	40,45	28,85
66	31,71	35,15	25,31
56	28,94	31,73	22,60
48	26,80	29,34	20,41
42	25,07	27,59	18,60
37	23,63	26,25	17,06
34	22,42	25,20	15,73
28	20,47	23,66	13,52

PŘÍČNÉ ROZMĚRY -

KOUDELKY MOKROPŘEDENÉ REŽNÉ

Tab. P 18

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
200	52,44	56,72	46,46
135	42,82	46,59	37,18
120	41,46	43,61	34,56
105	38,04	41,03	32,33
84	33,17	35,17	27,90
56	30,28	30,97	23,99

PŘÍČNÉ ROZMĚRY -
 SUCHOPŘEDENÉ PŘÍZE REŽNÉ

Tab. P 19

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
200	54,86	61,39	44,99
135	44,80	48,40	35,86
120	42,08	45,40	33,75
105	39,80	43,05	32,10
84	35,41	38,94	29,22
56	31,68	35,87	27,06

PŘÍČNÉ ROZMĚRY - LENKY PŮLBÍLENÉ

Tab. P 20

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
105	39,84	47,67	32,81
84	35,45	40,45	28,85
66	31,71	35,15	25,31
56	28,94	31,73	22,60
48	26,80	29,34	20,41
42	25,07	27,59	18,60
37	23,63	26,25	17,06
34	22,42	25,20	15,73
28	20,47	23,66	13,52

PŘÍČNÉ ROZMĚRY - PES/LEN PŮLBÍLENÉ

Tab. P 21

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
105	44,29	56,22	30,47
84	39,40	49,09	26,35
66	35,24	42,86	22,96
56	32,17	38,15	20,54
48	29,79	34,43	18,71
42	27,86	31,38	17,27
37	26,27	28,81	16,10
34	24,92	26,62	15,13
28	22,75	23,03	13,60

PŘÍČNÉ ROZMĚRY -

KOUDELKY MOKROPŘEDENÉ PŮLBÍLENÉ

Tab. P 22

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_0 / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
200	57,07	62,61	44,67
135	46,60	52,24	35,92
120	43,77	49,35	33,52
105	41,40	46,90	31,48
84	36,84	42,06	27,52
56	32,95	37,83	24,09

PŘÍČNÉ ROZMĚRY -
 SUCHOPŘEDENÉ PŘÍZE PŮLBÍLENÉ

Tab. P 23

tex jmen.	$d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$a_d / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$	$t / \text{mm} \cdot 10^{-2} /$
200	54,95	61,64	48,97
135	44,87	50,67	38,39
120	42,15	47,64	35,53
105	39,87	45,07	33,13
84	35,47	40,04	28,49
56	31,73	35,66	24,53

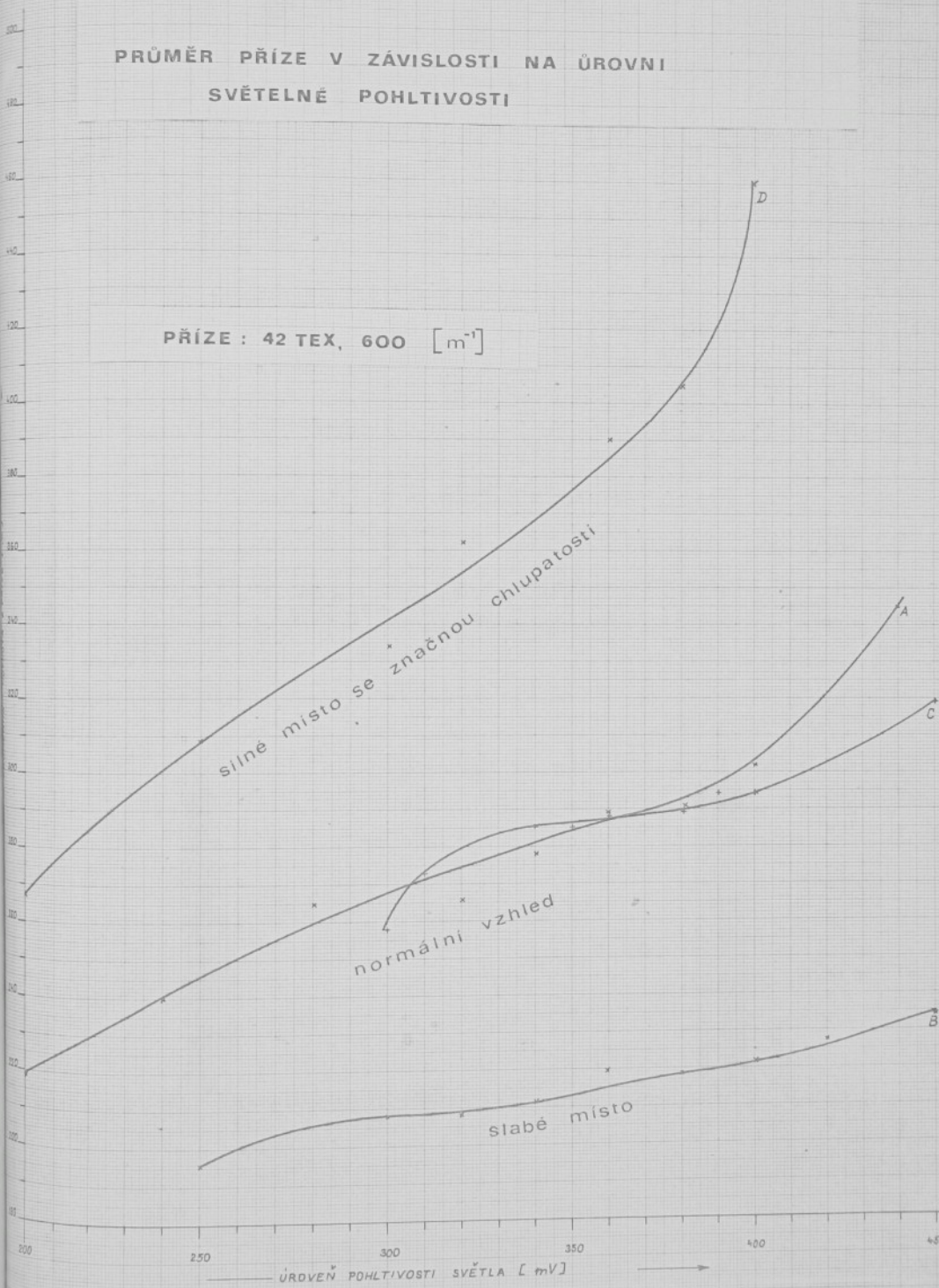
PŘÍLOHA V

OVĚŘENÍ FUNKCE PŘÍSTROJE D- METR

CEJCHOVACÍ KŘIVKY

PRŮMĚR PŘÍZE V ZÁVISLOSTI NA ÚROVNI
SVĚTELNĚ POHLTIVOSTI

PŘÍZE : 42 TEX, 600 [m⁻¹]



PŘÍLOHA VI

VLNAŘSKÉ SKANÉ PŘÍZE

Specifikace suroviny :

Jednotné předito manipulace 45/55 vlna/PES

Vlna : australská, jemnost 64/60 S.

Statistické charakteristiky znaků a vlastností zkoušených vláken - viz tab. P 24

Tab. P 24

	$\bar{X}$	s	v [%]	$\delta_{\bar{X}}$	$\bar{\delta}_{\bar{X}}$ [%]
Jemnost [tex]	0,726		5,69		
Jemnost [mm]	26,48				
Délka vláken [mm]	127,34	25,11	19,78	2,21	1,74
Pevnost za sucha [p]	11,73	6,98	29,78	1,12	4,80
Poměr. pevnost za sucha [p/tex]	16,16				
Pevnost za mokra [p]	10,32	5,35	26,17	0,86	4,23
Poměr. pevnost za mokra [p/tex]	14,21				
Relativní pevnost [%] za mokra	87,98				
Tažnost za sucha [%]	39,47	9,66	24,47	1,56	3,96
Tažnost za mokra [%]	60,13	7,31	12,16	1,18	1,96

PESv : Diolen typ 14 ; 0,44 tex

PES Kabel byl zpracován na trháčím konventoru
Seydel, typ 633.

Statistické charakteristiky měřených znaků a vlastností
PES vláken - viz tab. P 25

Tab. P 25

	$\bar{X}$	s	$v [\%]$	$\delta_{\bar{x}}$	$\bar{\delta}_{\bar{x}} [\%]$
Jemnost [tex]	0,467		3,56		2,52
Jemnost [mm]	20,77				
Šířka vláken [mm]	120,11	41,48	34,53	3,68	3,07
Pevnost za sucha [p]	21,77	4,41	10,23	0,71	1,65
Poměrná pevnost za sucha [p/tex]	46,62				
Tažnost za sucha [%]	20,31	3,90	19,18	0,63	3,09

№	testsk / testsk sk	$\frac{(m)}{2(120)/100 sk}$	$Z_{testsk} / Z_{sk sk}$ [m ⁻¹] / [m ⁻¹]	F_t [p/testsk]	V_F [%]	T [%]	O [cykly]	S [m ⁻¹]	Z_d [%]	U / svetl [%] / [%]	disk [mm]	t_{sk} [mm·10 ⁻³]
1	26,92 / 54,92	36 / 106	397 / 400	20,40	8,75	20,06	486,38	67,26	0,25	10,18 / 5	0,3980	20,01
2	26,92 / 55,19	36 / 135	397 / 505	20,22	9,15	20,47	558,15	93,96	0,26	10,70 / 10	0,3506	21,44
3	26,92 / 56,18	36 / 169	397 / 629	20,36	9,27	21,45	445,81	119,64	0,27	10,14 / 5	0,3262	23,24
4	26,92 / 55,27	36 / 190	397 / 706	19,99	9,34	22,10	622,72	130,92	0,28	10,66 / 10	0,3012	24,83
5	26,60 / 55,56	46 / 106	517 / 398	19,94	10,38	20,19	640,73	58,74	0,27	10,40 / 10	0,4085	21,50
6	26,60 / 55,60	46 / 136	517 / 506	19,66	12,13	20,46	605,55	89,54	0,30	10,38 / 10	0,3686	21,88
7	26,60 / 56,53	46 / 171	517 / 634	19,78	10,20	21,43	599,61	118,18	0,29	10,30 / 5	0,3981	23,64
8	26,60 / 57,05	46 / 196	517 / 723	19,41	10,66	22,20	614,21	123,48	0,32	10,76 / 10	0,3945	24,93
9	26,83 / 55,25	47 / 103	523 / 388	20,63	7,72	20,31	493,20	60,44	0,30	10,66 / 10	0,4409	20,95
10	26,83 / 55,71	47 / 137	523 / 499	20,07	9,57	20,71	592,66	100,70	0,28	10,74 / 10	0,3586	22,07
11	26,83 / 56,59	47 / 167	523 / 620	19,79	8,75	20,60	512,66	120,98	0,27	10,46 / 10	0,3682	23,63
12	26,83 / 57,11	47 / 196	523 / 724	19,82	9,28	22,30	588,02	131,52	0,32	10,58 / 10	0,3781	24,60
13	27,11 / 55,62	54 / 103	599 / 386	20,39	9,00	20,43	664,47	67,02	0,24	11,06 / 10	0,3520	20,97
14	27,11 / 56,75	54 / 135	599 / 501	20,75	8,18	21,07	638,28	91,11	0,24	10,68 / 10	0,4388	21,74
15	27,11 / 56,66	54 / 170	599 / 629	19,91	9,22	21,65	590,34	106,30	0,28	10,24 / 5	0,3570	22,48
16	27,11 / 57,67	54 / 197	599 / 723	19,62	9,54	22,46	627,99	109,42	0,35	10,88 / 10	0,3890	23,71

Relativní podíl elastické deformace z celkové deformace skané přize při prodloužení
na 20, 30, 45, 60 a 70% tažnosti při přetruhu

Tab. P 34

Poř. číslo	$Z_{zpřimen}/Z_{skřimen}$	$Z_{sk} [m^{-1}]$	Ee při 20% [%]	Ee při 30% [%]	Ee při 45% [%]	Ee při 60% [%]	Ee při 70% [%]
1	410 / 418	+ 17	59,82	56,65	50,93	45,19	40,42
2	410 / 527	- 77	72,57	67,76	60,40	53,59	51,05
3	410 / 652	- 172	79,04	70,88	59,38	53,97	51,87
4	410 / 738	- 242	65,65	59,24	55,00	50,74	45,25
5	470 / 418	+ 145	69,24	64,20	57,44	50,09	47,09
6	470 / 527	+ 53	76,47	68,54	59,31	50,12	49,08
7	470 / 652	- 37	76,65	67,61	61,40	53,21	49,46
8	470 / 738	- 95	75,74	66,53	58,67	53,73	50,31
9	530 / 418	+ 155	79,37	71,91	63,21	55,48	52,10
10	530 / 527	+ 59	73,78	67,09	61,80	54,17	50,01
11	530 / 652	- 30	76,34	71,28	61,38	55,16	51,74
12	530 / 738	- 105	77,33	68,76	60,47	54,54	50,78
13	580 / 418	+ 224	64,66	60,54	52,14	47,19	45,02
14	580 / 527	+ 144	81,75	72,92	61,65	55,01	51,91
15	580 / 652	+ 32	75,78	71,26	60,42	54,41	50,86
16	580 / 738	- 22	72,13	66,57	56,31	50,16	46,03

PŘÍLOHA VII

BAVLNÁŘSKÉ SKANÉ PŘÍZE

№	tex _{sk} jм	tex _{30x3} / tex _{sk} sk	$\frac{r_m}{\sigma_{1/100}} / \frac{r_m}{\sigma_{1/2}}$	$Z_{30x3} / Z_{sk sk}$ [m ²] / [m ²]	F_t [p/tex]	V_F [%]	T [%]	O [c/ky]	S [m ²]	D-metr d_{sk} [mm·10 ⁻²]	profil-pro- jektor $\frac{d_{sk max}}{d_{sk min}}$ [mm·10 ⁻²]	$\frac{a_{d max}}{a_{d min}}$ [mm·10 ⁻²]	t_{sk} [mm·10 ⁻²]
1		41,39 / 85,10	55 / 130	455,7 / 399,6	12,01	6,56	7,58	338,0	85,00	53,92	51,71	60,20	30,1
2		41,39 / 85,47	55 / 170	455,7 / 557,2	13,85	5,49	9,44	441,0	108,94	48,23	48,81	54,13	33,4
3		41,54 / 84,17	65 / 130	542,4 / 401,3	12,52	7,12	8,00	370,0	87,80	52,67	52,87	61,05	31,4
4	42 x 2	41,54 / 86,05	65 / 170	542,4 / 555,7	13,29	6,56	9,38	474,0	112,64	49,27	50,33	56,23	33,9
5		42,80 / 84,96	72 / 130	624,9 / 397,0	13,72	6,43	8,78	438,0	79,14	49,23	55,87	63,00	33,3
6		42,80 / 86,75	72 / 170	624,9 / 550,4	13,46	10,36	10,30	514,7	105,18	49,68	50,25	56,32	34,4
7		33,82 / 67,15	55 / 80	538,7 / 302,9	11,54	6,70	6,95	247,2	43,12	53,92	38,09	44,93	25,9
8		33,82 / 68,44	55 / 130	538,7 / 481,6	12,15	6,56	8,05	369,4	74,06	49,23	37,49	50,97	27,3
9		33,82 / 69,63	55 / 170	538,7 / 635,6	12,49	7,07	8,60	361,0	100,52	38,84	40,02	44,05	29,8
10		35,19 / 69,15	65 / 80	654,3 / 299,8	12,92	8,05	7,40	229,9	39,10	44,53	50,21	53,27	28,6
11	34 x 2	35,19 / 70,32	65 / 130	654,3 / 471,7	11,91	8,05	7,50	361,2	74,24	46,30	48,37	53,01	28,7
12		35,19 / 70,42	65 / 170	654,3 / 631,9	12,65	8,16	8,60	426,0	95,82	43,60	44,65	49,67	29,9
13		35,95 / 70,22	72 / 80	738,0 / 300,5	13,04	9,74	7,80	217,9	31,32	43,80	48,36	52,64	29,8
14		35,95 / 71,22	72 / 130	738,0 / 468,7	12,68	9,01	8,55	389,6	61,26	43,83	47,32	52,20	31,5
15		35,95 / 72,41	72 / 170	738,0 / 626,5	12,24	8,71	8,80	456,0	88,44	43,50	44,75	49,61	30,9

пор. №/сло	текст. прим	толщ. пакут. тек. сл.	(мм) выс./шир./толщ. сл.	$Z_{\text{тек. сл.}} / Z_{\text{ск. сл.}}$ [мм ³]/[мм ³]	F_t [п/тек.]	V_F [%]	T [%]	O [ц/к]	S [м ²]	D -метр $d_{\text{ск}}$ [мм·10 ⁻³]	проф. пр. тек. пр. $d_{\text{ск max}}$ $d_{\text{ск min}}$ [мм·10 ⁻³]	$\frac{d_{\text{ск max}}}{d_{\text{ск min}}}$ [мм·10 ⁻³]	$t_{\text{ск}}$ [мм·10 ⁻³]
16		25,19 / 49,65	55 / 80	619,6 / 344,1	11,34	8,44	6,20	141,1	55,50	44,14	41,39 32,81	48,17 39,85	21,5
17		25,19 / 50,53	55 / 130	619,6 / 556,5	11,89	6,74	6,70	199,9	97,70	38,80	39,08 31,87	45,35 37,23	22,6
18		25,19 / 51,36	55 / 170	619,6 / 726,0	12,83	6,83	7,30	234,2	112,00	35,70	36,15 30,73	41,29 34,25	23,3
19		25,52 / 50,05	65 / 80	766,6 / 344,7	12,39	8,39	7,10	150,3	38,60	40,03	40,73 31,52	45,17 36,51	23,9
20		25,52 / 50,15	65 / 130	766,6 / 554,3	12,66	7,72	7,50	240,4	82,30	39,66	38,79 31,01	42,92 34,65	23,5
21	25 x 2	25,52 / 50,54	65 / 170	766,6 / 716,6	13,03	7,21	7,90	292,8	109,38	37,73	36,12 27,93	39,81 31,82	24,4
22		26,62 / 51,70	72 / 80	871,5 / 338,7	11,99	8,71	6,70	147,1	39,34	40,64	42,07 31,26	46,05 36,19	24,8
23		26,62 / 52,11	72 / 130	871,5 / 547,4	13,24	8,77	8,40	229,4	80,12	40,16	42,40 34,55	44,43 36,24	24,7
24		26,62 / 52,63	72 / 170	871,5 / 701,2	12,92	9,68	7,80	310,3	101,64	36,11	37,75 29,69	41,77 33,29	24,1
25		16,81 / 32,89	55 / 80	852,2 / 393,9	12,49	9,06	5,90	70,7	50,02	29,27	29,72 26,43	31,99 29,61	17,2
26		16,81 / 32,78	55 / 130	852,2 / 683,3	13,29	9,52	6,40	135,5	106,44	27,85	29,83 24,54	32,71 27,96	17,9
27		16,81 / 33,67	55 / 170	852,2 / 956,9	14,31	9,02	7,20	175,9	152,52	29,86	28,40 24,76	29,52 27,18	19,3
28		17,41 / 33,52	65 / 80	1061,7 / 394,3	13,57	9,67	6,60	74,3	36,18	27,89	27,78 25,93	29,52 27,18	18,3
29	17 x 2	17,41 / 34,12	65 / 130	1061,7 / 684,6	13,33	8,51	7,00	142,6	99,24	28,40	29,06 26,48	31,81 29,03	18,8
30		17,41 / 34,48	65 / 170	1061,7 / 948,7	13,83	8,49	7,50	201,4	134,20	25,20	29,59 24,53	32,43 28,52	19,8
31		17,56 / 34,29	72 / 80	1145,2 / 393,3	13,18	9,84	6,70	69,0	35,18	28,98	30,04 22,92	32,28 25,60	19,8
32		17,56 / 34,24	72 / 130	1145,2 / 679,9	13,34	10,07	7,00	161,1	92,22	27,05	31,57 25,19	29,36 23,62	20,1
33		17,56 / 34,65	72 / 170	1145,2 / 948,4	13,19	10,64	7,40	189,2	129,36	26,78	27,48 23,78	30,01 25,46	20,5

Relativní podíl elastické deformace

z celkové deformace skané příze při prodloužení

na 20, 30, 45, 60 a 70% tažnosti při přetrhu

Tabulka P 35

Poř. číslo	tex_p / tex_{sk}	$\frac{(T_m)}{c_{2/3p} / a_{4/8sk}} \frac{(T_m)}{a_{4/8sk}}$	Z [m ⁻¹]	Ee při 20% [%]	Ee při 30% [%]	Ee při 45% [%]	Ee při 60% [%]	Ee při 70% [%]
1	41,39 / 85,10	55 / 130	+ 82	48,93	53,23	52,46	46,89	43,40
2	41,39 / 85,47	55 / 170	- 31	47,99	53,95	52,02	48,28	44,73
3	41,54 / 84,17	65 / 130	+ 158	64,15	59,71	57,15	51,05	45,89
4	41,54 / 86,05	65 / 170	+ 47	60,89	60,87	55,14	46,73	44,78
5	42,80 / 84,96	72 / 130	+ 227	67,65	66,59	59,73	52,59	49,38
6	42,80 / 86,75	72 / 170	+ 120	58,39	60,08	54,33	49,25	46,06
7	33,82 / 67,15	55 / 80	+ 240	72,40	70,59	65,20	58,31	53,55
8	33,82 / 68,44	55 / 130	+ 97	55,80	59,05	55,04	49,79	46,34
9	33,82 / 69,63	55 / 170	- 33	71,57	69,23	61,08	54,07	50,28
10	35,19 / 69,15	65 / 80	+ 342	57,90	61,42	57,73	51,61	48,35
11	35,19 / 70,32	65 / 130	+ 202	59,43	59,48	55,67	50,35	46,56
12	35,19 / 70,42	65 / 170	+ 89	62,60	60,34	56,09	49,37	46,57
13	35,95 / 70,22	72 / 80	+ 419	67,71	66,43	59,10	53,36	49,61
14	35,95 / 71,22	72 / 130	+ 274	61,72	62,42	57,75	51,03	47,37
15	35,95 / 72,41	72 / 170	+ 164	61,13	62,36	55,20	48,90	45,24
16	25,19 / 49,65	55 / 80	+ 278	68,45	69,35	65,16	59,06	55,38
17	25,19 / 50,53	55 / 130	+ 101	65,08	65,83	62,24	56,39	52,53
18	25,19 / 51,36	55 / 170	- 24	59,35	61,81	56,31	52,06	47,76
19	25,52 / 50,05	65 / 80	+ 408	67,01	68,26	63,78	57,02	52,53
20	25,52 / 50,58	65 / 170	+ 120	70,87	69,87	63,68	57,44	52,58
21	26,62 / 51,70	72 / 80	+ 502	54,97	58,14	55,45	50,92	47,69
22	26,62 / 52,11	72 / 130	+ 326	70,74	68,64	62,12	54,29	50,93
23	26,62 / 52,63	72 / 170	+ 205	69,65	66,20	60,67	54,33	49,82
24	16,81 / 32,89	55 / 80	+ 446	25,41	38,42	40,82	40,29	37,50
25	16,81 / 32,78	55 / 130	+ 195	47,31	57,96	58,50	52,84	49,27
26	16,81 / 33,67	55 / 170	+ 23	66,15	67,24	65,74	58,86	54,39
27	17,41 / 33,52	65 / 80	+ 635	53,37	57,79	55,68	50,32	47,44
28	17,41 / 34,12	65 / 130	+ 378	40,97	47,60	47,28	42,48	41,23
29	17,41 / 34,48	65 / 170	+ 167	59,56	57,03	54,29	49,94	44,09
30	17,56 / 34,29	72 / 80	+ 710	58,52	60,76	55,75	53,23	49,99
31	17,56 / 34,24	72 / 130	+ 446	36,37	47,43	47,51	44,36	42,01
		72 / 170	+ 247	34,82	49,71	45,95	43,25	39,18