

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
V LIBERCI
nositelka Řádu práce

FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA TEXTILNÍCH A ODĚVNÍCH STROJŮ

Ing. Václav Křivohlávek

OTÁZKY VÝVOJE TKACÍ TECHNIKY
SE ZŘETEM K PROCESU TVORBY KANINY

Stavba výrobních strojů a zařízení
vědní obor č. 23-03-9

Kandidátská disertační práce

Liberec 1986

OBSAH

str.

Titulní list	1
Obsah	2
Předmluva	3
1. ÚVOD	7
2. PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK	11
3. PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY	13
3.1. Konstrukce a struktura tkaniny	14
3.2. Proces tvorby tkaniny	19
3.3. Současný stav a trendy dalšího vývoje tkacích strojů	29
3.4. Souhrn poznatků	37
4. CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE	40
5. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	42
5.1. Proces tvorby tkaniny ve vztahu „surovina-stroj“	43
Základní pojmy, funkční analýza	43
Lisovací účinky přírazu, přírazové proužka, zóna přírazu	50
Rázové účinky přírazu	59
5.2. Proces tvorby tkaniny ve vztahu „stroj-surovina“	64
Strukturální analýza a syntéza mechanismů	65
Výkon jednoprosálpných tkacích strojů - možnosti z hlediska kinematiky prohozu	71
6. VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKŮ	80
6.1. Shrnutí výsledků	81
6.2. Téze	86
7. ZÁVĚRY S KONKRÉTNÍMI DOPORUČENÍMI PRO REALIZACI VE SPOLEČENSKÉ PRAXI A DALŠÍ ROZVOJ VĚDY	87
8. LITERATURA	89
8.1. Použitá literatura	89
8.2. Práce autora související s řešenou problematikou	101

Přílohová část

PŘEDMLUVA

Technika tkaní je dnes již stará několik tisíciletí a patří bezesporu k nejstarším způsobům tvorby plošných textilních útvarů. I když se vedle tkaní používá celá řada dalších technik (pletení, vytváření netkaných textilií) často z hlediska výkonu produktivnějších, zaujímají tkaniny ve výrobovém sortimentu textilií stále dominující postavení. Podle A. Chadwicka [22] činí cca 70 - 75 % celkové současné produkce textilií (vyjádřeno v jednotkách hmotnosti). V letech 1960-1980 vzrostl celkový počet instalovaných stavů ve světě z 2,56 mil. asi na 3,3 mil. kusů. Během stejného období se zvýšila produkce tkanin z 67 400 na 76 000 mil m^2 . Průměrný roční přírůstek výroby tkanin činil 0,6 %, spotřeba textilií na jednoho obyvatele v r. 1980 se pohybovala v rozmezí od 3 m^2 (rozvojové země) do 34 m^2 (Severní Amerika). V ČSSR se propočty tuzemské spotřeby textilních výrobků na 1 obyvatele provádějí na jiné bázi - zjišťuje se jen osobní spotřeba, která se měří v Kčs maloobchodního obrátu. Na základě propočtu ÚBOK byla tuzemská spotřeba textilních výrobků vyráběných našim textilním a oděvním průmyslem v r. 1980 cca 14,1 kg na 1 obyvatele [94] .

Téměř 200 roků po zavedení motorického pohonu stavů ^{x)} je stále ještě ve světě více ručních stavů (v Indii více než 3 miliony ručních stavů zaměstnávají okolo sedmi milionů

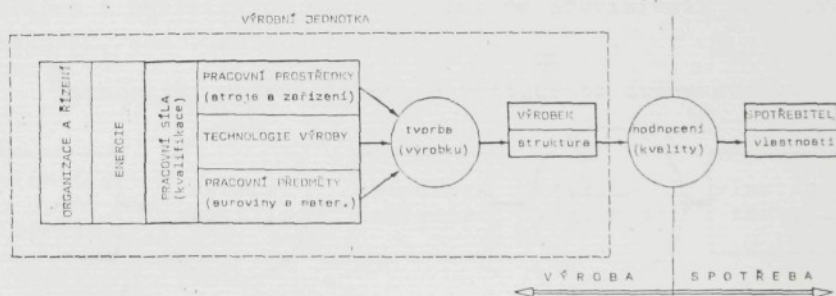
^{x)} Mechanický stav vynalezl angličan E. Cartwright, který v roce 1785 postavil první mechanickou tkalcovnu na světě, v Německu začal první mechanické stavy vyrábět v roce 1815 Hartmann v Saské Kamenici (dnešní Karl-Marx-Stadt). V českých zemích začal první mechanický stav pracovat v roce 1832 v boleslavské kartounce Köchlin a Singer [69]. Další mechanické stavy, s velkou pravděpodobností již tuzemské výroby, pracovaly v r. 1834 u firmy Herzig v Proseči nad Nisou. V liberecké oblasti byla první dílna na výrobu a opravy textilních strojů založena při Bergerově manufaktuře v r. 1804. Největším libereckým výrobcem textilních strojů byli v 30-tých letech 19. století bratři Thomasové a Bracegirdle. Až do současné doby pak zůstalo liberecko věrné tradici textilního průmyslu a výroby textilních strojů.

lidí) a asi 80 roků po zavedení Unifilu je stále ještě jedna třetina motoricky poháněných stavů neautomatických. Struktura počtu instalovaných stavů ve světě v roce 1980 byla následující:

člunkové stavy	cca 90 %
vzduchové tryskové tkací stroje	cca 2 % (64 000 kusů)
ostatní	cca 8 %

Očekává se, že ještě v roce 2000 budou asi dvě třetiny textilních plošných útvarů vyráběny ve světě jako tkaniny, tzn. že jejich dominantní postavení potrvá, i když absolutní objem výroby plošných textilií jiného charakteru bude stále narůstat.

Při náhradě tkanin i při výrobě zcela nových textilií (často pro nové a netradiční uplatnění) je vždy nezbytné respektovat požadavky uživatelů nebo dalších zpracovatelů textilií jako polotovarů, respektovat dominantní postavení výrobku, jako hierarchicky nejvyššího činitele výrobního procesu [88]. Podle Valentovy teorie inovací jsou výrobními činiteli: organizace a řízení, pracovní síla ve smyslu kvalifikace, energie, pracovní prostředky, technologie výroby, pracovní předměty, výrobek. Vzájemné vazby lze znázornit např. schématem podle obr. 1.



Obr. 1 - Schéma vzájemných vazeb výrobních činitelů

Dosavadní zdoluhavý, převážně na empirii a na zkušenostech postavený vývoj nových typů textilií se postupně nahra-

zuje operativním výpočetním navrhováním textilií s vlastnostmi vyhovujícími konkrétnímu účelu a způsobu použití, jejichž výroba je plně v souladu se základními celospolečenskými požadavky.

Proces výroby textilií obecně, tedy i výroby tkanin, lze považovat za řetězec dějů, které s textilní surovinou uskutečňují dva typy činností [50]:

- 1) postupně vytváří strukturu konečné textilie,
- 2) v různé míře přetváří textilní surovinu s cílem získání speciálních vlastností.

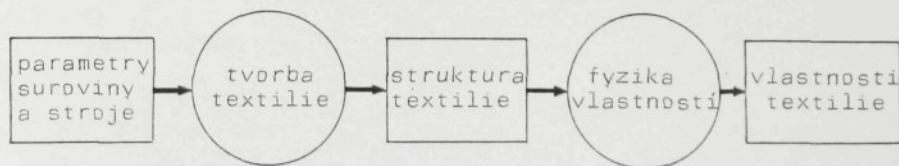
Konkrétní děje, probíhající na strojích v soustavě "textilie - stroj" v procesu výroby, lze označit pojmem tvorba textilie.

Tradiční přístup k řešení, pokud je vůbec problematika tvorby brána v úvahu, může být charakterizován jedním krokem typu



Složitost přechodu (černé skříňky) vede k preferenci stochastických i empirických metod, příčinné souvislosti pak bývají objasněny jen v malé míře.

Náročnější pojetí je charakterizováno dvěma kroky:



Chceme-li např. objasnit činnost textilního stroje, je třeba analyzovat první krok - tvorbu textilie v soustavě "textilie - stroj" s dopadem do struktury, chceme-li pak posoudit výsledek výroby (textilii) z hlediska jakosti, řešíme

druhý krok - dopad struktury do vlastností textilií.

Struktura textilie, jako produkt její tvorby na textilních strojích a současně jako příčina jejich vlastností, nabývá postupně důležitosti nejen pro textilní technology, ale též pro konstruktéry textilních strojů. Postupně se vytvářejí mezioborové vědní disciplíny, zkoumající základní technicko-technologické zákonitosti tvorby textilií. Výsledky řešení problematiky tvorby tkaniny v procesu tkání lze pak využít zejména při cílevědomém:

a) zvyšování kvality vyráběných tkanin

- řízením technologického procesu výroby ve vztahu k požadované struktuře tkaniny
- diagnostikou chyb v součinnosti základních mechanismů strojů a jejich havarijních situací i chyb ve struktuře tkaniny

b) ovlivňování konstrukce nových tkacích strojů

- využíváním nejefektivnějších a nejspolehlivějších existujících základních mechanismů
- aplikací nových struktur základních mechanismů
- účelným využíváním elektronických systémů.

1. Ú V O D

Jak již bylo uvedeno v předmluvě a jak vyplývá z obr.1 na str. 4 je tvorba tkaniny procesem ve kterém na sebe vzájemně působí především:

1. pracovní prostředky (tkací stroj),
2. pracovní předměty (textilní surovina - textilie),
3. pracovní síla (člověk)

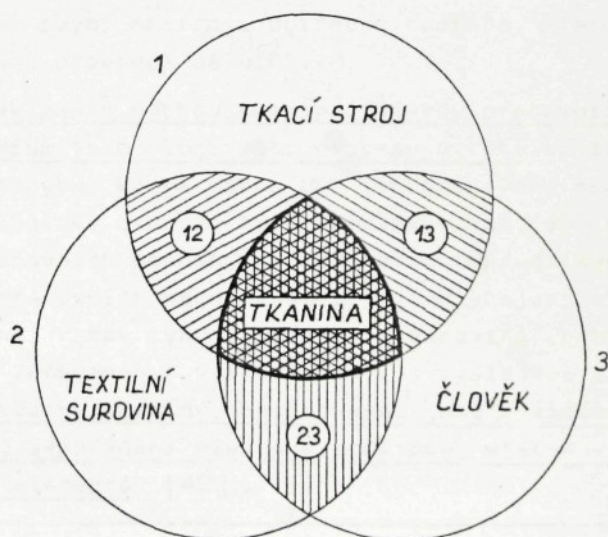
v interakci pracovních prostředků a pracovních předmětů pak:

4. technologie výroby,

v hodnocení výrobní jednotky jako celku:

5. organizace a řízení,
6. energie.

Vzájemnou souvislost výše uvedených rozhodujících výrobních činitelů 1, 2, 3 výrobního procesu lze dosáhnout bez posouzení stupně významnosti např. schematem podle obr. 1.1. K podobnému výsledku dospěl Kohlhaas [36].



Obr. 1.1 Schéma vzájemných vazeb výrobních činitelů -
- TKACÍ STROJ, TEXTILNÍ SUROVINA, ČLOVĚK

Ze schématu na obr. 1.1 je zřejmé, že rozhodující výrobní činitel výrobního procesu - tkanina (ve smyslu své struktury) je získána vzájemným působením výrobních činitelů 1, 2, 3; dále pak jsou zřejmé interakce typu:

- 12 stroj - textilní surovina
- 13 stroj - člověk
- 23 textilní surovina - člověk

Interakce typu 13 „stroj - člověk“ je řešena zejména vědním oborem ergonomie, interakce typu 23 „textilní surovina - člověk“ vědní disciplínou Nauka o materiálu a řadou dalších přírodních věd. Interakce 13 „stroj - textilní surovina“^{x)} bude předmětem řešení předkládané práce, a to v souvislosti s ostatními výrobními činiteli,

Tkací stroj je strojem pracovním. Podle [74] je pracovní stroj takovým strojem, který vykonává práci, tj. „provádí změnu tvaru, vlastností, stavu nebo polohy předmětu práce. Pracovní stroj vznikl z jednoduchého nástroje a sestává v podstatě ze tří částí: mechanismu pohonného, převodového a pracovního. Pracovní mechanismus stroje provádí obvykle svými nástroji potřebné operace, které dříve v ruční výrobě prováděl dělník“.

Základním východiskem pro návrhy pracovních mechanismů je studium technologického procesu výroby se zřetelem na zákony pohybu, které mohou být reprodukovány mechanismy. Technologický úkon má být formulován tak, aby si konstruktér pracovních mechanismů mohl učinit představu o nutném počtu pracovních mechanismů a jejich vzájemných vazbách. Vzájemné vazby typu 12 „stroj - surovina“ nebyly dosud komplexně zpracovány v souvislosti s výsledkem procesu tvorby -
- strukturou tkaniny, definovanou jako „výsledné složení a vnitřní uspořádání vláknenné soustavy, včetně vzájemného působení elementů“ [42] .

^{x)} Pro tuto interakci se používá též pojmu „technologický proces tvorby tkaniny“, obecně lze pracovat se soustavou „textilie-stroj“.

Technologický proces tvorby tkaniny, jinými slovy základní zákony technologického procesu, lze obecně vyjádřit např. verbálně, graficky nebo analyticky, lze využít možností, které dává modelování.

Při analýze procesu tvorby tkaniny vyjdeme z definice tohoto plošného textilního útvaru. Klasická tkanina (pomineme-li triaxiální tkaninu) je plošná textilie, tvořená z geometrického hlediska dvěma kolmými soustavami osnovních a útkových nití spojených vzájemným provázáním - vazbou. V důsledku mechanického působení nití navzájem ve vazných bodech (překřiženích) dochází k jejich deformaci, je tedy možné tkaninu definovat jako soustavu zdeformovaných nití, jejichž vnitřní napětí jsou ve vzájemné rovnováze. Základem studia procesu tvorby tkaniny je element tkaniny, vytvářený poslední zatkávanou útkovou nití a dvěma sousedními osnovními nitěmi, tedy element čela tkaniny.

Předkládaná disertační práce je příspěvkem autora k poznání procesu tvorby tkaniny v komplexním, systémovém pojetí problému, ve vztahu k dalšímu vývoji tkacích strojů. Řešení využívá principů hodnotového inženýrství - zejména hodnotové analýzy.

Autor čerpal z výsledků státních, resortních i oborových výzkumných úkolů, na kterých sám pracoval nebo je současně vedl ve Výzkumném ústavu lýkových vláken v Šumperku a ve Státním výzkumném ústavu textilním v Liberci, ze své odborné činnosti v rámci Celostátní odborné skupiny pro hodnotové inženýrství a Celostátní odborné skupiny tkalcovské ČSVTS a ze studií zpracovaných v rámci své odborné stáže na katedře textilních a oděvních strojů Vysoké školy strojní a textilní v Liberci.

Práce je svým charakterem vyhledávací výzkum; bude využita jako materiál Vedoucího pracoviště vědecko-technického rozvoje při Státním výzkumném ústavu textilním v Liberci pro oblast:

- perspektivních koncepcí a prognóz VTR textilního průmyslu

- technologie a techniky pletotkaní
- ASŘ výroby a technologických procesů v textilním a oděvním průmyslu.

Byla zpracována v souladu s usnesením 4. zasedání Rady VPVTR - zajišťovat předvýzkumná ověřování, zejména pro připravované úkoly Státního plánu rozvoje vědy a techniky.

2. PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK

A		fáze struktury tkaniny
b	[m]	šířka tkaniny
D_o, D_u	[cm ⁻¹]	dostava osnovní, útková
d_o, d_u	[m]	průměr nitě osnovní, útkové
f		součinitel smykového tření
F	[N]	přirazová síla
F_{τ_r}	[N]	rázová síla
F_s	[N]	smyková síla
h_o, h_u	[m]	výška zvlnění nití osnovních, útkových
I_{τ_r}	[N]	impuls rázové síly
j		počet členů kinematického řetězce
k		koeficient restituce
m	[kg]	hmotnost
m_{bred}	[kg]	hmotnost bidlenu redukováno do hmotného střediska
m_{tred}	[kg]	hmotnost tkaniny redukováno do hmotného střediska
N	[N]	normálová síla
$\bar{N}$		počet polygonů kinematického řetězce
n	[min ⁻¹]	frekvence otáček
$\bar{n}$		označení členu kinematického řetězce
p_{m_o}, p_{m_u}	[m]	vzdálenost nití (mezní) osnovní, útková
p_o, p_u	[m]	vzdálenost nití osnovní, útková
P	[m.útku.min ⁻¹]	výkon tkacího stroje
R	[N]	reakce
S_o, S_u	[N]	osová síla v nití osnovní, útkové

T	[s]	perioda cyklu tkacího stroje
t_0, t_u	[m]	tloušťka tkaniny
v_0	[m.s ⁻¹]	rychlost bidlenu před rázem
v_1	[m.s ⁻¹]	rychlost bidlenu po rázu
v_2	[m.s ⁻¹]	rychlost tkaniny po rázu
v_s	[m.s ⁻¹]	rychlost společného hmotného střediska bidlenu a tkaniny
Z	[%]	zakrytí tkaniny
Z_0, Z_u	[%]	zakrytí tkaniny po osnově, po útku
β, β'	[°]	úhel provázání osnovních nití
δ	[°]	úhel naklonění paprsku v přírazu
σ	[°]	úhel provázání útkových nití
Φ		označení funkce
φ	[°]	frikční úhel
λ, λ'	[°]	úhly opásání
η_0, η_u		koefficient stlačení nitě osnovní, útkové
τ	[s]	časový interval
τ_r	[s]	časový interval rázu
μ	[°]	označení úhlu mezi normálami
ξ	[°]	úhel sevření roviny těles

3. PŘEHLED O SOUČASNÉM STAVU PROBLEMATIKY

Problematiku procesu tvorby tkanin lze sledovat z různých pohledů; na vytváření konkrétní reálné struktury tkaniny v interakci „tkanina - tkací stroj“ se podílí veškeré mechanismy stroje nejen z hlediska funkčního, ale též např. z hlediska strukturálního, silových poměrů apod. Důležitou roli má pružnost celého řešeného systému, vůle a přesnosti mechanismů.

Dosud neznáme rozhodující parametr (nebo parametry) procesu tvorby tkanin, jehož řešením by případně bylo dosaženo optimalizace procesu jako celku. Připojíme-li k uvedeným hlediskům strojním hlediska textilně technologická je zřejmé, že se jedná o problematiku rozsáhlou a náročnou. Tato skutečnost plyne i z rozboru dosavadních prací, určujících současný stupeň poznání. Velká většina autorů sleduje pouze problémy své specializace, často na vysoké technologické úrovni, nebo řeší konkrétní úkoly plynoucí z provozní praxe. V podstatě neexistuje v literatuře práce dávající do souladu požadovanou tvorbu struktury tkaniny s požadavky na funkci a konstrukci jednotlivých mechanismů a stroje jako celku.

Prognózy dalšího vývoje tkací techniky jsou budovány zejména na množství a kvalitě trhem požadovaných tkanin, na ekonomických kritériích nebo na kontinuitě vývoje ve vztahu k analyzované minulosti. Za mezníky, ke kterým je vždy úroveň strojů posuzována, se považují světové výstavy textilních strojů ITMA, konané vždy ve čtyřletých intervalech.

Současný stav problematiky bude hodnocen ve smyslu základní orientace práce „otázky vývoje tkací techniky se zřetelem k procesu tvorby tkaniny“ od výrobků, tedy tkanin ve smyslu struktury; z pohledů textilně technologických ke tkacím strojům a jejich funkčním mechanismům, které se na procesu tvorby podílejí.

Obdobně by bylo možné provést „inversní hodnocení“, protože řada autorů (v provedeném přehledu necitovaných) sleduje odděleně oblast aplikované teorie mechanismů s dopadem do oblasti procesu tvorby tkaniny. O těchto otázkách bude pojednáno v kap. 5.

3.1 Konstrukce a struktura tkaniny

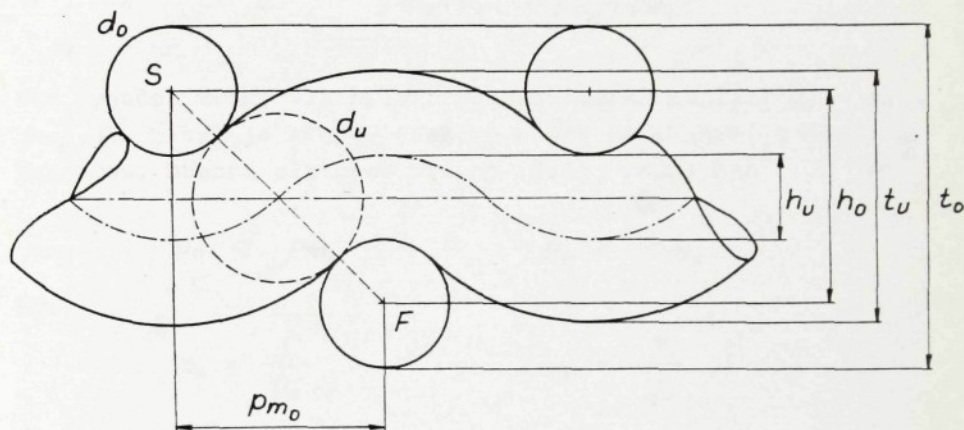
Z odborné literatury pojednávající o problematice konstrukce a struktury tkanin je zřejmé, že tyto otázky byly a stále jsou z různých hledisek ^{x)} řešeny již téměř 100 let, především však od 30 - 40-tých let tohoto století, kdy byl publikován návrh Peirceho geometrie tkaniny [70], [71] .

F.T.Peirce považoval při svém řešení řezu nití za okrouhlé, i když připouštěl existenci zploštění nití vzniklé při tkání.*Po řadě úvah a studií o eliptických průřezích se Peirce opět vrátil pro jednoduchost ke kruhovému průřezu odvozenému od průřezu eliptického. Dalším, při výpočtech užívaným průřezem, je tzv. Kempův [34], který má tvar závodní dráhy (2 úsečky a 2 půloblouky).

Z kruhového průřezu nití vycházel ve svých studiích V. I. Smirnov [76] využívající práci Novikova [65], který podrobně sledoval vzájemné analytické souvislosti mezi výškou vln (zvlnění osnovy a útku) průměry a dostavami nití. Zákonny tvorby tkaniny kterékoliv konstrukce jsou podle tohoto autora zákony matematické, odvozené z geometrie tkaniny, práce nerespektují vliv fyzikálních vlastností vláken a přízí ani vliv technologických parametrů tvorby tkaniny na stavu včetně vlastností tkaniny. Při sledování tkaniny se předpokládá dokonalá ohebnost osnovních a útkových nití kruhového průřezu, jejich stálosti v délce. Vzájemná vazba nití se předpokládá pouze na základě třecích sil.

^{x)} Většinou pro potřebu konstrukce a projektování tkanin, méně již ve vztahu k procesu jejich tvorby na tkacím stroji.

Uspořádání tkaniny v plátňové vazbě z hlediska geometrie provázání nití je znázorněno na obr. 3.1. Jedná se o tkaninu s tzv. mezní dostavou, u které povrch osnovních a útkových nití neleží v jedné rovině. Za mezní (někdy též srovnávací nebo maximální) dostavu je považována taková dostava osnovy nebo útku, kdy osnova s útkem leží ve tkanině „těsně vedle sebe“, tj. dotýkají se na spojnici $\overline{SF}$; kdy $\overline{SF} = d_o + d_u$.



Obr. 3.1 Schema provázání tkaniny v plátňové vazbě

Základními výpočty většiny prací vycházejících z geometrie tkaniny jsou

a) výpočet zakrytí tkaniny Z , kdy

$$Z = Z_o + Z_u - Z_o Z_u$$

nebo zkrácený tzv. „cover faktor“

$$Z = Z_o + Z_u$$

b) výpočet tloušťky tkaniny t a výšky zvlnění nití h , kdy

$$t_o = h_o + d_o$$

$$t_u = h_u + d_u$$

Tloušťkou tkaniny je pak větší hodnota z vypočítaných t_o , t_u .

$$h_o = \frac{d_o + d_u}{2} + \frac{p_{m_u} - p_{m_o}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3(d_o + d_u)^2 - (p_{m_u} - p_{m_o})^2}}{\sqrt{(d_o + d_u)^2 + (p_{m_u} - p_{m_o})^2}} \quad (3.1)$$

$$h_u = \frac{d_o + d_u}{2} - \frac{p_{m_u} - p_{m_o}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3(d_o + d_u)^2 - (p_{m_u} - p_{m_o})^2}}{\sqrt{(d_o + d_u)^2 + (p_{m_u} - p_{m_o})^2}} \quad (3.2)$$

Pro výpočet výšky vln h_o , h_u předpokládáme znalost d_o , d_u , p_{m_o} , p_{m_u} , což je zřejmě omezení pouze na tkaniny s mezní dostavou. Obecná platnost vztahů (3.1), (3.2) pro

$$p_o < p_{m_o} \quad ; \quad p_u < p_{m_u}$$

kde

$$p_o = \frac{1}{D_o} \quad ; \quad p_u = \frac{1}{D_u}$$

je uváděna v práci [77], ve které je současně vyvracena hypotéza N.O. Strjaskova [79], že výška vln se mění lineárně se zakrytím tkaniny.

Posuzujeme-li základní rovnice (3.1), (3.2) V.I.Smirnova pro výpočet výšky vln h_o , h_u , pak lze vyslovit tyto hypotézy:

- 1) Mění-li se d_o , d_u a dále obecně p_o , p_u (místo mezních hodnot p_{m_o} , p_{m_u}) tak, že součet $(d_o + d_u)$ a rozdíl $(p_u - p_o)$ zůstávají konstantní, výšky vln h_o a h_u se nemění.
- 2) Výšky vln h_o , h_u nezávisí na absolutních hodnotách průměru nití d_o , d_u ani na absolutních hodnotách osových vzdáleností nití v osnově p_o a v útku p_u , nýbrž pouze na součtu $(d_o + d_u)$ a rozdílu $(p_u - p_o)$.
- 3) Při konstantním součtu $(d_o + d_u)$ odpovídají každé hodnotě rozdílu $(p_u - p_o)$ konkrétní výšky vln h_o , h_u . Stejně

tak při konstantním rozdílu ($p_u - p_o$) odpovídají každému součtu ($d_o + d_u$) konkrétní výšky vln h_o , h_u .

- 4) Výšky vln h_o , h_u společně s průměry nití d_o , d_u a dostavami D_o , D_u (tedy p_o , p_u) jsou základními údaji o geometrii tkaniny.

Na rozhodující vliv zvlnění osnovních a útkových nití ve tkanině pro posuzování některých jejích vlastností (pevnost v tahu, oděruodolnost atd.) poukazuje řada autorů, především v SSSR např. Novikov [65] rozlišuje 9 „fází“ struktury podle velikosti zvlnění takto:

fáze A_1 $h_o = 0$; $h_u = \max$

fáze A_9 $h_o = \max$; $h_u = 0$.

Pro tkaniny s rozdílnými průměry nití, kde $d_o \neq d_u$ zavedl Novikov ještě „nulovou fázi“, která odpovídá případu, kdy fáze

$$A_0 = \frac{h_o}{h_u} = \frac{d_u}{d_o}$$

Alexejev nahradil 10 fází struktury výpočtem pro nekonečně mnoho fází, ve kterém již respektoval stlačení nití ve vazných bodech, zahrnuté do výpočtu koeficienty η_o , η_u (viz [2]).

Dospěl k následujícím vztahům:

- a) na povrch tkaniny vystupuje osnova

$$A > \frac{d_u \eta_u}{d_o \eta_o}$$

- b) na povrch tkaniny vystupuje útek

$$A < \frac{d_u \eta_u}{d_o \eta_o}$$

- c) obě soustavy nití leží v jedné rovině

$$A = \frac{d_u \eta_u}{d_o \eta_o}$$

Ve své práci si postavil za cíl:

- zpracovat způsob stanovení výšky vln nití v elementu tkaniny a na této bázi výpočet základních parametrů tkaniny libovolné fáze,
- zpracovat metodiku výpočtu parametrů formování tkaniny, zabezpečujících výrobu tkaniny předepsané konstrukce.

Jedná se z hlediska dostupné odborné literatury (cca 200 literárních odkazů) o nejúplnější monotematickou práci, která vychází z geometrie vzájemného provázání osnovních a útkových nití v elementu tkaniny.

Pro konkrétní využití při konstrukci a projektování tkanin v provozní praxi byla vytvořena řada dalších teorií, většinou empiricky upravených. Užívá se teorie podle Bohadla v hedvábnickém průmyslu, teorie Krátkého ve lnářském průmyslu. Pro potřebu bavlnářského průmyslu byl vytvořen systém navrhování tkanin počítačem v Orgatexu. Tyto teorie, běžně užívané, mají však význam zejména pro relativní posuzování zakrytí tkanin, odvozeně pak pro stanovení dostavy tkaniny v osnově a v útku při předepsaném materiálu; tedy pro hledání alternativních řešení. Lze je zařadit mezi empirické teorie jako teorie srovnávací.

Odpor tkaniny proti setkání na stavu bere v úvahu teorie podle Brierleyho, porovnání se provádí s tkaninou „z drátů“ (100% hustota). Jedná se však opět o empirickou teorii bez možnosti využití při řešení procesu tvorby tkaniny. V praxi se osvědčila především při navrhování technických tkanin.

Teorie projektování tkanin s ohledem na jejich požadované užité vlastnosti je předmětem výzkumné činnosti SVÚT v Liberci, kde byla zpracována a prakticky je v textilním průmyslu uplatňována teorie užitných vlastností. V současné době se výzkumně pracuje na závislostech užitných vlastností s parametry struktury tkaniny.

Ukazuje se, že pro potřebu analýzy a řešení problematiky procesu tvorby tkanin je třeba vycházet ze zjednodušujících předpokladů (bez zahrnutí skutečných deformací nití)

(analytická řešení dosud neexistují), které dávají teorie kruhových průřezů.

Z dosavadních výsledků výzkumu v oblasti geometrie a struktury tkanin je zřejmé, že za rozhodující parametry lze u tkanin z hlediska struktury považovat

- jemnost osnovy a útku,
- dostavy osnovy a útku,
- výšku zvlnění osnovy a útku.

Všechny další parametry je možné považovat za odvozené a lze je v případě potřeby číselně vyjádřit.

3.2 Proces tvorby tkaniny

Dynnik, pracovník CNIILV Moskva již v r. 1947 zveřejňuje svou práci [10], zaměřenou na vytváření prvku tkaniny na tkacím stroji. Provedl teoretický rozbor problému, na modelu prokazoval význam úhlu prošlupu, napětí liché a sudé soustavy osnovních nití a sklonu paprsku v přední krajní poloze. Jedním z jeho závěrů je téze, že pro dosažení mezní dostavy (viz obr. 3.1) je nezbytný poměr mezi napětími sudé a liché osnovní nitě až 1:10 pro úhel naklonění paprsku v přírazu $\beta = 0^\circ$. Tento úhel β považuje za důležitý technologický parametr, jehož velikost by měla být $5^\circ - 10^\circ$ a doporučil k realizaci některé úpravy tkacího stroje, které měly snížit přetrhovost osnovních nití. Svou analýzou navázal na jednu z prvních známých prací tohoto charakteru, kterou zpracoval Stein [78] v r. 1927.

Kritiku Dynnikem podané teorie provedl Jiša [32] ve své studii možností přírazu útku osnovními nitmi; m.j. prokazuje působení normální síly mezi útkovou a osnovní nití nikoliv v polovině úhlu opásání, nýbrž v těžišti spojitého zatížení, uvádí podmínky pro příraz útku nitěmi - otevření prošlupu minimálně na 130° .

V r. 1966 Dynnik [11] uveřejňuje v návaznosti na předchozí práce studii „Příraz útku a jiné podmínky tvoření

tkaniny z hlediska možnosti zvýšení produktivity tkání", ve které se zabývá zkoumáním tkalcovského procesu. Vychází opět z podmínek tvoření elementu tkaniny, navrhuje vytvoření úplně nového systému tkacího stroje s nepřetržitou činností.

V roce 1965 Nosek ve své knadidátské práci [51] řešil mechaniku tvorby tkaniny, konkrétně statické vlastnosti osnovy a tkaniny. Účelem práce bylo odhalit příčiny namáhání textilního materiálu během tkání a zjistit podíl jejich vlivu, zjistit stupeň interakce jednotlivých vlivů. Práce v části teoretické i experimentální obsahovala zejména řešení pružnostních a pevnostních vlastností osnovy a tkaniny bez přímé vazby na interakci „tkanina - stroj“.

Statické poměry přírazu útku k čelu tkaniny řešil Alexejev [2]. Při řešení vycházel z elementu tkaniny, který tvoří útek, horní a dolní osnovní niť. Řešení je prováděno za předpokladu nehmotného útku i osnovních nití, dále se předpokládá, že útek i osnovní nitě jsou neprodloužitelné a nekladou odpor proti pohybu, jsou dokonale ohebné, mají stálý kruhový průřez a v rovině tkaniny jsou navzájem kolmé. Nepřesnosti práce byly upraveny autorem [42] podle obr. 3.2. Sestavena rovnice statické přírazové síly F (tlaku tkaniny na paprsek).

$$F = \frac{1}{\cos \beta - f \sin \beta} \left[S_0 (\cos \beta_0 - \frac{1}{ef\lambda} \cos \beta_1) + \right. \\ \left. + S'_0 (\cos \beta'_0 - \frac{1}{ef\lambda} \cos \beta'_1) \right] \quad (3.3)$$

kde značí

λ, λ' - úhly opásání ($\lambda = \beta_0 + \beta_1$; $\lambda' = \beta'_0 + \beta'_1$)

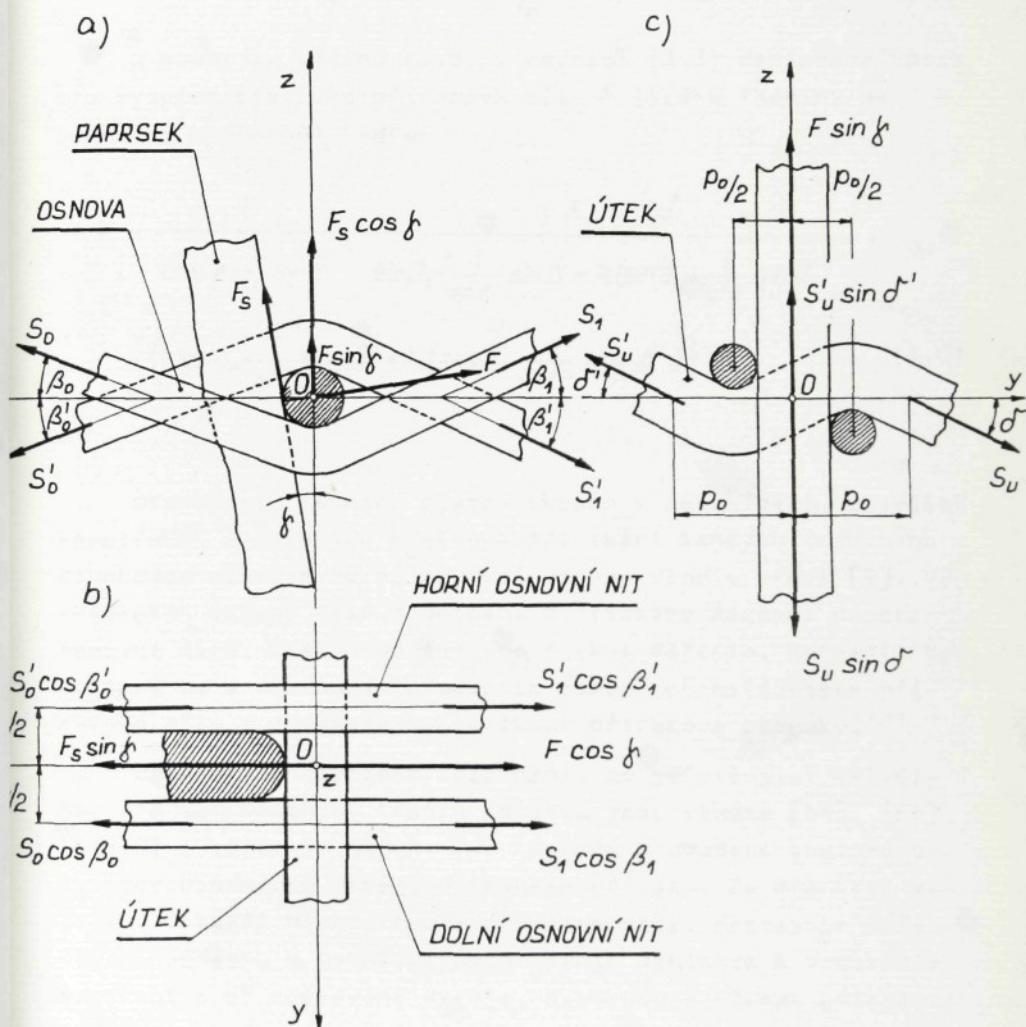
f - součinitel smykového tření mezi útkem a osnovními nitěmi.

Rovnice (3.3) platí za předpokladu

$$\cos \beta \neq f_F \sin \beta$$

Síla v osnovní niti je pak dána vztahem

$$S_0 = \frac{2(S_u \sin \tilde{\sigma} + S'_u \sin \tilde{\sigma}')}{\sin \beta_0 + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta + A(\sin \beta'_0 + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta')} \quad (3.4)$$



Obr. 3.2. Statické poměry přírazu útku k čelu tkaniny

Pro $\tilde{\sigma} = \tilde{\sigma}'$ při návodu 1 nitě do zubu, jak plyne ze složkové podmínky rovnováhy sil do osy y podle obr. 3.2c, platí $S_u = S'_u$ a rovnice (3.4) má tvar

$$S_o = \frac{4 S_u \sin \tilde{\sigma}}{\sin \beta_o + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta + A (\sin \beta'_o + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta')} \quad (3.5)$$

S použitím vztahu (3.5) v rovnici (3.3) dostaneme vztah pro výpočet statické přírazové síly F (tlaku tkaniny na paprsek) v obecném tvaru

$$F = \frac{1}{\cos \beta - f_F \sin \beta} \cdot \frac{4 S_u \sin \tilde{\sigma}}{\sin \beta_o + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta + A (\sin \beta'_o + \frac{1}{e f \lambda} \sin \beta')} \cdot \left\{ (\cos \beta_o - \frac{1}{e f \lambda} \cos \beta) + A (\cos \beta'_o - \frac{1}{e f \lambda} \cos \beta') \right\} \quad (3.6)$$

Stanovením mezních dostav tkanin v závislosti na jejich konstrukci a silových poměrech při tkaní lehkých tkanin na člunkovém stavu K 58 se zabýval Do van Vinh v práci [9]. Výchoziskem řešení bylo hodnocení grafického záznamu napětí osnovní nitě, získaného tenzometrickým měřením. Potvrdil hypotézu, že s rostoucím předpětím osnovních nití roste přírazová síla a zmenšuje se velikost přírazové proužky.

Snahou o analytické objasnění, co je určující veličinou pro setkatelnost tkanin po útku jsou studie [54], [56], jejichž autorem je Nosek. Výchoziskem provedené analýzy byly kvazidynamické poměry v procesu přírazu. Za určující veličinu pokládá měrný impuls přírazné síly. Kritizuje odlehčování paprsku u rychloběžných strojů vzhledem k nedorazům ve tkanině po zastavení stroje, doporučuje hledat přírazové systémy pokud možno bez vratných pohybů.

Setkatelnost tkanin byla stejným autorem řešena též prací [53], a to z hlediska setkatelnosti statické (setka-

telnost omezená vlastnostmi zpracovaného materiálu a vlastnostmi tkacího stroje) a setkatelnosti dynamické (ovlivněna tvarem přírazového impulsu). Řešení je postaveno na předpokladu, že dynamické vlivy na tkací odpor jsou dány reologickými vlastnostmi materiálu. V závěru autor předkládá svůj názor na účinek opakovaného, resp. vibračního přírazu ^x). Obdobně je proces tvorby tkaniny řešen v práci [59] na bázi silových a geometrických poměrů v přírazové proužce a formovací zóně tkaniny.

Proces vytváření struktury tkaniny na víceprošlupných strojích byl předmětem řešení [63], [57]. Autor se zde zabývá kvazistatickými ději - řešením, ve kterém bylo abstrahováno od procesů probíhajících mezi dvěma ustálenými stavy tkaniny. Tyto procesy jsou považovány za kvazidynamické, tj. tkanina během procesu zaujímá celou posloupnost dílčích rovnovážných stavů. Přechodový děj je přitom popsán diferenciálními rovnicemi, jako by šlo o dynamický proces. Současně bylo při řešení abstrahováno i od skutečných dynamických procesů, vznikajících během přírazu útku hmotnými pružnými prvky do pružné tkaniny.

Problémy autoregulace struktury tkaniny řešil Nosek [57], [55], [52]. Dospěl k závěru, že struktura tkaniny je místně i okamžitě neurčitá (ve smyslu statické neurčitosti) tzn., že hladina odchylek provázání od standardu není v daném okamžiku nikde vázána dostatečným počtem vztahů. Tkanina tak může lokálně zaujmout různé struktury - teoreticky od situace s úplně napřímenými útky až po situaci s napřímenou osnovou; změny struktury limitují ke struktuře, obsahující při daném seřizení tkacího stroje nejmenší množství přetvárné práce. Autor zavádí pojem tzv. entropie struktury provázání - pravděpodobnostní funkci vyjadřující míru pravděpodobnosti existence určité struktury s daným rozložením

^x) Vibračním přírazem v procesu tvorby tkaniny se zabýval jako jeden z prvních Szosland. Ve své studii [81] se zaměřil na posouzení technologické účelnosti přírazu útku vibrujícím paprskem s konkrétní aplikací na tkacím stroji KOVO P-45.

odchylek jednotlivých parametrů. Tkanina se vždy snaží dosáhnout takového provázání, které má při existujícím seřizení stavu maximální entropii. Diferenciální změny struktury, vznikající při daných počátečních podmínkách každého tkacího cyklu popisuje souborem tří tzv. autoregulačních rovnic. Z řešení vyvozuje jev, kdy autoregulace každé ze základních veličin struktury provázání (rozestup osnovních nití, výška provázání útku a napětí osnovních nití) znamená „rozladění“ hodnot druhých dvou veličin. Práce prokazuje, že neznalost nebo nerespektování procesu tvorby tkaniny konstruktérem tkacího stroje může být zdrojem závažných potíží nových zařízení. Autoregulačními vlastnostmi tkaniny se v návaznosti na Noska zabýval Dobrzański [8].

Některé souvislosti mezi tvorbou prošlupu a přemístěním čela tkaniny řešil Jefremov [29]. Řešení vychází z geometrie prošlupu a předpokládaných vazeb mezi polohou čela tkaniny a napětím osnovních nití. Stejný autor se zabýval i napětím v osnovních nitích vlivem přirazu ve vztahu k jejich deformacím [30], [31]; opět byly východiskem řešení geometrické poměry. U nás se geometrií prošlupu v souvislosti s namáháním osnovních nití při tkaní zabýval Horn [13]. Poukázal však na nevhodnost přímé aplikace teoretických závěrů vyslovených v souvislosti se základním prošlupem na prošlupy při skutečném tkaní a nezbytnost dalších řešení.

Ve své kandidátské práci [14] řešil Horn modelovou analýzu a syntézu dynamiky tkacího procesu. Dynamické napětí osnovních nití při tkaní sledoval analyticky, graficky a měřením. Nezbytné zjednodušující předpoklady u analytického i grafického řešení však neumožnily zaměnitelnost jednotlivých postupů.

Příčiny vzniku přirazové proužky sledoval pro podmínky stroje AT - 100 Aleksejev [1]. Vychází při analýze procesu ze dvou střídajících se fází - pohybu útkové nití po osnovních nitích a pohybu elementu tkaniny jako celku; uvádí rovnici pro výpočet velikosti přirazové proužky. Práce přináší

tézi o nezbytnosti vyloučení tkaniny z pracovní zóny tkacího stroje za účelem zvýšení produktivity tkání.

Vlivem zvýšených otáček tkacího stroje ATK - 100 na podmínky přírazu se v práci [87] zabýval Vasilčenko. Prokázal zmenšení přírazové proužky (170 ot.min^{-1} - 6,5 mm; 210 ot.min^{-1} - 4 mm). Řešení opět vychází ze zjednodušených silových poměrů v okamžiku přírazu.

Jednou z prvních prací o činnosti svůrky a osnovního regulátoru v procesu tvorby tkaniny je studie [73], jejímž autorem je Pompe. Osvětluje poměry při tkání a dává návod pro správné postavení svůrky s ohledem na činnost regulátoru. Řešení vychází z geometrických poměrů. Úroveň osnovních regulátorů a základních mechanismů tkacích strojů hodnotili v práci [15] Horn, Jankovský a Skokan. Posouzení je provedeno z pohledu konstruktérů textilních strojů. Ve stejné době se některými mechanismy tkacích strojů ve vztahu k jejich uplatnění zabýval Talavášek [84].

Soustavu "osnova - tkanina" jako regulační systém ve smyslu zásad regulační techniky řešili Henzl a Melkus [84]. Regulační soustavu vytvářejí ze dvou samostatně pracujících částí - ústrojí k popouštění osnovy a ústrojí k odtahování tkaniny. Přínosem práce je zejména výhodnost blokového znázorňování, nemá vazbu na funkční mechanismy tkacího stroje.

Modelováním tkacího procesu se zabýval Horn [20]. Vychází z matematického popisu vyšetřovaných mechanismů tkacího stroje a sestavuje analogový model tkacího stroje. Jedná se o první „kybernetický přístup“ ke komplexnímu řešení problematiky. Cílem řešení autora bylo ověření použitelnosti kybernetických postupů při modelování vlastností tkacího stroje. Ukazuje tak na jednu z možností optimalizace některých mechanismů tkacího stroje pomocí analogového počítače. Studie „modelování tkacího procesu“ je hodnotným příspěvkem autora k poznání vzájemných souvislostí systému „tkanina - stroj“.

Relaxační procesy systému „tkanina - osnova“ řešili pomocí reologických modelů Milašius a Matukonis [47]. Snažili se vysvětlit vznik pruhovitosti tkanin po zastavení tkacího stroje a reagovat na tvrzení Greenwooda, Kowiga a Weigana, kteří pokládají za základní příčinu vzniku pruhovitosti relaxační jevy, vysvětlitelné pouze elasticko-vazkými vlastnostmi materiálu. Procesy při tvorbě tkaniny jsou autory pokládány za typicky dynamické, pro teoretickou analýzu bylo využito zobecněného Maxwelllova modelu. Přibližně ve stejné době se zabývali modelováním reologických vlastností pojených textilií Krčma a Samojlova [40].

V závěru této části je třeba se zmínit ještě o jednom relativně novém přístupu k řešení - problematice diagnostiky.

Důležitou podmínkou bezporuchového chodu tkacích strojů je správná funkce stroje jako celku a tedy správná funkce jednotlivých uzlů stroje samostatně i ve vzájemné součinnosti. Diagnostikou poruch se zabývali v poslední době Wolf [92], Bhattachoryya [6] nebo příspěvkem [28] Janda a Skokan. I když se jedná zatím o více méně ojedinělé práce, je zřejmé, že lze očekávat rozvoj diagnostiky především ve vztahu k parametrům charakterizujícím spolehlivost tkacího stroje a parametrům charakterizujícím spolehlivost procesu tvorby tkaniny.

Další vývoj se očekává též v oblasti ergonomie, hygieny práce, elektrizace strojů, snižování energetické náročnosti výroby.

Celkově z provedeného hodnocení současného stavu stupně poznání procesu tvorby tkaniny, vycházíme-li od pohledů textilně technologických k doporučením pro konstrukci tkacích strojů, plyne roztržistěnost dosavadních prací i přístupů k řešení. Zkoumání základních zákonů procesu tvorby není programové. Ukazuje se nezbytnost systematického týmového řešení specialistů - textilních technologů a konstruktérů tkacích strojů.

Uvedené rozhodující práce ve sledované problematice, zejména práce Noska, kterého lze považovat za zakladatele tohoto směru řešení, přinášejí řadu názorů a doporučení, která však bude nutno dále zkoumat.

Za významný parametr je považován např. měrný impuls přírazové síly. S růstem frekvence otáček tkacích strojů byla vesměs u známých struktur přírazových mechanismů volena cesta odlehčení bidlenu a tato skutečnost se nepříznivě projevila při tvorbě struktury tkaniny především po zastavení stroje nedorazem ^x). Rotační příraz přinesl novou strukturu bez vratných pohybů. Mají však kloubové struktury přírazových mechanismů a rotační přírazový mechanismus stejný dopad na proces tvorby tkaniny, když byl rázový účinek nahrazen účinkem lisovacím? Tuto oblast je nezbytné podrobně řešit. Obdobně vliv opakovaného a vibračního přírazu. Při vysokých frekvencích otáček strojů $800 - 1000 \text{ min}^{-1}$ je čas pro příraz již tak krátký, že jeho realizace přináší značné technické problémy. Přitom se na základě dosud provedených prací připouští význam druhého a třetího přírazu - bez praktického významu přírazů dalších. Opět se jedná o oblast dalšího řešení.

Při stanovení základních vztahů, popisujících proces tvorby tkaniny na elementu čela tkaniny vychází většina autorů z tzv. přírazové síly, za kterou je třeba považovat odpor tkaniny paprsku při přírazu útku k čelu tkaniny. Tato přírazová síla dosud nebyla také uspokojivě vyřešena jako funkce času, nebyl stanoven podíl vlivu jednotlivých funkčních mechanismů na její velikost.

Bylo poukázáno i na významný vliv úhlu naklonění paprsku v přírazu (doporučení: $5^{\circ} - 10^{\circ}$) a na nezbytnost rozdíl-

^x) Podle ústního sdělení pracovníků IOT - VEDA Sofia autorovi je 1. příraz u tryskových vzduchových strojů řady P vykonán 60% silou oproti ustálenému stavu. Poměry se vyrovnají 3. - 5. otáčku stroje.

ných napětí liché a sudé soustavy osnovních nití pro dosažení mezní dostavy tkaniny.

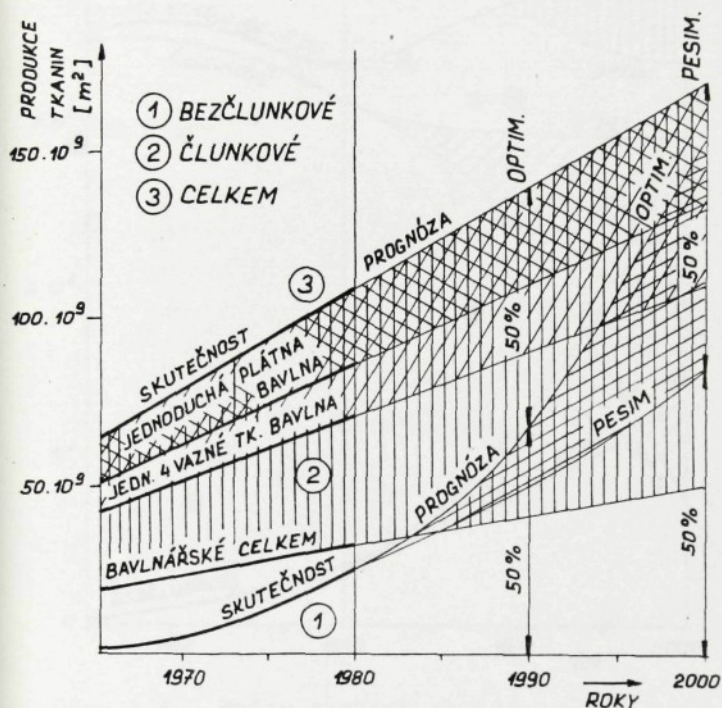
Řada autorů poukazuje na význam geometrie prošlupu, a to nejen z hlediska jeho „čistoty“ pro zanesení útku, nýbrž z hlediska přímého vlivu na vytváření požadovaného úhlu provázání struktury tkaniny.

Vliv na vytváření struktury tkaniny má též napětí v útkové niti, které je dáno především použitým prohozním systémem a rozestupem osnovních nití na tkacím stroji.

Rozhodující význam pro poznání a cílevědomé řízení procesu tvorby tkaniny na tkacím stroji má zóna formování tkaniny, definovaná jako oblast, ve které ještě u tkaniny není dosaženo konstantních vzdáleností mezi útkovými nitmi, tedy rovnosti úhlů provázání β a přirazová proužka, definovaná jako vzdálenost, o kterou se čelo tkaniny posune proti směru přirazu paprskem.

3.3 Současný stav a trendy dalšího vývoje tkacích strojů

Po dlouhých diskuzích o tom, udrží-li si tkaní své významné místo ve výrobě plošných textilií se ukazuje stále



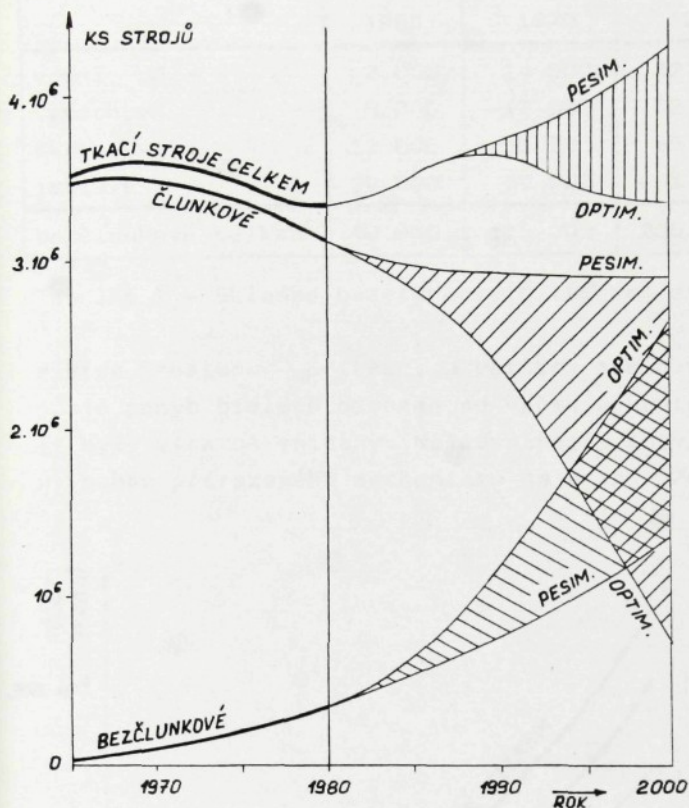
Obr. 3.3 Světová produkce tkanin

ky v období 1965 - 1980 ve světě je uvedena v Tabulce I a znázorněna graficky na obr. 3.5.

Odklon světových výrobců od člunkové tkací techniky byl zřejmý již od světové výstavy textilních strojů ITMA 75 v Miláně [16], potvrzen byl výstavami ITMA 79 v Hannoveru [91], [18] a výstavou ITMA 83 opět v Miláně [37], [21], [35].

^{x)} Optimistická varianta (podle [7], [4]) předpokládá již od roku 1990 výrobu cca 50% celkové světové produkce tkanin na bezčlunkových strojích. Pesimistická varianta předpokládá nahrazení 50% světové produkce tkanin až v roce 2000.

více, že tkaní bude zaujímat i v budoucnu přední místo. Z charakteristiky rozvoje světové produkce tkanin a počtu tkacích strojů ve světě [19] jsou zřejmé pesimistické a optimistické varianty - viz obr. 3.3 a obr. 3.4 s prognózou do roku 2000^{x)}. Bližší specifikace bezčlunkové tkací techniky



Obr. 3.4 Počty tkacích strojů ve světě

V osmdesátých letech stále ještě téměř 40% prodaných strojů činí člunkové tkací stroje [33].

Jak je hodnocen současný stav a trendy dalšího vývoje tkacích strojů do roku 2000 ?

Pilisi [72] potvrzuje postupný zánik člunkové tkací techniky.

U jehlových tkacích strojů se dnes dosahuje podle typu 900-1200 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatka-

ného útku. Při pevných jehlách, kdy nelze překročit 265 cm paprskové šíře není výkon vyšší než $950 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku (UR 1000 fy SACM - T). Při použití ohebných jehel, kdy se mohou navrhovat velké paprskové šíře až do 380 cm je dosažováno 1100 - 1200 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku (fy VAMATEX a SOMET se stroji Master 92; ovšem pro paprskovou šíři 200 cm je výkon pouze $1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$). Možnosti vyšších výkonů jsou podmíněny geometrií prošlupu a pohybem bidlenu. Bidleny jsou měněny nyní téměř všemi výrobci. Mají velmi krátké mečíky, což kromě jiných výhod umožňuje odstranit jejich vedení pod

	1965	1970	1975	1980
vodní	2 000	14 000	32 000	43 000
vzduchové	6 000	17 000	32 000	52 000
skřípcové	12 000	30 000	55 000	85 000
jehlové	20 000	52 000	101 000	170 000
bezčlunkové celkem	40 000	113 000	220 000	350 000

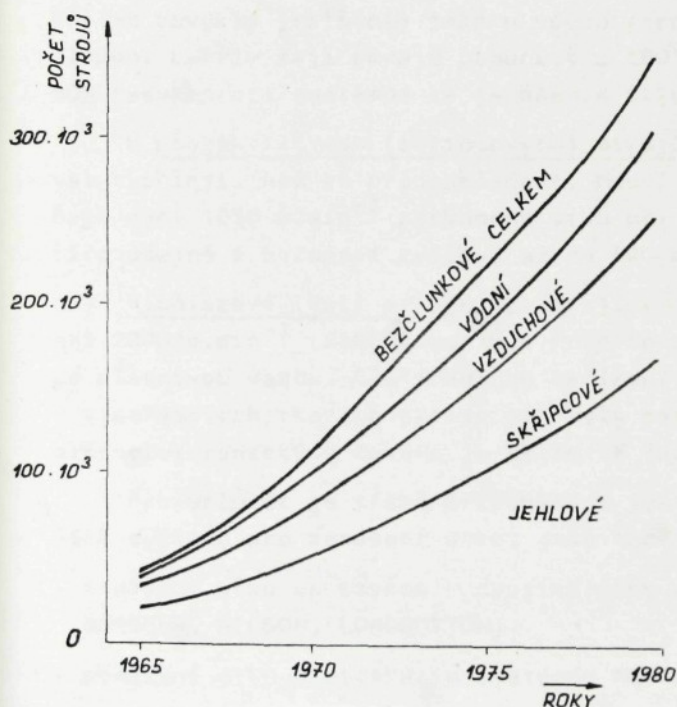
Tabulka I - Skladba bezčlunkových tkacích strojů ve světě

místem prošlupu - přirazu. U většiny jehlových tkacích strojů je pohyb bidlenu odvozen od vaček a kontravaček. Hmotnosti byly výrazně sníženy. Nejedvážnější inovací je jednostranný pohon přirazového mechanismu na stroji PAT fy PICANOL až

pro paprskovou šíři 330 cm. Snížený výkyv paprsku ($120-146^{\circ}$) umožňuje zvýšení úhlu prošlupu.

Vzduchový

prohoz se blíží ke svým hranicím. V současné době je výkon až $1500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku (fy SAURER, SULZER, BONAS, PICANOL). Výsledky docílené při použití řízených trysek umožňují navrhovat paprskové šíře 360 - 400 cm (SULZER, RÜTI, PICANOL).



Obr. 3.5 Skladba bezčlunkových tkacích strojů ve světě

Vodní prohoz je na ústupu. Zadní strana balistické dráhy kapaliny se lehce dotýká vnější vrstvy osnovy, což neumožňuje zvyšovat ani paprskovou šíři nad 230 cm, ani výkon, který nyní dosahuje až $1600 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku (fa NISSAN).

Na základě zveřejněných patentů, které dosud nebyly průmyslově využity, zkonstruovala fa SAURER první dvoufázový tkací stroj. Táhlo zanášení tvoří ozubená tyč vedená po celé své dráze, procházející střídavě do prošlupu vlevo a vpravo. (Oba prošlupy jsou fázově posunuty o 180° . Díky harmonickému pohybu tyče v sinusoidě se docíluje $1\,036 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku. Zrychlení je 110 „g“ a nepřekračuje 140 „g“ při $184 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Při tomto výkonu je rychlost skřipců umístěných na obou koncích tyče $37 - 42 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Dalšími výrobci strojů jsou fa MACKIE a fa ELITEX se stroji OK - PS, OK - HS. Příraz obvyklý (rotační) jako u všech strojů s vlnitým prošlupem. Lamely mají okraje posunuty o 180° . Získá se tak 50% času oproti systémům se zanášením útku jedním prohozem.

U projektilových (skřipcových) strojů se výkon zvyšoval rychleji, než se předpokládalo. Model PS fy SULZER dosahuje nyní $1250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku při 400 cm paprskové šíře údajně s možností zvýšení až na 540 cm.

Vícefázové tkací stroje zatkávají v současnosti více než $2000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ($2160 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$). Princip zatím umožňuje pouze plátňovou vazbu. Elektronická zařízení pro změnu vazby u vícefázových tkacích strojů již byly patentovány, použití mikroelektronických žakárů je zatím ve fázi vývoje.

Pro úplnost je třeba připomenout ještě existenci dalších systémů pro zanášení útku, jako např.:

- zanášení útku ve smyčce - dvojité útky (fy MÜLLER, JÜRGENS, WILSON, LONGBOTTOM)
- zanášení útku pletotkacím systémem METAP
- frontální zanášení útku (fy MAYER, LIBA)
- zanášení útku pletošicím systémem TEXTIMA.

	člunek	skřípec	jehla	voda	vzduch	vícepro- šlup
střední šíře [cm]	350	350	300	220-250	250-280	350
frekvence [otáček min ⁻¹]	240-340	330-360	340-450	700-800	600-750	700-1000
teoret. výkon[útku m.min ⁻¹]	500-750	1300- -1400	900-1200	1500- -2000	1500- -2000	1800- -2800

Tabulka II - Předpokládané výhledové parametry tkacích strojů k časovému horizontu roku 2000

Svatý v práci [80] připomíná význam člunkové tkací techniky pro rozvojové země, potvrzuje stagnaci vodních tryskových strojů. Rychlosti prohozu u vzduchových systémů činí již více než 50 m.s^{-1} , stejně tak i u jehlového prohozu. Lze se však zamyslet nad rychlostí 30 m.s^{-1} a zrychlení až $10\,000 \text{ m.s}^{-2}$ skřípců u strojů fy SULZER.

6 trendů ve vývoji tkacích strojů pro výstavu ITMA 83 postihnul Nosek [64]takto (viz též příloha P 3):

1. Hledání nových tkacích principů
2. Zajištění účelovosti a všestrannosti strojů.
3. Zvyšování výkonů.
4. Snižování energetické náročnosti strojů.
5. Vybavení strojů elektronikou a výpočetní technikou.
6. Mechanizace a robotizace obslužné činnosti.

Kirchenberger [35] hodnotí úroveň tkací techniky na výstavě ITMA 83 z hlediska možnosti jejího nasazení ve výrobě konkrétních sortimentních skupin výrobků (prádlovky, šatovky, vlnářské tkaniny, bytové textilie a technické textilie). Z tohoto netypického, ale účelově zaměřeného hodnocení plynou zejména tyto závěry:

Člunkové tkací stroje i přes vyvrcholení v jejich technické úrovni a možnost nasazení ve všech sortimentních skupinách

mají ekonomické „stop“. Lze očekávat jejich nasazení pouze k doplňování existujících kapacit. Adaptace na jiné systémy zanášení útku není řešením.

Skřipcové tkací stroje představují špičku u fy SULZER - RÜTI (výkon $1250 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zaneseného útku u typu PS), stroje typů PS, PU, PU DIG lze použít pro veškerý sortiment kromě vlasových tkanin. Skupina jehlových strojů byla zastoupena 23 firmami, dalších 5 nevystavovalo. Došlo k zřetelnému nárůstu otáček na $400\text{--}500 \text{ min}^{-1}$ a výkonu až na $1100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku. Stroje se staly všeúčelovými pro plný sortiment tkanin. U tuhých zanašečů směřuje vývoj k vyšším otáčkám při šíři cca 200 cm, při použití ohebných jehel k šířím do 400 cm. Směr tkaní technikou dvojitého prošlupu 2 hladké tkaniny nad sebou současně byl opuštěn, ukazuje se perspektiva dvoufázových tkacích strojů. Zanášení dvojitého útku zatím pro normální zboží přináší spíše problémy, hodí se především pro tkaní některých technických tkanin.

Silně vzrostl zájem textilního průmyslu o vzduchové tryskové tkací stroje (11 výrobců). Tyto stroje po zdokonalení dosahují již $600\text{--}700 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ (až $1200 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku) nezávisle na tkací šíři (až nad 350 cm). Rozšířila se možnost jejich nasazení hlavně možnostmi směšovací a čtyřbarevné útkové záměry. Podobný cíl se sleduje aplikacemi se žakárem pro vysoké otáčky a vývojem tkacích strojů pro vlasové tkaniny. Všeobecně lze u těchto systémů konstatovat, že hlavní tryska slouží již jen k urychlení útkové nitě na vstupu do prošlupu, další transport zajišťují štafetové trysky. Hlavní tryska může být umístěna pevně ke kostře stroje (ZVS - INVESTA) nebo se může pohybovat s bidlem (PICANOL, RÜTI, TOYODA). Vzdálenost mezi štafetovými tryskami činí 10-20 mm. Provozování těchto strojů je charakterizováno vytvářením velkých skupin a malými změnami tkaného sortimentu. Pracují tiše a patří ke strojům s nejpříznivějšími pracovními podmínkami („Arbeitsplatzfrendlich“). Energeticky se jedná o stroje s podstatně vyšší spotřebou než ostatní systémy.

Víceprošlupní systémy se v principu nezměnily, rozdíl-
ná je funkce zařízení na bidle, které je u fy NUOVO PIGNOLE
koncipováno jako rotační, u fy STROJIMPORT jako oběžné
a u fy TEXTIMA stacionární. Z hlediska použití jsou možné
aplikace nadále v lehkých masových artiklech ze staplových
přízí, bavlnářského charakteru.

Z ostatních speciálních postupů tkaní se pro průmyslo-
vé uplatnění jeví jako vhodný systém pletotkaní METAP.

Horn [21] potvrzuje ústup člunkových a vodních trysko-
vých tkacích strojů. Uvádí přehled tkacích strojů vystavo-
vaných na ITMA 83 podle výrobců a technických parametrů
(příloha P 1).

Překvapil prudký nárůst výkonů vzduchových tkacích
strojů - teoretický výkon $1500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku, tka-
ní dvojitých plyšů a smyčkových tkanin (GÜNNE). Mísící zá-
měna patří ke standardnímu vybavení, nově se objevili tři
výrobci se dvoubarevnou a dva se čtyřbarevnou záměnou útku.
Běžným se stává řízení vzduchového prohozu a dalších funkcí
stroje mikroprocesorem, rozšiřují se elektrické osnovní re-
gulátory, bylo ukázáno původní řešení plynového kompenzáto-
ru napětí osnovy a polohy osnovní svůrky (BONAS).

Pozoruhodné je i 10% zvýšení výkonu skřípcových tkacích
strojů fy SULZER. Nově byl předveden stroj typu PU široký
 189 cm s frekvencí otáček 400 min^{-1} . Pokračuje trend vývoje
řízení funkcí stroje a monitorování základních provozních
údajů, zejména pak rozšiřování použitelnosti, zvyšování kva-
lity tkaniny. Pozornost je věnována i ergonomickým problé-
mům - řešení prašnosti a snižování hladiny hluku.

Jehlové tkací stroje se stávají universálními stroji
z hlediska sortimentu vyráběných tkanin. Špičkoví výrobci
(SOMET, SAURER, VAMATEX) překročili hranici $1000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
zatkaného útku. Rozšiřuje se řízení funkcí stroje včetně
prošlupu a barevné záměny mikroprocesorem.

Hodnocení ATME 85 (podle [38]) v podstatě potvrdilo trendy světové výstavy ITMA 83 s dalším zvýšením výkonu. V oblasti tvorby tkaniny nepřinesla výstava žádné podstatné změny.

Celkově lze shrnout současný stav tkací techniky k časovému horizontu r. 1983 a trendy dalšího vývoje takto:

- člunková tkací technika ustupuje, stejně tak je na ústupu systém vodního prohozu,
- došlo k růstu výkonů (v porovnání s ITMA 79):

a) vzduchových tkacích strojů

až na 1500 m zatkaného útku. min^{-1} , frekvence otáček až 700 min^{-1} , šíře až 400 cm (rychlosti prohozu činí již více než 50 m.s^{-1}),

b) jehlových tkacích strojů

až na 1200 m zatkaného útku. min^{-1} , šíře až 400 cm u ohebných a 200 cm u tuhých jehel (rychlosti prohozu také více než 50 m.s^{-1}),

c) skřipcových tkacích strojů

o cca 10% (nevýrazný nárůst), zvýšení universálnosti a spolehlivosti strojů (zrychlení skřipce již více než 10 000 m.s^{-2})

Zvýšení výkonů sebou přináší pro vysoké frekvence otáček problémy nejen strojího charakteru, ale i problémy v procesu vytváření tkanin (namáhání textilního materiálu, přetrhovost, útková pruhovitost při zastavení stroje, ...),

- víceprošlupní systémy dosud nesplňují z hlediska výkonu očekávání - výkon současných strojů kolem 2000 m.min^{-1} zaneseného útku,
- neobjevil se žádný nový systém vytváření tkaniny,
- za zajímavé lze z hlediska výkonu považovat dvoufázové tkací stroje (více než 1000 m.min zatkaného útku),
- u všech typů strojů je snaha po zvýšení jejich použitel-

nosti z hlediska možnosti vzorování sortimentu vyráběných tkanin,

- pokračuje elektronizace strojů
- očekává se další snižování energetické náročnosti strojů
- očekává se řešení pracovního prostředí a hygieny práce.

3.4 Souhrn poznatků

Z provedeného rozboru současného stavu problematiky procesu tvorby tkaniny na tkacích strojích, současné úrovně tkacích strojů a očekávaného vývoje, lze učinit následující souhrn:

1. Ve výrobovém sortimentu textilií zaujímají tkaniny neustále dominující postavení - cca 70 - 75% celkové současné světové produkce (vyjádřeno v jednotkách hmotnosti). Toto postavení si udrží i nadále.
2. Ve vazbě na dominující postavení tkanin výrobového sortimentu plošných textilií si své významné postavení udrží i tkací technika, u níž se očekává další vývoj v ČSSR i ve světě ^x).
3. Po výrazném zvýšení výkonů, zejména u vzduchových a jehlových tkacích strojů a po dalším rozšíření jejich použitelnosti vzhledem ke zpracovávanému materiálu i vzhledem k novým možnostem vzorování a kvalitě tkanin k časovému horizontu r. 1983 (ITMA) a r. 1984 (ATME) se z hlediska konstrukce strojů neočekávají do výstavy ITMA 87 a r.2000 principiální změny používaných funkčních mechanismů prohozu, prošlupu a přírazu. Základní technologické funkce tkacích strojů zůstanou i nadále zacho-

^x) Vývoj tkacích strojů v ČSSR a ve světě nelze oddělovat, poněvadž čs. výrobci - podniky GŘ ELITEX a GŘ ZVS - dodávají pro potřebu textilního průmyslu ČSSR pouze cca 10% výroby. Zbývajících 90% je určeno pro vývoz (sdělení odborného aktivu COS tkalcovské v r. 1984 v Hradci Králové).

vány (otevření prošlupu, zanesení útkové nitě, zavření prošlupu, příraz útku). Tkaní „bez přírazu“ má omezení v reálných podmínkách geometrie prošlupu. Další postupný vývoj bude možný zejména optimalizací tkacího procesu, což předpokládá znalost procesu tvorby tkanin a systémový komplexní přístup k řešení.

4. Je možné očekávat, že další vývoj tkací techniky bude orientován zejména:

- a) ke zvýšenému výkonu a spolehlivosti strojů,
- b) k rozšíření použitelnosti tkací techniky ve vztahu ke zpracovávanému materiálu i ve vztahu k možnostem vzorování a kvalitě tkanin.

Vývoj se očekává též v oblasti ergonomie, hygieny práce, elektronizace strojů a snižování jejich energetické náročnosti.

5. Spolehlivost tkaní (tkaní „bez chyb“) je třeba řešit především:

- a) ve vztahu ke zpracovávanému materiálu,
- b) ve vztahu k základním uzlům tkacího stroje.

Součástí řešení bude problematika diagnostiky, jako organické součásti elektronizace tkacího stroje ve vztahu k parametrům, charakterizujícím spolehlivost:

- procesu tvorby tkanin,
- jednotlivých uzlů tkacího stroje i stroje jako celku.

6. Dosavadní výzkum v oblasti interakce typu 12 - „textilie - stroj“ není programově orientovaný. Ukazuje se nezbytnost systematického týmového řešení specialistů -
- textilních technologů (většina dosavadních prací začíná a končí u textilního materiálu) a konstruktérů tkacích strojů. Roztříštěnost prací i zájmů zatím nedává předpoklady k exaktní formulaci základních zákonů procesu tvorby tkanin.

7. Ukazuje se, že za významné parametry z hlediska konstrukce a struktury tkaniny lze považovat:

- výšku zvlnění osnovních a útkových nití
- jemnost osnovních a útkových nití
- dostavu tkaniny po osnově a po útku.

Za významné parametry z hlediska procesu tvorby tkaniny jsou považovány:

- geometrie provázání tkaniny a geometrie prošlupu
- deformační, relaxační a třecí charakteristiky materiálu
- napětí osnovních a útkových nití

4. CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

Vědecko-technický rozvoj lze definovat [3] jako objekt s dvěma samostatnými subsystémy:

- a) funkčním, jehož výstupy tvoří nové poznatky v oblasti
 - poznávací: rozvoj vědy a základní výzkum
 - komplexní prognózování
 - vyhledávací výzkum
 - operační výzkum
 - tvorba koncepcí rozvoje oboru
 - řešitelské: průzkum
 - výzkum
 - vývoj včetně ověřování
 - příprava a osvojení výroby
- b) strukturním, daným potenciálem organizací VVZ.

Jedním z hlavních nástrojů zvědečtění systému řízení vědecko-technického rozvoje je prognózování, umožňující na vědeckém základě předvidat strukturální změny vyvolané rozvojem vědy a techniky. V systému prognózování má své důležité místo vyhledávací výzkum - vědecky a systémově organizovaná činnost pro hledání možných variant řešení dalšího rozvoje. Vyhledávací výzkum vedle vlastního zvědečtění práce a zvýšení technické úrovně řešení budoucích úkolů RVT může zvýšit i celkovou úspěšnost výzkumné a vývojové etapy, snížit rizika, zkrátit časový průběh inovačního cyklu. Organizací i konkrétním řešením vyhledávacího výzkumu se zabývají kromě vědecko-výzkumné základny vedoucí pracoviště vědecko-technického rozvoje. Otázky vývoje tkací techniky patří v širších souvislostech do třech z nich, a to

VP VTR KVÚ Elitex

VP VTR VÚB Ústí nad Orlicí

VP VTR SVÚT.

Předkládaná disertační práce byla zpracována jako materiál VP VTR SVÚT.

Cílem řešení práce je z mezioborového hlediska (ve vztahu textilní technologie a konstrukce textilních strojů)

- 1) posoudit dosavadní vývoj tkací techniky a existující názory na jeho orientaci systémově z hlediska struktury tkaniny (finálního produktu) - výsledku procesu tvorby tkaniny na tkacím stroji a příčiny jejich užitných vlastností, ve vztahu k existujícím, zejména po výstavě ITMA 83 vysloveným prognózám
- 2) metodicky zpracovat návrh systému, ve kterém by další vývoj v logické vazbě na výrobu a spotřebu tkanin jako rozhodujícího výsledku výroby probíhal
- 3) vytvořit názor na další směr vývoje tkacích strojů s ohledem na proces výroby tkaniny - ve vzájemné interakci textilního materiálu a pracovních, funkčních mechanismů tkacího stroje.

Jen systémový přístup přispěje k zodpovězení otázky kam účelně směřovat další vývoj tkacích strojů, které se stávají stále technicky složitější a ekonomicky náročnější v oboru, kde je třeba respektovat technologická hlediska uživatelů, ale současně řešit složité problémy strojírenské - konstrukční i technologické.

5. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Při řešení disertační práce je použito po úvodní analýze zveřejněných teoretických a experimentálních poznatků normativního způsobu tvůrčího myšlení, které reprezentuje v metodice hodnotové analýzy ^{x)} funkční analýza předmětu řešení - principů tkaní.

Teoretická analýza systému vzájemné interakce typu „surovina - stroj“ byla provedena s využitím autorem získaných výzkumných poznatků a logických úvah. Výsledkem této části jsou dva inverzní způsoby řešení problematiky otázek vývoje tkacích strojů se zřetelem k procesu tvorby tkaniny, a to:

- a) řešení ve směru „surovina - stroj“, vycházející z funkční analýzy umožňující po provedené indukci - dedukčním postupem kreativity vytváření inovačních řádů až sedmého řádu (změny principu).
Proces tvorby tkaniny je v této části sledován ve vztahu k přírazovému mechanismu, analyticky je posuzován lisovací a rázový účinek přírazu.
- b) řešení ve směru „stroj - surovina“ přinášející řešení nižších inovačních řádů charakteru zdokonalování a optimalizace existujících systémů jejich analýzou a následnou syntézou. Je aplikována a rozvinuta strukturální analýza a syntéza kloubových mechanismů, navržen postup využití výpočetní techniky pro systematickou klasifikaci kloubových mechanismů. Ve druhé části je pak provedeno posouzení možností zvyšování výkonu jednodušších tkacích strojů analýzou kinematiky prohozního systému.
Provedené experimenty (viz přílohy P 4, P 5) nejsou při řešení využity, jejich zhodnocení v kontextu s předkládanou prací je provedeno v části 6.

^{x)} Hodnotová analýza je definována jako systémově orientovaný komplex metod, jejichž smyslem je hledat a navrhnout zlepšená nebo principiálně nová řešení funkce analyzovaného předmětu řešení. Řešení vyžaduje interdisciplinární přístup, v praxi se s úspěchem využívá týmové práce.

5.1 Proces tvorby tkaniny ve vztahu „surovina - stroj“

Základní pojmy, funkční analýza

Výroba v tkalcovných je zaměřena na vytváření tkanin předepsané konstrukce a struktury. Struktura tkaniny - produkt výroby a příčina užitných vlastností výrobku byla již definována na str. 8 jako „výsledné složení a vnitřní uspořádání vláknenné soustavy, včetně vzájemného působení elementů“. Je vytvářena, jako rozhodující výrobní činitel, vzájemnou interakcí typu 12, tedy „tkací stroj - textilní surovina“ (viz obr. 1.2) při součinu všech výrobních činitelů systému výrobní jednotky.

Konkrétně je tkanina tvořena z geometrického hlediska dvěma kolmými soustavami podélných (osnovních) a příčných (útkových) nití spojených vzájemným provázáním - vazbou.

Proces vytváření tkaniny se děje na tkacím stroji tak, že pracovní nástroje (funkční mechanismy) realizují již od prvopočátku tkání známé čtyři technologické fáze.

1. otevření prošlupu

Mechanismus prošlupního ústrojí pomocí tkacích listů s nitěnkami rozevírá soustavu osnovních nití a vytváří klínovitý prostor - prošlup - pro zanesení útkové nitě.

2. zanesení útku

Do otevřeného prošlupu je pomocí zanašeče (člunek, skřípec, jehla, voda nebo vzduch) uložena po celé šířce stroje útková nit

3. zavření prošlupu

Po uložení útkové nitě do prošlupu se tkací listy pohybují opačným směrem a procházejí přes základní polohu - zástup (osnovní nitě v jedné rovině) - do druhé krajní polohy, čímž vzniká provázání útkové nitě se soustavou nití osnovních

4. příraz útku

Přírazem prováděným přírazovým mechanismem (pohyb kyvný,

komplanární nebo rotační) dojde k přemístění útkové nitě do čela tkaniny a k jeho „zatlačení“ do tkaniny. Paprsek - funkční část přírazového mechanismu má ještě druhou funkci - udržuje osnovní nitě v předepsaných vzdálenostech.

Z uvedeného plyne, že tkací stroj obecně vytváří tkaninu prostřednictvím třech tkacích nástrojů (funkčních mechanismů) ve vzájemné součinnosti. Těmito funkčními mechanismy jsou:

- prošlupní mechanismus
- prohozní mechanismus
- přírazový mechanismus.

Základním stavebním kamenem každé tkaniny je tzv. „vazná buňka“, tvořená jedním překřížením osnovní a útkové nitě (obr. 5.1), ve které platí podle kap. 3.1 vztahy

$$p_o = \frac{1}{D_o} \qquad p_u = \frac{1}{D_u}$$

Historicky existuje v procesu tvorby tkaniny základní rozpor v její nevyváženosti. Osnova a útek jsou provazovány za různých podmínek: osnova - soustava nití, útek - jedna niť. Útkovou niť je třeba dopravit po celé šířce stroje prošlupem mezi osnovními nitěmi. Prohoz je časově náročný a je limitujícím prvkem výkonu tkacích strojů. Existence uvedeného základního rozporu je zřejmá u všech typů jednoprošlupních tkacích strojů od nejstarších ručních po dnešní moderní stroje (obr. 5.2).

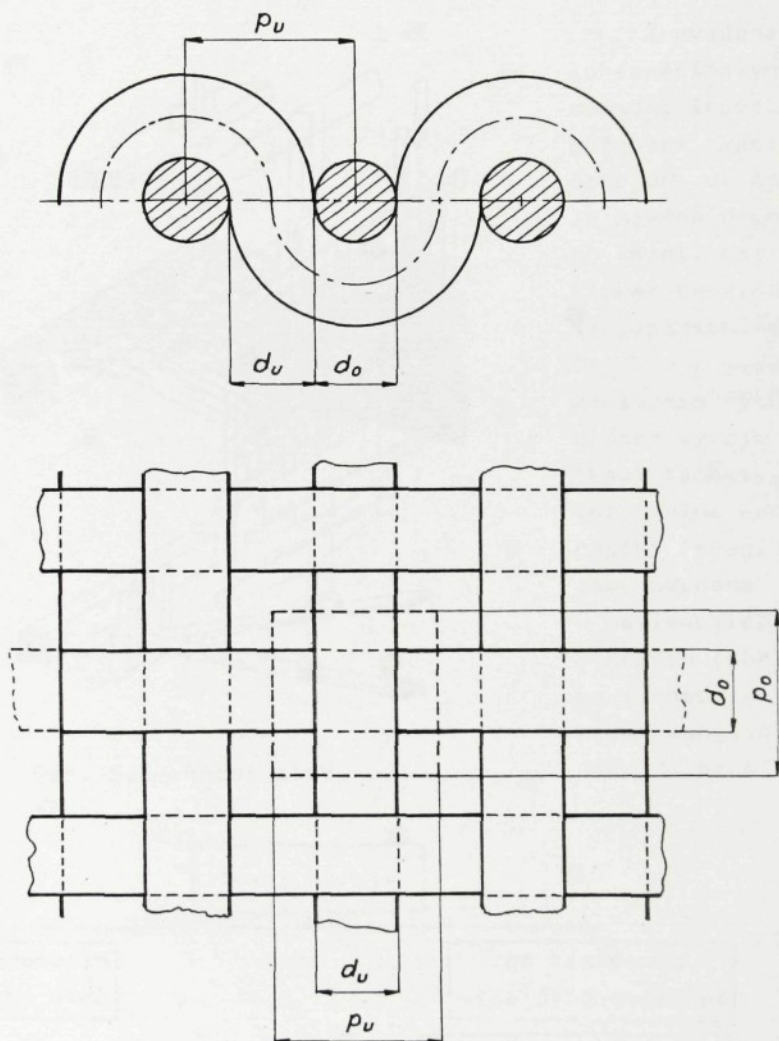
Posuďme nyní proces vytváření tkaniny pomocí funkční analýzy.^{x)} Proces vytváření tkaniny tkacím strojem (jeho

^{x)} Hlavním předpokladem každého tvořivého procesu je správné pochopení podstaty problému. To je základní obecně formulovaný princip, který v metodice hodnotové analýzy nabývá zvláštní formy. Základem funkční analýzy není rozbor jevo-
vé stránky předmětu analýzy, tedy analýza z konstrukčního
či tvarového hlediska, z hlediska výrobního nebo materiá-
lového, nýbrž analýza z hlediska primárního, funkčního,
z hlediska podstaty jevu. Metodickým základem je transfor-
mace konkrétní formy řešení do jeho obecné zastupitelné
polohy pomocí definice funkce. Skutečně správná definice
funkce, založená na dokonalém zobecnění je základním prv-
kem tzv. normativního způsobu tvůrčího myšlení. Umožňuje
zcela logicky kvalitativně nejvyšší řešení až na úrovni
inovací sedmého řádu - změn principů u nových řešení.

třemi funkčními nástroji) nahradíme maximálně zobecněnou funkcí stroje

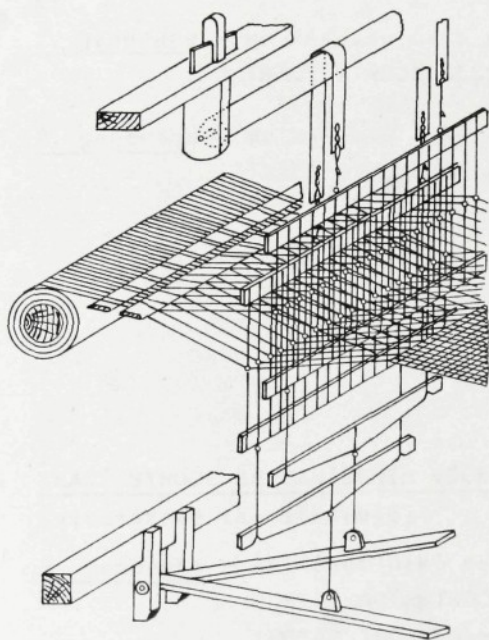
„vytváří vazné buňky“.

Další, doplňující funkce nejsou brány při koncepčním řešení



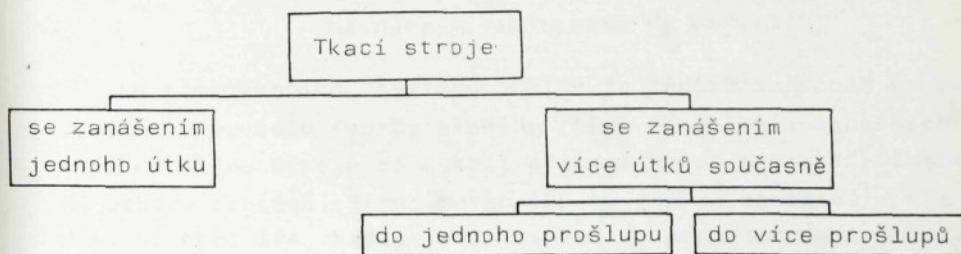
Obr. 5.1 Vazná buňka tkaniny

v úvahu. Tato hlavní funkce připouští vytváření vazných buněk tkaniny následně i současně, dovoluje tedy v každém časovém okamžiku současně realizovat jeden nebo více prošlupů, jeden nebo více přírazů a zanášet do prošlupů jeden nebo více útků. Vždy však musí být respektovány čtyři základní technologické fáze tkání a jejich následnost.



Obr. 5.2 Ruční stav

Z uvedeného zobecnění plynou zásadní inovační možnosti tkacích strojů - ve smyslu nových principů tkání. Lze získat množinu koncepčních řešení, která jsou základním východiskem vývoje tkací techniky. Tato možná koncepční řešení jsou uvedena v následujícím schématu (obr.5.3); za východisko je bráno zanášení útku do prošlupu.



Obr. 5.3 Základní principy tkání

Je zřejmé, že uvedené schema sestavené na základě funkční analýzy a návrhy systémů splňující hlavní funkci tkacího stroje „vytváří vazné buňky“ odpovídá také dnešnímu pohledu na základní členění tkacích strojů ve smyslu generací:

A. TKACÍ STROJE SE ZANÁŠENÍM JEDNOHO ÚTKU

(jednofázové tkací stroje)

1. generace - se zásobou útku na zanašeči

TKACÍ STROJE ČLUNKOVÉ

2. generace - se zásobou útku mimo stroj

TKACÍ STROJE SE SKŘÍPCOVÝM ZANAŠEČEM

S JEHLOVÝM ZANAŠEČEM

a) tuhé jehly

b) ohebné jehly

S TEKUTINOVÝM ZANAŠEČEM

a) vzduchové

b) vodní

B. TKACÍ STROJE SE ZANÁŠENÍM VÍCE ÚTKŮ SOUČASNĚ

(vícefázové tkací stroje)

3. generace - zanášení útků do jednoho prošlupu

PLETOTKACÍ STROJE

(METAP 160 - viz schéma na obr. 5.4)

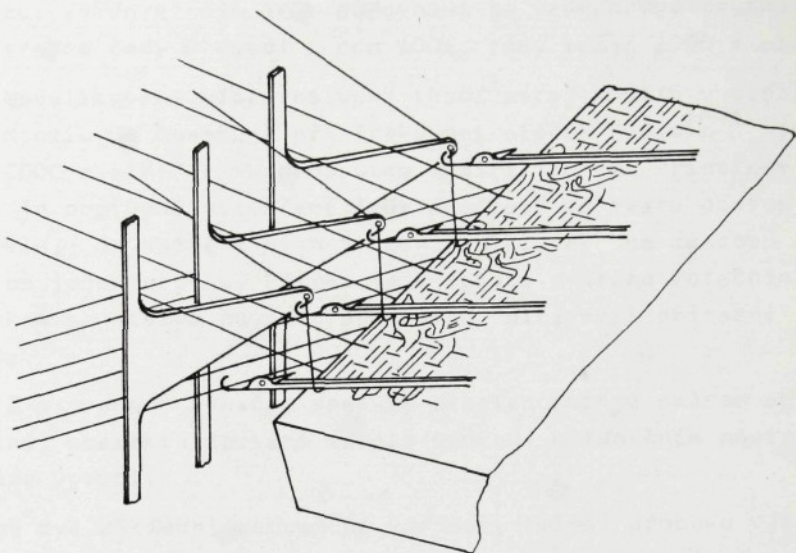
- zanášení útků do většího počtu prošlupů

VÍCEPROŠLUPNÍ STROJE

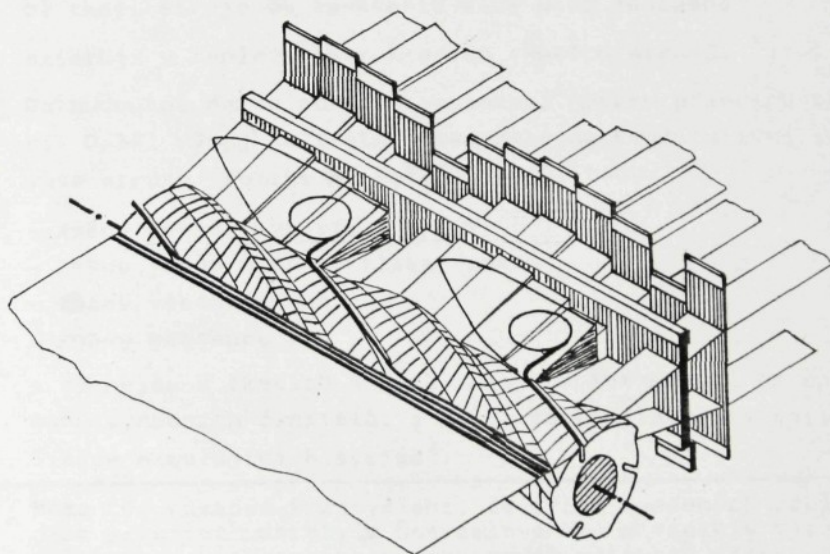
(KONTIS C4 - rotační paprsek se stálým

návodem - viz schéma na obr. 5.5)

U pletotkacího systému METAP je základní rozpor v nevyváženém procesu tvorby tkaniny řešen rozdělením osnovních nití po šířce stroje do sekcí, přičemž každá sekce má vlastní útkový zanašeč. Stroj Metap 160 má těchto zanašečů - kladečích jehel 324, každá jehla zanese do prošlupu za 1 obrátku jeden dvojútek, jehož délka je cca 16 mm. Odvíjecí



Obr. 5.4 Schéma činnosti pletotkacího stroje METAP 160



Obr. 5.5 Schéma činnosti víceprošlupního tkacího stroje KONTIS C4 - rotační paprsek se stálým návodem

rychlost útků se snižuje $\frac{324}{2} = 162$ krát, tedy na minimální hodnotu. Výkon stroje je v porovnání se vzduchovým tryskovým strojem řady P vyšší o cca 100%, tedy téměř $2000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Novelizovaný víceprošlupní tkací stroj KONTIS v modifikaci Kontis C4 dosahuje při frekvenci otáček $600 \cdot \text{min}^{-1}$ výkonu $2000 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku v šíři 330 cm. Principem tkaní je postupné vytváření řady prošlupů ve tvaru postupných vln; do každé z nich je zanášen člunek se zásobou útku na jeden prohoz. Příraz je u tohoto systému rotačním paprskem se stálým návodem osnovních nití mezi přírazné lamely.

Z provedené funkční analýzy tkacích strojů směrem od tkaniny, charakterizované vaznou buňkou, k funkčním nástrojům lze vyvodit:

1) Obě dvě základní koncepční varianty řešení procesu vytváření tkaniny na úrovni sedmého inovačního řádu (změny principu):

- a) tkací stroje se zanášením jednoho útku
 - b) tkací stroje se zanášením více útků současně
- existují v reálných strukturách tkacích strojů. ^{x)}

2) Do budoucna nelze očekávat nalezení nového principu tkaní. Další vývoj je třeba orientovat na kvalitativní inovace strojů třetího až šestého řádu, tedy

- změny vnější kvality
- změny jedné nebo několika funkcí
- změny všech funkcí
- změny koncepce

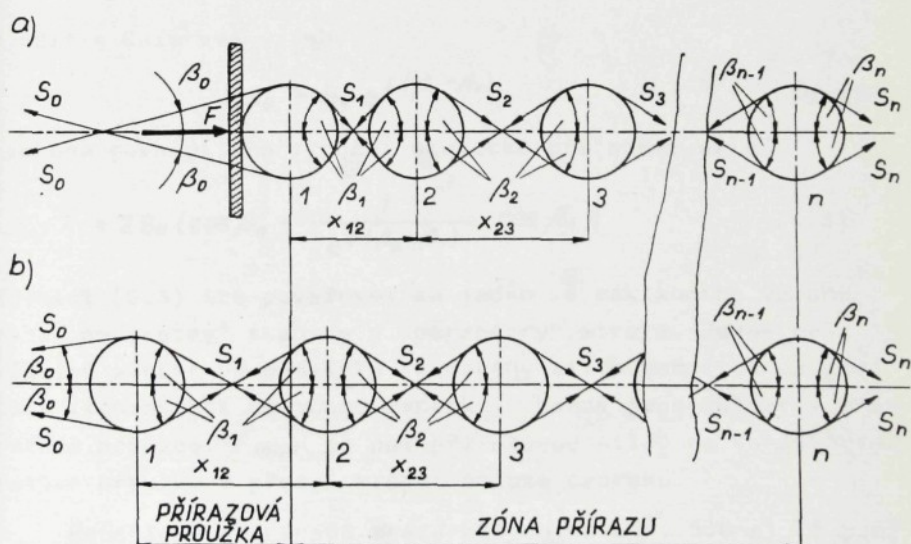
a to nejen u tkacích strojů, ale komplexně v plném rozsahu výrobních činitelů, s cílem zdokonalování a optimalizace existujících systémů.

^{x)} Může být důvodem k zamyšlení, že tři z uvedených základních principů vznikly v Československu a vznikly v technologicky orientovaných výzkumných ústavech (tryskové tkaní - bývalý Výzkumný ústav textilní technologie Liberec, pletotkaní - Státní výzkumný ústav textilní Liberec, víceprošlupní tkaní - Výzkumný ústav bavlnářský v Ústí nad Orlicí)

Lisovací účinky přirazu, přirazová proužka, zóna přirazu

Vraťme se nyní ještě k procesu tvorby tkaniny ve vztahu k možnému posouzení lisovacího a rázového účinku přirazových mechanismů.

V některých odborných studiích např. Aleksejeva ale i dalších se objevuje hypotéza, že při přirazu útku do tkaniny dochází k deformaci tkaniny i bidlenu i k posunutí elementu tkaniny jako celku, střídavě s posunutím útku po osnově. Tato hypotéza podporuje názor, že dosavadní, většinou odborné veřejnosti akceptovaný rázový model tvorby tkaniny nemusí být plně opodstatněný. Do popředí se za tohoto předpokladu nutně dostává otázka bezrázového přirazu útku (bezrázové tvorby tkaniny) např. „přirazem“ útku rotačním paprskem s tzv. lisovacím účinkem. Provázání se pak děje při silových poměrech, které se blíží statickým podmínkám. Tím problematika statických poměrů při přirazu útku do tkaniny nabývá důležitosti ve vztahu k vytváření požadované struktury.



Obr. 5.6 Statické poměry na čele tkaniny při a po přirazu

Na obr. 5.6 jsou znázorněny schematicky dvě základní situace, ke kterým dochází při přirazu útkové nitě 1 paprskem (za předpokladu pohybu útkových nití po osnovních nitích). Při řešení přijmeme pro zjednodušení předpoklady omezující chování textilního materiálu v útku i v osnově. Nítě budou považovány za nehmotné, neprodloužitelné a dokonale ohebné stálého kruhového průřezu. Průměty útkové a osnovní niťové soustavy do tkací roviny xz jsou navzájem kolmé, přirazová síla F , která je reakcí odporu tkaniny proti pohybu paprsku, působí v ose x , zavedeného pravotočivého pravoúhlého souřadného systému $Oxyz$. Obr. 5.6 a) je situací, kdy paprsek je v přední krajní poloze, na obr. 5.6 b) se paprsek vrací do zadní krajní polohy a není již v kontaktu s útkem 1, tedy s čelem tkaniny.

Uvolníme-li element čela tkaniny, tvořený útkem 1, horní a dolní osnovní nití, od tkaniny připojením osových sil S_0 , S_1 pak z rovnice statické rovnováhy do osy x podle obr. 5.6 a) ve tvaru

$$F - 2S_0 \cos \beta_0 + 2S_1 \cos \beta_1 = 0 \quad (5.1)$$

použitím Eulerova vztahu

$$S_0 = S_1 e^{f(\beta_0 + \beta_1)} \quad (5.2)$$

získáme rovnici pro výpočet statické přirazové síly

$$F = 2S_0 \left(\cos \beta_0 - \frac{1}{e^{f(\beta_0 + \beta_1)}} \cos \beta_1 \right) \quad (5.3)$$

Rovnici (5.3) lze považovat za jeden ze základních vztahů mezi „parametry“ tkaniny a „parametry“ stroje. Jedná se vlastně o obecnou podmínku rovnováhy sil působících na útek čela tkaniny při působení paprsku v každé jeho poloze v přirazové proužce. F_{max} je pak přirazovou silou na konci přirazové proužky v přední krajní poloze paprsku.

Řešení obou případů znázorněných na obr. 5.6 a), 5.6.b) jsou řešeními dvou základních úloh statiky, kdy

1. hledáme velikost síly F pro dosažení rovnováhy elementu čela tkaniny v předepsané poloze,
2. hledáme polohu elementu čela tkaniny takovou, aby působící síly byly v rovnováze.

Pro případ 5.6 a) platí

$$\beta_1 > \beta_2 > \beta_3 > \dots > \beta_n$$

$$x_{12} < x_{23} < x_{34} < \dots < x_{n-1,n}$$

Pro případ 5.6 b) platí

$$\beta_1 < \beta_2 < \beta_3 < \dots < \beta_n$$

$$x_{12} > x_{23} > x_{34} > \dots > x_{n-1,n}$$

Z geometrie provázání tkaniny lze vyjádřit míru x_{12} z rovnice

$$x_{12} = \frac{d_u (\sin^2 \beta_1 + \cos^2 \beta_1)}{2 \sin \beta_1} + \frac{d_u (\sin^2 \beta_2 + \cos^2 \beta_2)}{\beta_2} \quad (5.4)$$

kde d_u značí průměr útkové nitě. Analogicky se stanoví míry x_{23} , ..., $x_{n-1,n}$.

Otevřeným problémem pro naznačené výpočty zůstává stanovení velikosti zóny přírazu, tedy stanovení útku n pro který platí $\beta_{n-1} \doteq \beta_n$ a $S_{n-1} \doteq S_n$. Při řešení vyjděme ze situace obr. 5.6 b) a stanovme podmínku statické rovnováhy i -tého elementu tkaniny podle obr. 5.7.

Rovnice statické rovnováhy i -tého elementu útku má tvar

$$2 S_i \cos \beta_i - 2 S_{i-1} \cos \beta_{i-1} = 0 \quad (5.5)$$

Poněvadž $S_i > S_{i-1}$ dostaneme po dosazení za S_{i-1} a úpravě

$$S_i \left(\cos \beta_i - \frac{\cos \beta_{i-1}}{e^{f(\beta_{i-1} + \beta_i)}} \right) = 0 \quad (5.6)$$

V rovnici (5.6) platí $S_i \neq 0$, pak

$$\cos \beta_i = \frac{\cos \beta_{i-1}}{e^{f(\beta_{i-1} + \beta_i)}} \quad (5.7)$$

což je základní obecná podmínka statické rovnováhy sil působících na i -tý element tkaniny.

Pro nalezení algoritmu řešení transcendentní rovnice (5.7) provedeme úpravu zavedením konstant $\Phi (C_1, C_2, C_3, \dots, C_i, \dots, C_{n-1}, C_n)$ a $\varphi (C'_1, C'_2, C'_3, \dots, C'_i, \dots, C'_{n-1}, C'_n)$, tedy

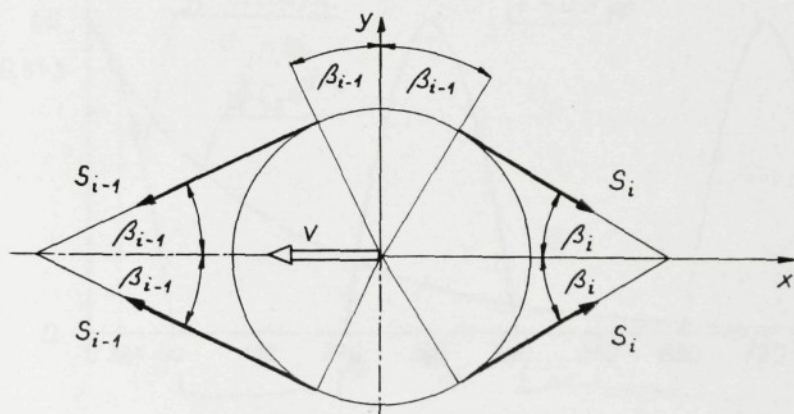
$$C_i = e^{f(\beta_{i-1})} \quad (5.8)$$

$$C'_i = \cos \beta_{i-1} \quad (5.9)$$

do tvaru

$$C_i \cos \beta_i = C'_i e^{-f\beta_i} \quad (5.10)$$

Řešení lze s výhodou provádět využitím výpočetní techniky,

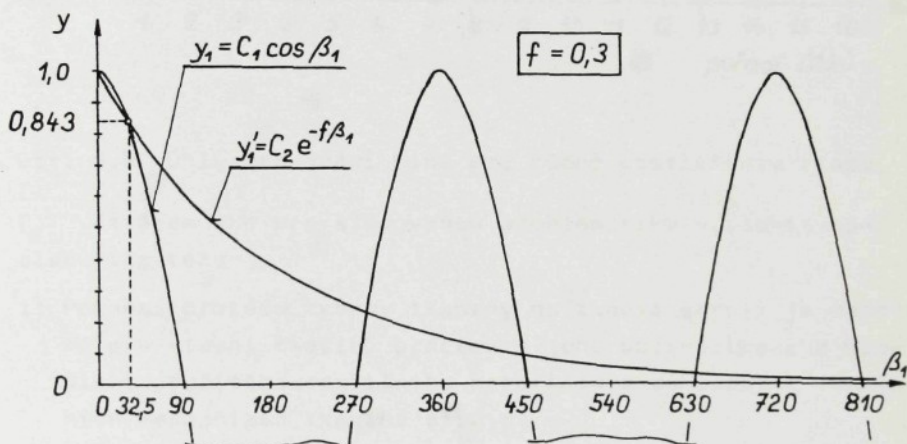


Obr. 5.7 Úhly provázání i -tého elementu útku

v zásadě však jde o vyhledání průsečíků cosinusovky $y_i = C_i \cos \beta_i$ a exponenciální křivky $y'_i = C'_i e^{-f\beta_i}$.

Na obr. 5.8 je provedeno řešení rovnice (5.10) pro první útek přírazové zóny (čela tkaniny), při proslupním úhlu $\beta_0 = 0^\circ$ a koeficientu tření $f = 0,3$. Fyzikální význam má v uvedeném případě pouze první průsečík obou křivek, v naznačeném případě pro úhel $\beta_1 = 32,5^\circ$, kde platí

$y_1 = y'_1 = 0,843$. Obdobným způsobem lze pak při znalosti prvního úhlu provázání β_1 určit pomocí rovnice (5.10) postupně další úhly provázání $\beta_2, \beta_3, \dots, \beta_i, \dots, \beta_{n-1}, \beta_n$. Řešení pro různé koeficienty tření $f = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$ při $\beta_0 \approx 0^\circ$ je zřejmé z grafického znázornění na obr. 5.9. Na obr. 5.9 se nejedná o graf, platnost má pouze pro naznačené izolované body. Provedené spojnice jednotlivých řešení jsou ilustrativními čarami, aby lépe vynikla existující asymptotická závislost k hodnotě $\beta = 90^\circ$. Z obr. 5.9 vyplývá důležitost koeficientu tření f pro stanovení zóny přírazu a odvozeně i pro stabilitu struktury vytvořené tkaniny.

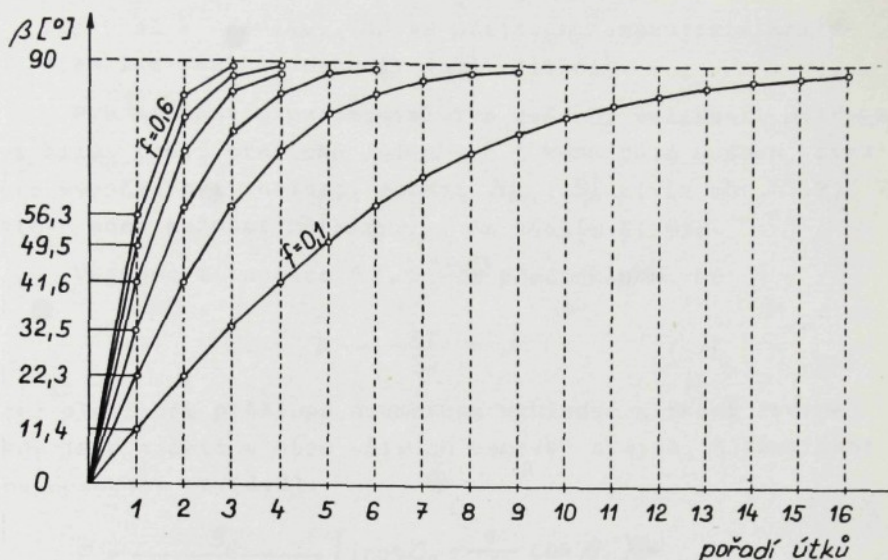


Obr. 5.8 Grafické řešení rovnice

Nárůst prvního provazujícího úhlu β_1 s rostoucím koeficientem tření f při prošlupném úhlu $\beta_0 = 0^\circ$ je zřejmý z následující tabulky

f	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$\beta_1, [^\circ]$	11,4	22,3	32,5	41,6	49,5	56,3

Z naznačeného řešení je zřejmé, že k vymezení velikosti přírazové zóny je nezbytné přijmout omezující kritérium.



Obr. 5.9 Úhly provázání útků pro různé koeficienty tření

Závěrem lze pro sledovanou problematiku vyslovit následující téze:

- 1) Poznání procesu tvorby tkaniny na tkacím stroji je nezbytné pro řízení tkacího procesu a jeho optimalizaci z hlediska použitého textilního materiálu a základních funkčních mechanismů tkacího stroje.
- 2) I když je proces tvorby tkaniny v zásadě problémem dynamickým, lze v konkrétních případech připustit řešení statických silových poměrů při tkání.
- 3) Rozhodující význam pro cílevědomé řízení tvorby finální struktury tkaniny na tkacím stroji má přírazová zóna, kterou významně ovlivňují třecí síly mezi útkovými a osnovními nitěmi.
- 4) Statické řešení silových poměrů při tkání neumožňuje exaktní číselné stanovení velikosti přírazové zóny, k vzájemnému pohybu útku a osnovy bude docházet teore-

tický až k prsníku. Teprve přijatým omezujícím kritériem lze reálně posoudit její velikost.

Pro možnost experimentálního ověření velikosti přírazové síly (její statické složky F) bude dále uveden vztah pro výpočet při znalosti napětí S_0 , S'_0 (viz obr. 3.2), které máme možnost měřit přímo na tkacím stroji.

Vyjděme z rovnice (3.3). Za předpokladu, že

$$A = \frac{S'_0}{S_0} = 1$$

což platí při prošlupu souměrném vzhledem k tkací rovině, kdy jsou napětí v obou větvích osnovy stejná, můžeme psát po dosazení do (3.3).

$$F = \frac{S_0}{\cos \delta - f_F \sin \delta} \left[(\cos \beta_0 - \frac{1}{ef\lambda} \cos \beta_1) + \right. \\ \left. + (\cos \beta'_0 - \frac{1}{ef\lambda'} \cos \beta'_1) \right] \quad (5.11)$$

Protože

$$\beta'_0 = \beta_0 \quad \beta'_1 = \beta_1 \quad \delta = 0$$

můžeme po dosazení do (5.11) a úpravě psát

$$F = 2 S_0 (\cos \beta_0 - \frac{1}{ef\lambda} \cos \beta_1) \quad (5.12)$$

Viz též (5.3). Obdobně po dosazení do (3.5) můžeme psát

$$S_0 = \frac{2 S_u \sin \sigma}{\sin \beta_0 + \frac{1}{ef\lambda} \sin \beta_1} \quad (5.13)$$

Třetí síla F_S je pak nulová, tedy

$$F_S = 0 \quad (5.14)$$

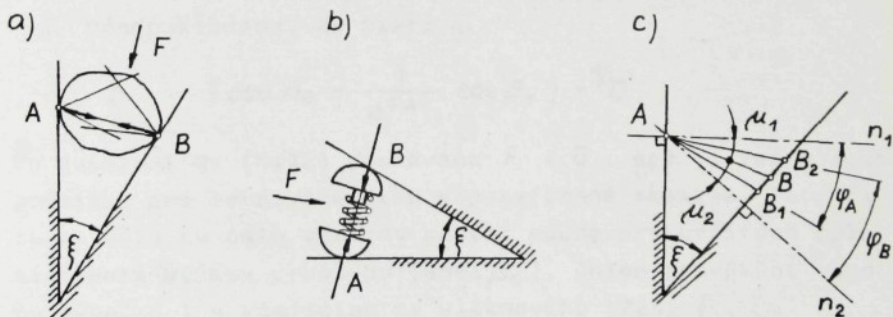
Posoudíme nyní statické poměry tvorby tkaniny ve vztahu k situaci zakreslené na obr. 3.2 a k výsledné rovnici pro výpočet statické složky F přírazové síly.

Při přirázu koná útek pohyb směrem k čelu tvořící se tkaniny. Mají-li osnovní nití dostatečné napětí, pak je útek po nich paprskem přemisťován. Proti směru jeho pohybu působí síly vláknenného tření mezi osnovou a útkem. Je-li napětí osnovních nití menší než třecí síla, nedochází k vzájemnému pohybu nití, ale element tkaniny je přemisťován paprskem jako celek. Uvedené dva děje se v době přirázu stíhají. Nejprve se útek přemisťuje po osnovních nitích, síla tření roste, až dosáhne hodnoty vyšší, než je osnovní napětí. V tom okamžiku se útek spolu s osnovními nitěmi pohybuje jako celek. Tím ovšem vzrůstá osnovní napětí a celý cyklus se opakuje.

Pohybuje-li se útek spolu s osnovními nitmi jako celek, lze tuto situaci ilustrativně znázornit schematem podle obr. 5.10.

Jedná se obecně o stav rovnováhy tělesa opřené o dvě plochy za předpokladu, že jde o rovinnou soustavu sil.

Na obr. 5.10 a) je případ tuhého tělesa, kdy spojnice styčných bodů leží uvnitř frikčních kuželů. Reakce R jsou samy o sobě v rovnováze (těleso je vzepřeno), aniž působí na těleso zátěžná síla. Pružná tělesa (obr. 5.10 b) se při zatlačení deformují a tato deformace zůstává, i když přestane působit zátěžná síla (přirázová síla).



Obr. 5.10 Rovnováha tělesa, opřené o dvě plochy

Má-li být těleso v bodech A , B vzepřeno, musí se frikční úhly φ_A , φ_B podle obr. 5.10 c) překrývat a bod B musí ležet mezi body B_1 , B_2 . Protože platí

$$\xi = \mu_1 + \mu_2$$

kde

$$\mu_1 \leq \varphi_A \qquad \mu_2 \leq \varphi_B$$

pak další podmínka vzepření je

$$\xi \leq \varphi_A + \varphi_B$$

Za těchto podmínek se bude pohybovat útek spolu s osnovními nitěmi jako celek.

Má-li být vzepřené těleso uvolněno, musí alespoň v jednom bodě nastat smyk, což znamená, že tečná reakce v takovém bodě (nebo obou) se musí působením nějaké vnější uvolňující síly zvětšit na hodnotu třecí síly $T = f N$, kde T značí třecí sílu, N normálnou reakci a f součinitel smykového tření (Coulombův zákon). Pak opět dochází k pohybu útkové niti po nitích osnovy.

Vraťme se nyní k rovnici (5.12), vyjadřující velikost statické složky přírazové síly F . Je zřejmé, že přímo závisí na napětí osnovních nití S_0 , kdy $S_0 \neq 0$. Je tedy pro tvorbu tkaniny potřebné alespoň minimální napětí osnovních nití.

Předpokládáme, že platí

$$(\cos \beta_0 - \frac{1}{e f \lambda} \cos \beta_1) = 0$$

Po dosazení do (5.12) dostáváme $F = 0$, což je teoretická podmínka pro rovnováhu útku v nezatižené tkanině. Tato situace může na čele tkaniny nastat pouze při určitých relacích mezi výškou prošlupu (úhel β_0), úhlem provázání tkaniny (úhel β) a koeficientem vláknového tření f .

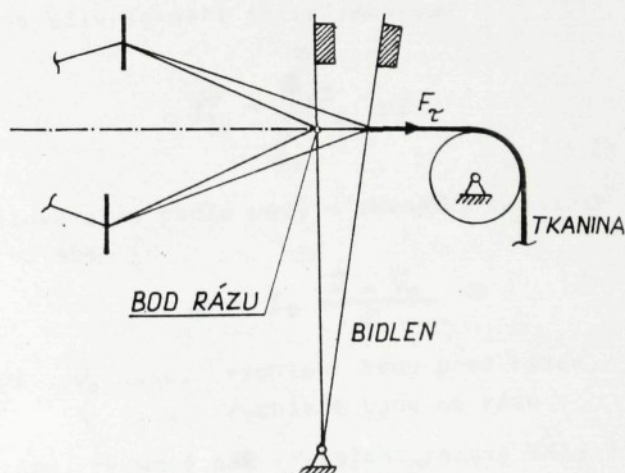
Posoudíme-li výrazy (5.12), (5.13) s ohledem na strukturu tkaniny, pak lze konstatovat, že úhly β_1 , β cha-

rakterizují strukturu tkaniny, f je veličinou závislou na použitém materiálu a úhel β_0 je parametrem prošlupního mechanismu tkacího stroje. Uvedenými vzájemnými závislostmi rovnice pro výpočet statické složky F přírazové síly a síly S_0 v osnovních nitích vyjadřují vazbu mezi parametry procesu tvorby a parametry struktury tkaniny.

Rázové účinky přírazu

Tkanina je geometrickým útvarem dvou provázaných soustav nití - osnovních a útkových. Je tvořena přemístěním a přírazem útkové niti paprskem k čelu tkaniny při otevřeném prošlupu. Při tvorbě tkaniny nelze eliminovat hmoty jak bidlenu, tak i vlastní tkaniny, tedy přísně vzato, tvorba tkaniny je dynamickým problémem, který je třeba řešit v zavedeném systému 12 „stroj - surovina“.

Obecně lze chápat tvorbu tkaniny z hlediska dynamického jako ráz pevného, ale poddajného bidlenu, tj. tělesa obvykle otočně uloženého na rámu do „tělesa“ - tkaniny, která je soustavou osnovních a útkových nití určitého strukturálního uspořádání (viz obr. 5.11). Osnovní i útkové niti pat-



Obr. 5.11 Rázový účinek přírazu

ří svými materiálovými (fyzikálně-mechanickými) vlastnostmi do skupiny visko-elasticko-plastických materiálů s vnitřní hysteresí, která je chápána jako energie vnitřního tření mezi vlákny. Otázka rázu bidlenu do tkaniny je zcela podstatná pro zkoumání dynamiky tvorby tkaniny.

Z hlediska teorie rázu máme k dispozici pro řešení v podstatě tři základní metody:

- a) Newtonova teorie rázu,
- b) Hertzova kontaktní teorie rázu,
- c) vlnová teorie rázu.

Použitelnost pro sledovaný případ tvorby tkaniny lze očekávat především od Newtonovy teorie, a to za předpokladu, že řešíme problém jako ráz dvou hmotných bodů (bidlen, tkanina), u nichž zavedeme redukované hmoty m_{bred} , m_{tred} .

Rázem budeme označovat takový jev v mechanické soustavě (soustava hmotných bodů nebo těles), který je charakterizován náhlou změnou rychlosti jejich bodů ve velmi krátkém čase, působením značně velkých okamžitých sil v místě styku hmotných útvarů (bez rázu). Mluvíme pak o rázové síle $\vec{F}_{\tau_r}$ (viz obr. 5.11) po dobu rázu τ_r , která je velmi malá. Účinek rázové síly se měří jejím impulsem

$$I_{\tau_r} = \int_0^{\tau_r} \vec{F}_{\tau_r} dt \quad (5.15)$$

práci rázové síly podle věty o změně kinematické energie vyjádříme vztahem

$$A = I_{\tau} \frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2} \quad (5.16)$$

kde značí: v_0 rychlost bodu před rázem,
 v rychlost bodu po rázu.

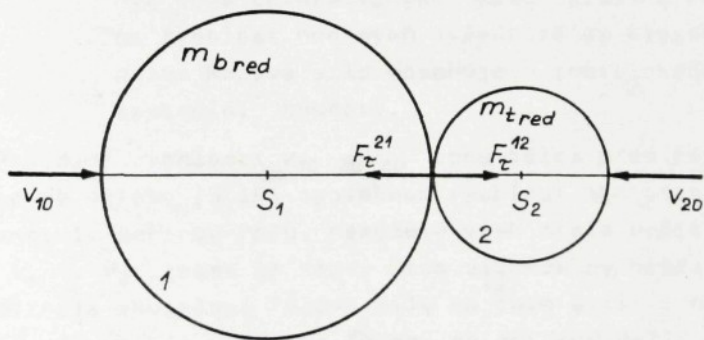
Průběh rázu, zvláště pak závislost rázové síly F na čase, není ve všech podrobnostech objasněn. Při vyšetřování rázové

síly v průběhu rázu se musí přihlížet k deformacím v kontaktním bodě (Saint-Venant, Hertz). Např. průběh rázové síly vypočtený podle Hertzovy teorie byl dosud potvrzen pouze pro velmi pružné látky, jako ocel, sklo apod. a nehodí se pro textilie. V úvahách je třeba se omezit na kvantitativní závěry o rychlostech na konci rázového děje a na časový integrál impulsu rázové síly (5.15). Impuls rázové síly vyjadřuje změnu hybnosti

$$\vec{I}_{\tau_r} = m(\vec{v} - \vec{v}_0) \quad (5.17)$$

je tedy možné posuzovat průběh rázu, aniž známe průběh rázové síly a dobu trvání rázu.

Posoudíme-li situaci při prvním přírazu po zastavení stroje podle obr. 5.11 s ohledem na rozměrové dispozice za předpokladu, že se v oblasti přírazu paprsek spolu s útkem posunuje v tkací rovině v přímém směru stálou rychlostí, pak tento případ lze označit za přímý centrický ráz dvou hmotných bodů (viz obr. 5.12).



Obr. 5.12 Přímý centrický ráz dvou hmotných bodů

Platí věta o zachování hybnosti

$$m_{bred} v_1 + m_{tred} v_2 - \underbrace{(m_{bred} v_{10} - m_{tred} v_{20})}_0 = 0 \quad (5.18)$$

Z principu o pohybu střediska soustavy hmotných bodů máme

$$(m_{bred} + m_{tred}) v_s = m_{bred} v_{10} + \underbrace{m_{tred} v_{20}}_0 \quad (5.19)$$

Tedy

$$m_{bred} v_{10} = m_{bred} v_1 + m_{tred} v_2 = (m_{bred} + m_{tred}) v_s \quad (5.20)$$

Protože rovnice (5.20) sama o sobě nestačí k určení rychlostí v_1 a v_2 těles po rázu, je třeba sestavit další rovnici, připustíme-li vzájemnou deformaci těles při rázu.

Doba τ_r rázu se dělí na dvě periody:

1. perioda - komprese, probíhá od okamžiku setkání těles ($t = \tau_0$) do okamžiku maximální deformace těles ($t = \tau_1$).
2. perioda - restituce, probíhá od okamžiku maximální deformace těles ($t = \tau_1$) do konce rázu ($t = \tau_2$) tj. do okamžiku alespoň částečného obnovení původního tvaru těles, při čemž je vzájemný pohyb obou deformovaných těles nulový a relativní rychlost hmotných středů těles klesne na nulu. Rázová síla dosahuje v tomto okamžiku maximální hodnoty.

Pro dané rychlosti v_{10} , v_{20} obou těles před rázem známe sice ze vztahu (5.19) společnou rychlost v_s obou těles na konci 1. periody rázu, nemůžeme však stále určit rychlosti v_1 , v_2 těles po rázu. Jiná situace by nastala, kdybychom znali závislost rázové síly na čase a tím i hodnotu impulsu rázové síly. Z toho důvodu se přijímá další řešení Newtonova hypotéza, podle níž je

$$I_2 = k I_1$$

Uvolníme-li podle obr. 5.12 každé těleso zvlášť připojením rázové síly jako vnitřní reakce a píšeme pro každé uvolněné těleso vztahy podle impulsové věty pro obě periody rázu, dotaneme pro těleso 1 (bidlen)

$$m_{bred} (v_s - v_{10}) = - \int_{\tau_0}^{\tau_1} F^{12} dt = - I_1$$

$$m_{bred} (v_1 - v_s) = - \int_{\tau_1}^{\tau_2} F^{12} dt = - I_2$$

Obdobně pro těleso 2 (tkanina)

$$m_{tred} (v_s - v_{20}) = \int_{\tau_0}^{\tau_1} F^{12} dt = I_1$$

$$m_{tred} (v_2 - v_s) = \int_{\tau_1}^{\tau_2} F^{12} dt = I_2$$

Z uvedených rovnic plyne

$$\frac{v_1 - v_s}{v_s - v_{10}} = \frac{v_2 - v_s}{v_s - v_{20}} = \frac{I_2}{I_1} = k$$

a po vyloučení rychlosti v_s dostaneme

$$k = \frac{v_1 - v_2}{v_1 - v_{20}} = - \frac{v_r}{v_{r0}}$$

Koeficient restituce k je tedy roven záporně vzatému poměru relativních rychlostí těles na konci a na začátku rázu.

Pro a) $k = 1$ - dokonale pružný ráz

b) $k = 0$ - plastický ráz

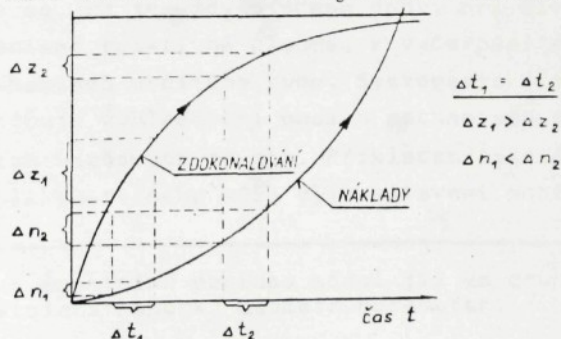
c) $0 < k < 1$ - nedokonale pružný, resp. plastický ráz.

Případ ad c) je právě případem rázu u sledované soustavy „bidlen - tkanina“. Řešení tohoto případu autor neprováděl.

5.2 Proces tvorby tkaniny ve vztahu „stroj - surovina“

Jsou-li výsledkem řešení systému „surovina - stroj“ inovace všech, a to až nejvyšších řádů - změny principů, pak řešením systému „stroj - surovina“ dosahujeme zdokonalování jednotlivých funkcí a stroje jako celku ve vztahu k procesu tvorby tkaniny.

Postupným zdokonalováním tkacího stroje (a to opět v plné šíři výrobních činitelů tedy z hlediska: materiálu, technologie výroby, energetické náročnosti, organizace výroby a pracovní síly ve smyslu kvalifikace i výrobku - tkaniny) spějeme k dokonalosti stroje; v souvislosti s náklady na toto zdokonalování však za stále vyšší náklady s menšími efekty. V obr. 5.13 je naznačen vývoj vztahu mezi zdokonalováním výrobku a náklady na toto zdokonalování. V okamžiku, kdy se u rozhodujících parametrů blížíme dokonalosti - mezním hodnotám, lze považovat tkací stroj z hlediska principu za dokonalý. Tímto okamžikem však současně systém začíná stagnovat - degradovat, protože zdánlivě nemá možnost dalšího rozvoje. Prostor pro další rozvoj otevírá pouze výrobek - tkací stroj nového principu, řešený opět systémem „surovina - stroj“. Obě vývojové fáze strojů - tedy hledání nových principů i zdokonalování existujících probíhá v rámci technického rozvoje oboru současně.



Obr. 5.13 Vývoj vztahu mezi zdokonalováním výrobku a náklady na toto zdokonalování

Vývoj, případně optimalizace existujících funkčních mechanismů tkacích strojů, je orientován zejména ve směru

zajištění jejich zvýšeného výkonu. Funkční mechanismy musí být pro náročnější podmínky výroby nejen řešeny samostatně, ale i ve svých pohybech navzájem přesně sladěny (jednotlivé fáze procesu tvorby tkaniny na tkacím stroji jsou usku- tečňovány v milisekundách) tak, aby v určitém časovém oka- mžiku nabýly zcela konkrétního prostorového uspořádání. Je zřejmé, že v těchto souvislostech rostou požadavky na vy- tváření nových struktur, a to systematicky se zřetelem na požadavky strukturální, silové, pohybové. Základní orienta- ci ve výběru řešení lze získat geometrickou syntézou^{x)}, v případech matematické formulace výrobního postupu mate- matickou syntézou^{xx)}. Autor prakticky ověřil aplikaci Burmesterovy geometrické syntézy ve studii [3] „Některé konstrukce vodícího mechanismu člunku tkacího stavu“ v ro- ce 1971.

Strukturální analýza a syntéza mechanismů

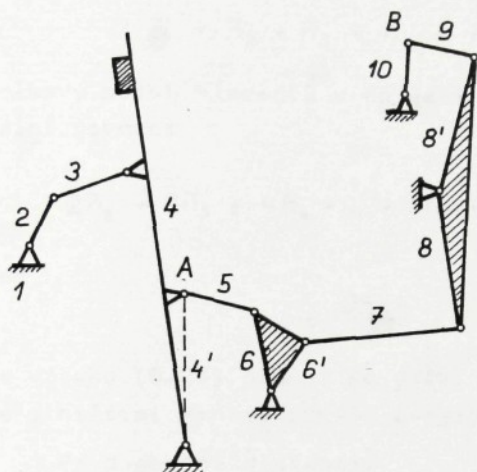
Již od 60-tých let se zabýval tvůrčím způsobem struk- turální analýzou a syntézou především kloubových mechanis- mů Charvát [23], [24], [27], kterého lze považovat za za- kladatele tohoto směru řešení u nás. V návaznosti na uvede- né práce se autor v příspěvku [11] zabýval některými struk- turálními otázkami regulátorů tkacích strojů.

Ukazuje se, že je vždy otázkou doby, při živelném řešení mechanismů relativně dlouhé, k vyčerpání množiny struktur mechanismů určitého typu. Systematický přístup k řešení umožňuje vyhledávání množin mechanismů podle strukturálních vazbových rovnic. Příkladem takového postu- pu obecně aplikovatelného může být sestavení množiny řeše-

^{x)} Základy k exaktnímu postupu podal již ve druhé polovi- ně 19. století německý geometr Burmester.

^{xx)} Základy matematické teorie syntézy položil opět v 19. století ruský matematik Čebyšev.

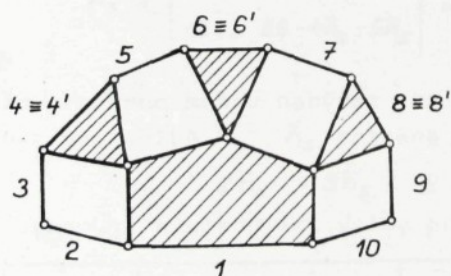
ni pro „náhradu“ existujícího staršího typu osnovního regulátoru Schönherr s přetržitým pohybem. Jeho přenosový mechanismus (ve smyslu přenosu pohybu a energie) je desetičlenný,



Obr. 5.14 Kinematické schéma přenosového mechanismu

kde značí

- $\bar{n}_2$... počet členů binárních
 - $\bar{n}_3$... počet členů ternárních
 - $\bar{n}_4$... počet členů paternárních
- atd.



Obr. 5.15 Kinematický řetězec přenosového mechanismu

má celkem 13 rotačních kinematických dvojic. Náhradní kinematické schéma je naznačeno na obr. 5.14, lze ho znázornit kinematickým řetězcem podle obr. 5.15.

Počet $\bar{n}$ členů kinematického řetězce je dán strukturální rovnicí

$$\bar{n} = \bar{n}_2 + \bar{n}_3 + \bar{n}_4 + \dots +$$

$$+ \bar{n}_i = \sum_2^i \bar{n}_i \quad (5.21)$$

Pro sledovanou strukturu kinematického řetězce (obr. 5.15) označenou symbolicky číselným kódem 6301

$$\bar{n} = 6 + 3 + 0 + 1 = 10$$

Podle vztahu

$$i_{max} = \frac{\bar{n}}{2} \quad (5.22)$$

nemůže desetičlenný kinematický řetězec obsahovat člen s větším počtem elementů než 5, tedy člen paternární $\bar{n}_5$. První strukturální rovnici (5.21) je pak možné psát ve tvaru

$$\bar{n} = \bar{n}_2 + \bar{n}_3 + \bar{n}_4 + \bar{n}_5 = 10 \quad (5.23)$$

Celkový počet elementů v řetězci je určen druhou strukturální rovnicí

$$2\bar{n}_2 + 3\bar{n}_3 + 4\bar{n}_4 + \dots + i\bar{n}_i = \sum_2^i i\bar{n}_i = 2j \quad (5.24)$$

kde

$$j = \frac{3\bar{n} - 4}{2} \quad (5.25)$$

Ze vztahu (5.25) plyne, že počet členů kinematického řetězce s nižšími kinematickými dvojicemi je vždy číslo sudé.

Po dosazení dostaneme

$$2\bar{n}_2 + 3\bar{n}_3 + 4\bar{n}_4 + 5\bar{n}_5 = 2j = \frac{3\bar{n} - 4}{2} = 26 \quad (5.26)$$

Strukturální rovnice (5.23), (5.26) tvoří soustavu dvou lineárních nehomogenních rovnic pro čtyři neznámé s řešením

$$\bar{n}_2 = \begin{vmatrix} 10 - \bar{n}_4 - \bar{n}_5 & 1 \\ 26 - 4\bar{n}_4 - 5\bar{n}_5 & 3 \end{vmatrix} = 4 + \bar{n}_4 + 2\bar{n}_5$$

$$\bar{n}_3 = \begin{vmatrix} 1 & 10 - \bar{n}_4 - \bar{n}_5 \\ 2 & 26 - 4\bar{n}_4 - 5\bar{n}_5 \end{vmatrix} = 6 - 2\bar{n}_4 - 3\bar{n}_5$$

Protože proměnné mohou nabývat jen kladných celých čísel, musí být při volbě $\bar{n}_4$, $\bar{n}_5$ splněna podmínka

$$2\bar{n}_4 + 3\bar{n}_5 \leq 6$$

které vyhovují následující volby proměnných $\bar{n}_4$, $\bar{n}_5$

$\bar{n}_5$	0	0	2	1	0	1	0
$\bar{n}_4$	0	3	0	1	1	0	2

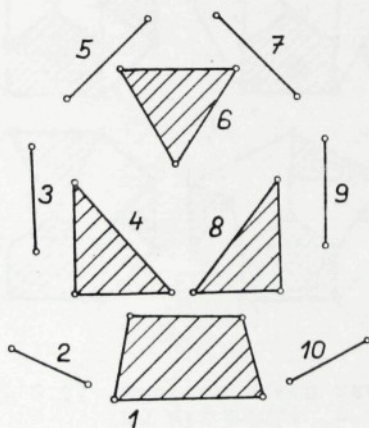
V tabulce I je uveden výsledek řešení. Existuje celkem sedm základních struktur kinematických řetězců, z nichž je pak

Základní struktury 10-ti členného mechanismu	$\bar{n}_2$	$\bar{n}_3$	$\bar{n}_4$	$\bar{n}_5$	Σ	Číselný kód
I	4	6	0	0	10	4 6 0 0
II	7	0	3	0	10	7 0 3 0
III	8	0	0	2	10	8 0 0 2
IV	7	1	1	1	10	7 1 1 1
V	5	4	1	0	10	5 4 1 0
VI	6	3	0	1	10	6 3 0 1
VII	6	2	2	0	10	6 2 2 0

Tabulka I - Základní struktury 10-ti členného mechanismu

možné vytvářet další varianty metodou „přemisťování binárních členů“ kinematického řetězce.

Uvolněním jednotlivých členů řetězce podle obr. 5.15



Obr.5.16 Uvolnění členů kinematického řetězce

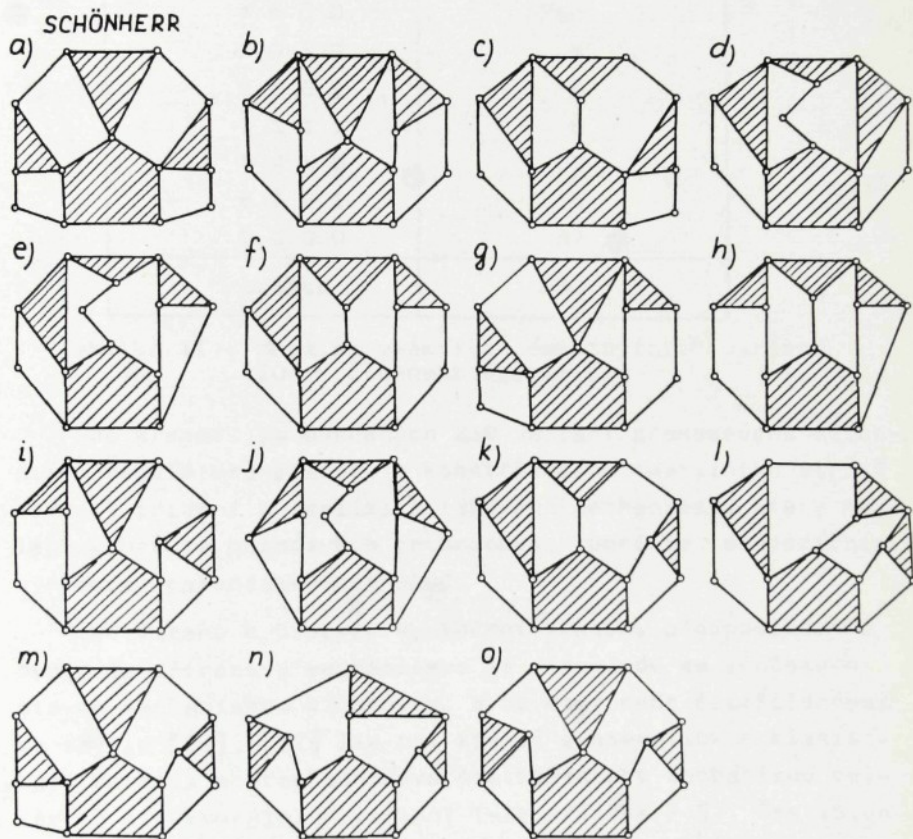
navzájem (obr. 5.16) dostaneme 6 volných binárních členů, 3 volné ternární členy a 1 volný kvaternární. Uvolněné členy tvoří stavebnici pro sestavování variant uspořádání základní struktury 6 3 0 1, které spočívá v přemisťování binárních členů vzhledem k členům ternárním a členu kvaternárnímu, lze získat všechny existující varianty. Při přemisťování je třeba zachovat 4 proměnlivé polygony, jak od-

povídá závislosti

$$\bar{N} = \frac{\bar{n} - 2}{2} = \frac{10 - 2}{2} = 4 \quad (5.27)$$

kde $\bar{N}$ značí počet takových polygonů. Proměnlivý polygon je vždy nejméně čtyřúhelník.

Tak např. variantu na obr. 5.17 c) získáme přemístěním binárního členu tak, že tvoří spojení členů 6 a 1. Získaná



Obr. 5.17 Množina všech variant mechanismu odvozených od struktury 6 3 0 1

struktura je opět typu 6 3 0 1, ale vzhledem k původnímu uspořádání (varianta 5.17 a) je novou variantou. Od původní

se liší tím, že ze 4 proměnlivých polygonů, které byly čtyřúhelníky, je nyní jeden pětiúhelník. Množina všech existujících variant je uvedena na obr. 5.17.

V tabulce II je uveden počet variant odvozených ze všech základních struktur.

Číselný kód	Počet variant
4 6 0 0	50
7 0 3 0	3
8 0 0 2	2
7 1 1 1	8
5 4 1 0	95
6 3 0 1	15
6 2 2 0	57
celkem:	230

Tabulka II - Množina veškerých existujících variant 10-ti členného mechanismu

Je zřejmé, že uvedených 230 variant přenosového mechanismu regulátoru poskytuje konstruktérům textilních strojů možnost třídění a realizace takového mechanismu, který nejlépe vyhovuje požadavkům technickým, funkčním, dispozičním, výrobním, patentoprávním apod.

Ve vztahu k procesu vytváření tkaniny předpokládejme nyní, že přírazový mechanismus je v souladu se současným stavem mechanismem kloubovým, a to čtyř nebo šestičlenným. Ve smyslu [24], [27] lze pak získat systematickou klasifikaci Wattova a Stephensonova šestičlenného mechanismu celkem 13 strukturálních variant (viz příloha P 2). Šestičlenná struktura přírazového mechanismu umožní např. dosáhnout komplánárního pohybu bidla, klidu bidla v prohozní poloze nebo dvojnásobného přírazu.

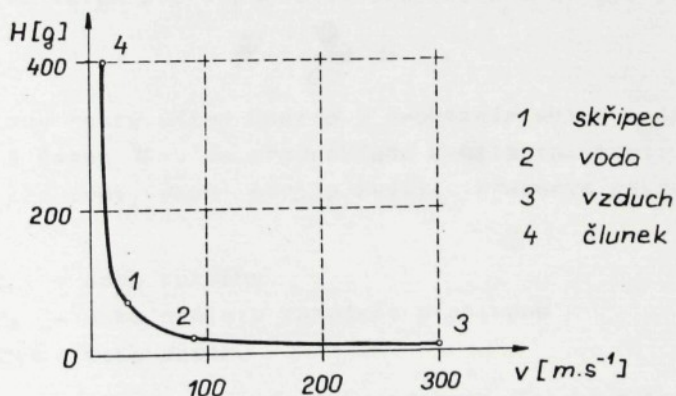
Výkon jednoprošlupných tkacích strojů - možnosti z hlediska kinematiky prohozu

Východiskem zkoumání hlavních funkčních mechanismů, které se podílejí přímo na tvorbě tkaniny jsou kinematické poměry prohozu. Výzkum kinematiky prohozu ve vztahu k pro-
hazované šíři, rychlosti a zrychlení zanašeče včetně doby
prohozu dává základní dispozice pro volbu pohybových
zákonů nejen tohoto mechanismu, ale i mechanismů prošlupu
a přirazu.

Závislosti mezi rychlostí zanašecích elementů a jejich
hmotností jsou podle [82] uvedeny v Tabulce III a ilustra-
tivně znázorněny v obr. 5.18. Není zde uveden jehlový

Zanašecí element	Hmotnost [g]	Rychlost [m.s ⁻¹]
skřípec	20 - 60	20 - 35
voda	1 - 5	40 - 80
vzduch	0,5- 1,0	100 - 350
člunek	400	7 - 14

Tabulka III - Rychlosti zanašecích elementů a jejich
hmotností



Obr. 5.18 Závislost mezi rychlostí zanašecích elementů
a jejich hmotností

systém, kde je útek pevně kinematicky vázán pohonem stroje a zanášecí rychlost útku je značně rozdílná podle použitého systému (GABLER - zanášení smyčky předávací jehlou a rozvinutí smyčky přejímací jehlou; DEWAS - zanášení rovného útku).

Zrychlení (brzdění) dosahuje např. podle H.W. Krause a Kisslinga u příže zanášené vzduchovými stroji fy RÜTI, TOYODA při šíři 190 cm až 5000 m.s^{-2} . Skřipcové stroje fy SULZER pracují se zrychlením skřipce až $10\,000 \text{ m.s}^{-2}$.

Další analýza výkonových možností bude zaměřena v návaznosti na studii Charváta [26] na posouzení zejména možností zvyšování výkonů systémů s hmotným zanašečem.

Teoretický výkon tkacího stroje P v počtu metrů zatka-
ného útku za minutu je dán vztahem

$$P = n \cdot b \quad (5.28)$$

Vyjdeme-li ze vztahu

$$n = \frac{\varphi}{6\tau}$$

kde φ je tzv. prohozní úhel (úhel pootočení klikového hřídele v době pohybu zanašeče - rozběh, průlet osnovou, doběh) a τ značí dobu pohybového intervalu, pak po dosazení do (5.28) má vztah pro výpočet výkonu tkacího stroje tvar

$$P = \frac{\varphi}{6\tau} b \quad (5.29)$$

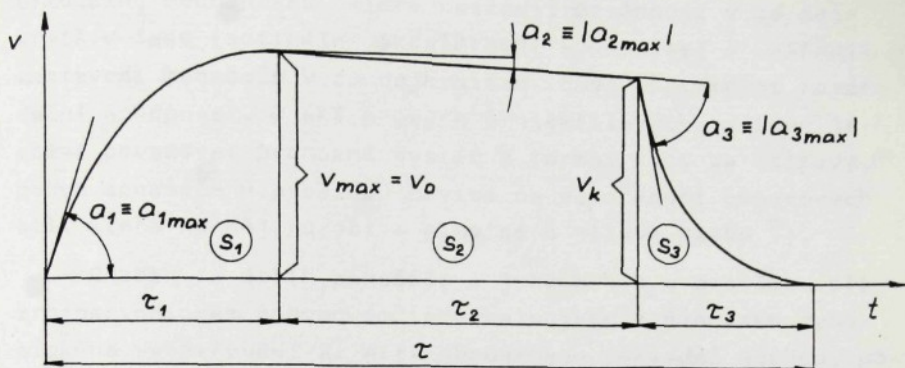
Výkon tedy roste přímo úměrně s prohozním úhlem a nepřímo úměrně s časem τ . Za předpokladu konstantní tkací šířky stroje lze tedy výkon stroje zvýšit krácením časových úseků

τ_1 - doba rozběhu

τ_2 - doba průletu zanašeče prošlupem

τ_3 - doba doběhu

na které je možno rozdělit dobu prohozu τ (viz trojperiodický tachogram na obr. 5.19).



Obr. 5.19 Trojperiodický tachogram závislosti rychlosti zanašeče na době prohozu

Tachogram je sestaven za předpokladu, že rychlost zanašeče v úseku akcelerovaného a retardovaného pohybu je obecně monotónně vzrůstající a klesající funkcí času, dále pak že v každém úseku není více než jedno maximum nebo minimum funkce zrychlení, resp. zpoždění závislého na čase. Z bilančního hlediska je k dispozici pro řešení šest na sobě nezávislých rovnic (první a úplnou integrální pohybovou rovnici pro každou periodu) a dvě rovnice pro časový a dráhový interval pohybu, tj. celkem osm rovnic. Pět vhodných kinematických veličin je tudíž třeba pro řešení znát předem, neboť prohozní cyklus je popsán 13-ti kinematickými veličinami:

$$\tau_1 ; \tau_2 ; \tau_3 ; S_1 ; S_2 ; S_3 ; a_{1max} ; a_{2max} ; a_{3max} ; v_0 ; v_k ; \tau = \sum \tau_i ; s = \sum s_i$$

Při volbě kinematického modelu, tj. volbě pohybových zákonů daných obvykle formou funkcí, které vyjadřují v jednotlivých úsecích prohozního cyklu závislosti rychlostí nebo zrychlení na čase se pro konkrétní aplikace vychází z požadavku na co nejmenší hodnotu τ .

Syntéza kinematických poměrů prohozu musí přihlížet kromě k textilně-technologické funkci zanašeče k existenci konstrukčního uspořádání takového prohozního a takového

brzdícího mechanismu, které umožňují dosáhnout v co nejkratším čase (optimální akcelerační schopnost) a umožňují zastavení zanašeče v co nejkratším čase (optimální retardační schopnost. U skřipcových projektilových systémů je možné považovat prohozní systém s torzní tyčí za mžikový, pohyb zanašeče v prošlupu závisí na uspořádání odporových sil, které na něj působí - mluvíme o silové vazbě ^{x)}).

Rozběh a doběh zanašeče i jeho pohyb v prošlupu při trojperiodickém pohybovém intervalu jsou z hlediska dynamického vyšetřování 2. Wittenbauerovou základní úlohou, podle níž jsou rychlostní a akcelerační poměry pracovního členu zanašeče známe (v analyzovaném případě z kinematické syntézy) a určují se nutné přídavné síly, aby zanašeč konal předepsaný pohyb při rozběhu a doběhu. Za přídavné považujeme síly vyvinuté prohozním a brzdícím mechanismem.

Pohyb „vystřeleného“ zanašeče do prošlupu je 1. Wittenbauerovou základní úlohou, podle níž je vyšetřovaný pohyb zanašeče výsledkem existujícího pole odporových sil. Při řešení se předpokládá znalost rychlosti zanašeče na počátku pohybu. Protože se pole odporových sil mění a polohou, s rychlostí i s časem, je komplikované stanovit výpočtem nebo i měřením polohu zanašeče v prošlupu v závislosti na čase. Z toho důvodu je nezbytná kontrola doletu zanašeče při každém prohozu.

Skupinu optimálních kinematických modelů tvoří prohozní pohybové intervaly složené z rovnoměrných pohybů podle obr. 5.20. V tabulce II jsou uvedeny čtyři základní kinematické modely M1, M2, M3, M4 ^{xx)}, které jsou odvozeny

^{x)} Jiná situace nastává, je-li pohyb zanašeče v prošlupu řízen, pak mluvíme o nucené vazbě.

^{xx)} Nejjednodušší model M1 je odvozen v publikaci: Autorenkollektiv, Webmaschinen, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1966, s. 284 - 288. Modely M2, M3, M4 odvodil Charvát ve studii: „Kinematické modely pavného zanašeče útku tkacího stroje“ pro IV. konferenci o teorii strojů a mechanismů, Liberec, 1984.

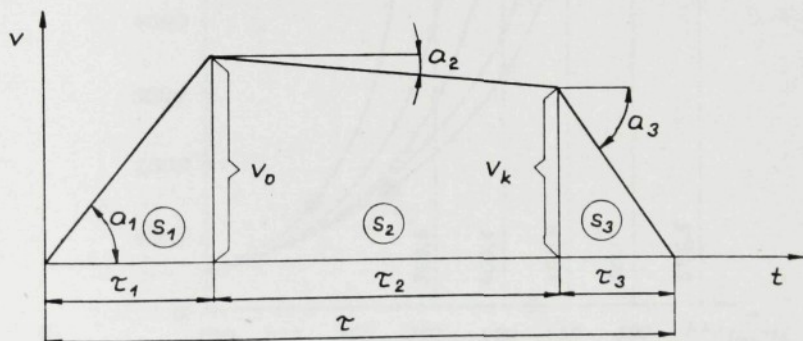
z funkce

$$n = f(s, v_0, v_k, a_1, a_2, a_3, \varphi) \quad (5.30)$$

kde prohazovaná šíře $s = s_1 + b + s_3$, tedy součet rozběhové dráhy s_1 , tkané šíře $b = s_2$, doběhové dráhy s_3 .

M1	$v_0 = v_k = v$ $a_2 = 0 ; a_1 = a_3 = a$	$n = \frac{v a \varphi}{6(v^2 + sa)}$
M2	$v_0 = v_k = v$ $a_2 = 0 ; a_1 \neq a_3$	$n = \frac{2 v a_1 a_3 \varphi}{6[2 s a_1 a_3 + v^2(a_1 + a_3)]}$
M3	$v_0 \neq v_k$ $a_2 \neq 0 ; a_1 \neq a_3$	$n = \frac{a_1 a_3 (v_0 + v_k) \varphi}{6[2 s a_1 a_3 + v_0 v_k (a_1 + a_3)]}$
M4	$v_0 \neq v_k$ $a_2 \neq 0 ; a_1 = a_3 = a$	$n = \frac{a (v_0 + v_k) \varphi}{12 (s a + v_0 v_k)}$

Tabulka II - Kinematické modely prohozu



Obr. 5.20 Kinematický model prohozního cyklu složeného z rovnoměrných pohybů

Vztah (5.30) vyjadřuje závislost otáček na kinematických veličinách prohozu zanašeče, např.

$$n = f_1(s, \varphi) ; n = f_2(s, v_0 = v_k = v) ; n = f_3(v_0 = v_k = v, \varphi)$$

a další závislosti.

V další části analýzy budou stanoveny maximální teoretické otáčky, tedy otáčky limitující ve smyslu vztahu (5.28) výkon tkacího stroje.

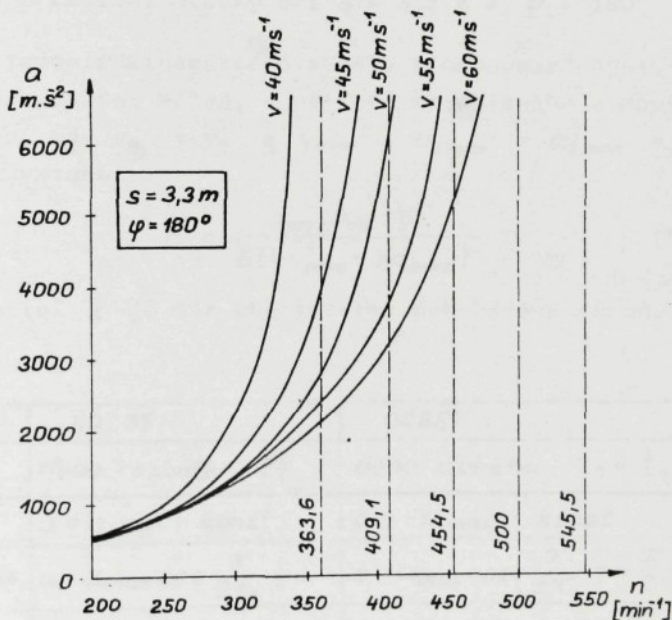
Pro obecný model M1, kdy $v_o = v_k = v$ platí

$$n = \frac{v \alpha \varphi}{6(v^2 + s\alpha)} \quad (5.31)$$

Za předpokladu $v_o = v_k = v$ můžeme psát

$$\alpha = \frac{6 v^2 n}{6 s n + v \varphi} \quad (5.32)$$

Hodnoty ze vztahu (5.32) pro $s = 3,3 \text{ m}$ a $\alpha = 180^\circ$ jsou vyneseny do grafu na obr. 5.21. Sledovaná závislost umožní



Obr. 5.21 Průběhy závislosti $a = f(n, v_o = v_k = v)$

při stanovených parametrech stanovit teoretické limitní otáčky, které odpovídají $a = \infty$, kdy platí

$$n_{\max} = \frac{v \varphi}{6s} \quad (5.33)$$

Limitní otáčky $n_{\max}$ pro prohozní rychlosti od 5 do 70 m.s^{-1}

jsou zřejmé z Tabulky 3, do obr.5.21 jsou vyneseny jako asymptoty ke křivkám $a = f(n, v_0 = v_k = v)$ pro prohozní rychlosti $v = 40; 45; 50; 55; 60 \text{ m.s}^{-1}$.

v [m.s ⁻¹]	5	10	15	20	25	30	35
n_{max} [min ⁻¹]	45,5	90,9	136,4	181,8	227,3	272,7	318,2
v [m.s ⁻¹]	40	45	50	55	60	65	70
n_{max} [min ⁻¹]	363,6	409,1	454,5	500,0	545,5	590,9	636,3

Tabulka 3 - Limitní otáčky při $s = 3,3 \text{ m}$ a $\varphi = 180^0$

Sledujeme-li kinematické modely s nerovnoměrnými, ale stejnými pohybovými zákony v periodě zrychleného a zpóźděného pohybu, kdy $v_0 = v_k = v_{max}$, $a_{1max} = a_{2max} = a_{max}$ vyjdeme ze vztahu

$$n = \frac{v_{max} a_{max} \varphi}{6(k v_{max}^2 + s a_{max})} \quad (5.34)$$

kde součinitel k je dán charakterem pohybového zákona (viz tabulka 4)

	ROZBĚH	DOBĚH
k	doba rozběhu t_1	doba doběhu $\tau_3 = t_1$
1	$a = a_{max} = konst.$	$a = -a_{max} = konst.$
1,14	$a = a_{max} \cos \frac{\pi}{2t_1} t$	$a = a_{max} \cos \left(\frac{\pi}{2\tau_3} t + \frac{\pi}{2} \right)$
1,32	$a = a_{max} - \frac{a_{max}}{t_1} t$	$a = -\frac{a_{max}}{\tau_3} t$
1,58	$a = a_{max} \sin \frac{\pi}{t_1} t$	$a = -a_{max} \sin \frac{\pi}{\tau_3} t$
2,66	$a = \frac{a_{max}}{t_1} t$	$a = -a_{max} \left(1 - \frac{t}{\tau_3} \right)$

Tabulka 4 - hodnoty součinitele k

Pro další rozbor je třeba upravit vztah (5.34) na tvar

$$n = A \frac{1}{1 + \frac{B}{a_{\max}}} \quad (5.35)$$

kde značí

$$A = \frac{v_{\max} \varphi}{6s} \quad [\text{min}^{-1}] \quad B = \frac{k v_{\max}^2}{s} \quad [\text{ms}^{-2}]$$

Při dané prohazované šíři s a dané $v_{\max}$ nelze $a_{\max}$ volit libovolně. Součinitel B má význam minimální hodnoty $a_{\max}$. Součinitel A má význam limitních otáček n_{lim} .

V tabulkách 5 a 6 jsou uvedeny vypočítané parametry

$a_{\max} [\text{ms}^{-2}]$						$\varphi = 150^\circ$ $A = 288 [\text{min}^{-1}]$		$\varphi = 210^\circ$ $A = 404 [\text{min}^{-1}]$	
k	1	1,14	1,32	1,58	2,66	n [min^{-1}]	τ [s]	n [min^{-1}]	τ [s]
B	346	394	457	547	920				
B	346	394	457	547	920	144	0,1761	202	0,1733
2B	692	788	914	1094	1840	192	0,1302	269	0,1301
3B	1038	1182	1371	1641	2760	216	0,1157	303	0,1155
4B	1384	1576	1828	2188	3680	230	0,1087	323	0,1084
5B	1730	1970	2285	2735	4600	240	0,1042	337	0,1039
6B	2075	2364	2746	3282	5520	247	0,1012	346	0,1012
7B	2422	2758	3199	3829	6440	252	0,1000	353	0,9915
8B	2768	3152	3656	4376	7360	256	0,0977	359	0,0975
9B	3114	3546	4113	4923	8280	260	0,0962	363	0,0964

Tabulka 5 - Parametry prohozu pro $s = 2,6 \text{ m}$, $v_{\max} = 30 \text{ ms}^{-1}$ prohozu, východiskem pro výpočet je vztah (5.35), v němž se postupně volí hodnoty $a_{\max} = [a_{\max}]_{\min} = 98$.

Z podané analýzy je zřejmé omezení otáček a tedy i výkonu (pro dané šířky strojů) jednodušší tkací techniky. Tato skutečnost se již projevuje zejména u člunkových a skřipcových (projektilových) tkacích systémů. Další postup-

$a_{max} [ms^{-2}]$						$\varphi = 150^\circ$ $A = 438 [min^{-1}]$		$\varphi = 210^\circ$ $A = 613 [min^{-1}]$	
k	1	1,14	1,32	1,58	2,66	n	τ	n	τ
B	613	698	809	968	1629	$[min^{-1}]$	$[s]$	$[min^{-1}]$	$[s]$
B	613	698	809	968	1629	219	0,1142	307	0,0814
2 B	1226	1396	1618	1936	3258	292	0,0856	409	0,0611
3 B	1839	2094	2427	2904	4887	329	0,0760	460	0,0543
4 B	2452	2792	3236	3872	6516	350	0,0714	490	0,0510
5 B	3065	3490	4045	4840	8145	365	0,0685	511	0,0489
6 B	3678	4188	4854	5808	9774	375	0,0667	525	0,0476
7 B	4291	4886	5663	6776	11403	383	0,0653	536	0,0466
8 B	4904	5584	6472	7744	13032	389	0,0643	545	0,0459
9 B	5517	6282	7281	8712	14661	394	0,0635	552	0,0453

Tabulka 6 - Parametry prohozu pro $S = 2 \text{ m}$, $v_{max} = 35 \text{ ms}^{-1}$

ný růst výkonu k hranicím limitních otáček bude předpokládat optimalizaci nejenom prohozního systému, ale i dalších funkcích mechanismů tkacího stroje a jejich součinnosti a bude spojen se stále vyššími náklady na jejich realizaci.

6. VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKŮ

Předmětem řešení předkládané disertační práce byl vyhledávací výzkum orientovaný na otázky vývoje tkací techniky se zřetelem k procesu tvorby tkaniny.

Vzhledem k rozsáhlosti komplexního řešení problému má práce charakter „výbraných statí“, v rámci zavedeného systému. Z hlediska logického členění obsahuje:

1. Úvodní analýzu problematiky, a to již systémově orientovanou na rozhodujícího výrobního činitele - VÝROBEK, vytvářený ve smyslu své struktury vzájemnou interakcí výrobních činitelů PRACOVNÍ PROSTŘEDKY (tkací stroj), PRACOVNÍ PŘEDMĚTY (textilní surovina) a PRACOVNÍ SÍLA (člověk). Analýza byla provedena směrem od konstrukce a struktury tkaniny přes proces tvorby tkaniny po posouzení současného stavu a názorů na trendy dalšího vývoje tkacích strojů.
2. Funkční analýzu procesu vytváření tkaniny tkacím strojem s definicí jeho základní funkce a následné posouzení procesu tvorby tkaniny ve vztahu:
 - a) vzájemné interakce „surovina - stroj“ kdy proces tkaniny byl sledován ve vztahu k přírazovému mechanismu s posouzením lisovacího a rázového účinku,
 - b) vzájemné interakce „stroj - surovina“ přinášejícímu možnosti zdokonalování a optimalizace existujících systémů zejména jejich analýzou a následnou syntézou. V této souvislosti bylo provedeno posouzení možnosti zvyšování výkonu jednoprosáhlých tkacích strojů analýzou kinematiky prohozního systému.

6.1 Shrnutí výsledků

Již v předmluvě disertační práce je zpracováno základní schéma vazby VÝROBA - SPOTŘEBA se vzájemnými vazbami výrobních činitelů výrobní jednotky. Pouze řešení, která respektují uvedené vazby lze pokládat za komplexní, přinášející ty nejvyšší technické i ekonomické efekty, např. při tzv. „tkaní bez chyb“ (Zero-Defects [95]).

V souvislosti se strukturou tkaniny, jako produktu její tvorby na tkacím stroji a příčinou jejich vlastností byl zdůrazněn interdisciplinární přístup k řešení. Bylo definováno, že rozhodující výrobní činitel výrobního procesu - tkanina (ve smyslu své struktury) je získána vzájemným působením výrobních činitelů PRACOVNÍ PROSTŘEDKY (tkací stroj), PRACOVNÍ PŘEDMĚTY (textilní surovina) a PRACOVNÍ SÍLA (člověk). Za základní východisko pro návrhy pracovních mechanismů je zvažováno studium technologického procesu výroby.

Analýzou současného stupně poznání procesu tvorby tkaniny na tkacích strojích, současné úrovně tkacích strojů a očekávaného vývoje dospěl autor k následujícím závěrům:

1. Ve výrobním sortimentu textilií zauímají tkaniny neustále dominující postavení (70 - 75% celkové světové produkce - v jednotkách hmotnosti) a toto postavení si udrží i nadále. Ve vazbě na dominující postavení tkanin si své významné postavení udrží i tkací technika, u níž se očekává další rozvoj.
2. Po výrazném zvýšení výkonů, zejména u vzduchových a jehlových tkacích strojů a po dalším rozšíření jejich použitelnosti vzhledem ke zpracovávanému materiálu i vzhledem k novým možnostem vzorování se z hlediska konstrukce strojů neočekávají principiální změny. Základní technologické funkce tkacích strojů zůstanou i nadále zachovány. Další postupný vývoj bude možný zejména optimalizací tkacího procesu, což předpokládá znalost procesu tvorby

tkanin a systémový komplexní přístup k řešení. Základní orientace:

- zvýšený výkon a spolehlivost strojů,
- rozšíření použitelnosti tkací techniky.

Vývoj se očekává též v oblasti ergonomie, hygieny práce, elektronizace strojů a snižování jejich energetické náročnosti, Spolehlivost tkání („tkání bez chyb“) je třeba řešit především:

- ve vztahu k zpracovávanému materiálu,
- ve vztahu k základním uzlům tkacího stroje (snižování namáhání nití osnovních i útkových),

a to v plném rozsahu výrobních činitelů. Součástí řešení bude problematika diagnostiky, jako organické součásti elektronizace stroje ve vztahu k parametrům charakterizujícím spolehlivost:

- procesu tvorby tkanin,
- jednotlivých uzlů tkacího stroje i stroje jako celku.

3. Dosavadní výzkum v oblasti řešení interakce typu „textilie - stroj“ není programově orientovaný. Ukazuje se nezbytnost systematického týmového řešení specialistů -
- textilních technologů a konstruktérů tkacích strojů.
- Roztříštěnost prací i zájmů zatím nedává předpoklady k exaktní formulaci základních zákonů procesu tvorby tkanin.

4. Za významné parametry z hlediska konstrukce a struktury tkaniny lze považovat:

- výšku zvlnění osnovních a útkových nití
- jemnost osnovních a útkových nití
- dostavu tkaniny po osnově a po útku.

Za významné parametry z hlediska procesu tvorby tkaniny lze považovat:

- geometrii provázání tkaniny a geometrii prošlupu

- deformační, relaxační a třecí charakteristiky materiálu
- napětí osnovních a útkových nití.

Významný, ale dosud výzkumem plně neobjasněný je vliv přírazové síly a jejího měrného impulsu, dále pak přírazové proužky a zóny formování tkaniny.

Základním stavebním kamenem každé tkaniny byla pro potřebu funkční analýzy tkacího stroje určena vazná buňka. Proces vytváření tkaniny tkacím strojem (jeho třemi funkčními nástroji byl nahrazen maximálně zobecněnou funkcí „vytváří vazné buňky“). Z tohoto zobecnění plynou zásadní inovační možnosti tkacích strojů - ve smyslu nových principů tkání. Sestavené schéma základních principů tkání (obr. 5.3 na str. 46) odpovídá i dnešnímu pohledu na základní členění tkacích strojů.

Z funkční analýzy tkacích strojů ve smyslu interakce „surovina - stroj“, tedy od struktury tkaniny charakterizované vaznou buňkou k funkčním nástrojům lze vyvodit:

a) Obě dvě základní koncepční varianty řešení procesu vytváření tkaniny na úrovni sedmého inovačního řádu (změny principu):

- tkací stroje se zanášením jednoho útku
 - tkací stroje se zanášením více útků současně
- existují v reálných strukturách tkacích strojů.

b) Do budoucna nelze očekávat nalezení nového principu tkání. Další vývoj je třeba orientovat na kvalitativní inovace strojů třetího až šestého řádu, tedy

- změny vnější kvality
- změny jedné nebo několika funkcí
- změny všech funkcí
- změny koncepce

a to nejen u tkacích strojů, ale komplexně v plném rozsahu výrobních činitelů s cílem zdokonalování a optimalizace existujících systémů.

S novými principy tkání a optimalizací existujících systémů se do popředí dostává „bezrázová tvorba tkaniny“, např. přírazem útku rotačním paprskem s tzv. lisovacím účinkem. Provázání se pak děje při silových poměrech, blízkých se statickým podmínkám.

Byla sestavena rovnice pro výpočet statické přírazové síly, kterou lze považovat za jeden ze základních vztahů mezi „parametry“ tkaniny a „parametry“ stroje, řešena velikost přírazové proužky a zóny přírazu.

Výsledek řešení lze shrnout takto:

1. I když je proces tvorby tkaniny v zásadě problémem dynamickým, lze v konkrétních případech připustit řešení statických poměrů při tkání (bezrázová tvorba tkaniny).
2. Rozhodující význam pro cílevědomé řízení tvorby tkaniny na tkacím stroji má přírazová zóna, kterou významně ovlivňují třecí síly mezi osnovními a útkovými nitěmi.
3. Statické řešení silových poměrů při tkání neumožňuje exaktní číselné stanovení velikosti přírazové zóny, k vzájemnému pohybu útku a osnovy bude docházet teoreticky až k prsníku. Teprve přijatým omezujícím kritériem lze reálně posoudit její velikost.

Obecně je možné chápat tvorbu tkaniny z hlediska dynamického jako ráz pevného ale poddajného bidlenu do tkaniny. Situace je v práci modelována, za předpokladu, že se v oblasti přírazu paprsek spolu s útkem posunuje v tkací rovině v přímém směru stálou rychlostí, jako přímý centrický ráz dvou hmotných bodů. Konkrétní řešení pro koeficient restituce k příslušející nedokonale pružnému, resp. plastickému rázu autor neprováděl.

Řešení systému „stroj - surovina“ vede většinou ke zdokonalování a optimalizaci struktur.

Výsledkem v práci zpracovaného systematického přístupu k řešení s možností širšího uplatnění je navržený postup strukturální analýzy a syntézy kloubových mechanismů, umož-

ňující „nalezení“ všech existujících variant, odvozených od základní struktury a poskytuje tak konstruktérům možnost třídění a realizace takového mechanismu, který nejlépe vyhovuje požadavkům technickým, funkčním, dispozičním, výrobním, patentoprávním apod.

Možnosti zvyšování výkonu tkacích strojů byly posouzeny analýzou a následnou syntézou kinematických poměrů prohozu se zaměřením především na pevné zanašeče. Řešením byly stanoveny formou příkladu limitní otáčky tkacího stroje, které současně pro danou šíří limitují jeho výkon v $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ zatkaného útku.

V přílohách P 5 a P 6 práce jsou uvedeny provedené experimenty vyhodnocené samostatně (mimo rámec disertační práce), aby nenarušily kontinuitu textu.

Z měření napětí v osnovních nitích, jako významného diagnostického parametru pro posouzení procesu tvorby tkaniny (příloha P 5) vycházela navržená kombinovaná metoda teoretického výpočtu s experimentem, umožňující posouzení podílu statické a dynamické složky přírazové síly ve smyslu navrženého modelu.

Pro aproximaci relaxační křivky (příloha P 6) byl použit pětiparametrický rozšířený Maxwellův model. Z vypočtených hodnot relaxačních dob je vidět, že se ve tkanině projevují dvě odlišné složky. První s velmi krátkou relaxační dobou je zřejmě dána strukturou tkaniny a druhá vnitřními vlastnostmi struktury nití.

Charakter nových poznatků mají zejména:

- systémový přístup k řešení v kontextu s výrobními činiteli výrobního procesu
- aplikace funkční analýzy při definování hlavní funkce tkacího stroje a stanovení řádu inovací pro vývoj tkacích strojů v systémech „surovina - stroj“ a „stroj - surovina“
- použitá metodika řešení „bezrázové tvorby“ tkanin paprskem s lisovacím účinkem

- strukturální analýza a syntéza kloubových mechanismů s možností stanovení všech existujících variant pomocí výpočetní techniky
- posouzení možnosti zvýšení výkonu jednodrošlupních tkacích strojů analýzou kinematiky prohozního ústrojí s pevným zanašečem

6.2 Téze

1. Další vývoj tkacích strojů lze zajiřřovat zejména:
 - optimalizací procesu tvorby tkaniny v interakci „stroj - surovina“ a „surovina - stroj“ s řízením technologického procesu výroby předepsané struktury tkaniny,
 - snížením počtu chyb vzniklých v průběhu tkaní vlivem textilního materiálu nebo základních mechanismů strojů tak, aby bylo možné realizovat nepřetržité provozy „bez obsluhy“.
2. Výkon jednodrošlupních tkacích strojů je omezen limitními otáčkami a zejména u projektilových skřipcových systémů již nelze očekávat jeho výrazné zvýšení. Zvyšování výkonu bude spojeno se stále rostoucími nároky na základní výzkum a tedy se stále rostoucími náklady.
3. Proces tvorby tkaniny je třeba řešit systémově ve spolupráci textilních technologů a konstruktérů textilních strojů.
Řešení ve vztahu k výrobě musí respektovat souvislosti všech výrobních činitelů.
4. Za rozhodující v procesu tvorby tkaniny je třeba považovat a dále řešit situaci na čele tkaniny.

7. ZÁVĚRY S KONKRÉTNÍMI DOPORUČENÍMI PRO REALIZACI VE SPOLEČENSKÉ PRAXI A DALŠÍ ROZVOJ VĚDY

Hlavní směry hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR na léta 1986 - 1990 s výhledem do roku 2000 ukládají textilnímu průmyslu modernizovat výrobně-technickou základnu s cílem zvyšování kvality a módnosti výrobků a soustavné inovace výroby. V rámci všeobecného strojírenství mají být realizovány strukturální změny s cílem zvýšení výroby o 25 procent a rozvíjeny vybrané obory, mezi které patří textilní strojírenství. Technický rozvoj, na který má být vynaloženo celkem 3,9% užitého národního důchodu se stává rozhodujícím činitelem intenzifikace ekonomiky našeho národního hospodářství.

Státní výzkumný ústav textilní, jako článek vědecko-výzkumné základny textilního průmyslu ČSSR a organizace přímo řízená Ministerstvem průmyslu ČSR řeší nejen konkrétní výzkumné a vývojové úkoly krátkodobého a střednědobého charakteru, ale jako vedoucí pracoviště vědecko-technického rozvoje pro oblast prognóz v textilním průmyslu se zabývá i zpracováním prognóz a koncepcí, řešením úkolů charakteru vyhledávacího výzkumu v oblasti pověření.

Předložená disertační práce „Otázky vývoje tkací techniky se zřetelem k procesu tvorby tkanin“, zpracovávaná jako materiál tohoto VP VTR, je příspěvkem autora k řešení těchto otázek. Lze ji chápat jako „vybrané statě“ navrženého komplexního řešení.

Konkrétně poukazuje na nezbytnost týmového dalšího řešení, přináší analýzu současného stavu a doporučuje směr vývoje tkacích strojů zejména cestou zvyšování jejich spolehlivosti (má přímý vliv nejen na kvalitu tkaniny ale z hlediska ekonomického na jejich užitečný výkon).

Řešení je současně součástí komplexního výzkumu SVÚT zaměřeného na vlastnosti, strukturu a tvorbu textilií. Jako

vyhledávací výzkum nepřináší přímé ekonomické efekty v průmyslové praxi, ale bude využito zejména při přípravě úkolů RVT pro období 8. pětiletého plánu.

Pro další rozvoj vědy má význam interdisciplinární přístup k řešení, umožňující rozlišit úroveň inovačních řádů dalšího technického rozvoje a spojující účelně technické možnosti strojů s technologickými požadavky.

8. LITERATURA

8.1 Použitá literatura

- [1] Aleksejev, K.G.: O příčinách vzniku přírazové proužky 1957, Textilnaja promyšlennost č. 4, s. 32 - 34
- [2] Aleksejev, K.G.: Základy výpočtu parametrů konstrukce a vytváření tkaniny, Moskva, Legkaja industria, 1973
- [3] Apltauver, J.: Tvorba prognóz a koncepcí v textilním strojírenství
Sborník III. konference o teorii strojů a mechanismů, část C, s. 5 - 16
Liberec, září 1980, VŠST
- [4] Bernard, L.: Konstrukce a použití bezčlunkových tkacích strojů
1974, Canadien Textile Journal č.10 s. 95 - 101
- [5] Berthelon, C.: Fehlerfreies Weben, Utopie oder Wirklichkeit?, 1985, Melliand Textilberichte č.9, s. 615 - 619
- [6] Bhattacharyya, S.: Vliv uzlů tkacího stroje na kvalitu tkaniny. Práce ke kandidátské odborné zkoušce 1983, VŠST Liberec
- [7] Conroux : Rok 1980 ve tkání
1975, L industrie Textile č. 1041 s. 15 - 18
- [8] Dobrzański, E.: Základy projektování tkanin. Část I. Struktura tkaniny a její autoregulace v průběhu výroby, Przegląd włókienniczy č.7/1980, s. 383 - 389

- [9] Do van Vinh.: Stanovení mezních dostav tkanin v závislosti na konstrukci tkaniny a silových poměrech při tkání lehkých tkanin na člunkovém stavu K 58, kandidátská práce 1973, VŠST Liberec
- [10] Dynnik, S.A.: Vytváření elementu tkaniny, 1947 Textilnaja promyšlennost č. 4 s. 37 - 40
- [11] Dynnik, S.A.: Příraz útku a jiné podmínky tvoření tkaniny z hlediska zvýšení produktivity tkání, Sborník přednášek konference „O nových směrech tkání“ Brno, červen 1966
- [12] Henzl, J.; Melkus, V.: Regulační technika a její aplikace na regulační soustavu osnovy a tkaniny 1978, Textil č.4, s. 101 - 105
- [13] Horn, V.: Základní úvahy o geometrii prošlupu a aplikace některých závěrů do současné praxe tkání vlnařských tkanin 1966, Textil č. 12, s. 471 - 474
- [14] Horn, V.: Modelová analýza a syntéza dynamiky tkacího procesu kandidátská práce 1968, VŠST Liberec
- [15] Horn, V.; Jankovský, J.; Skokan, V.: Současný stav a úroveň osnovních regulátorů zařízení pro tvorbu tkanin a mechanismů tkacích strojů 1972, Textil č.8, s. 257 - 258
- [16] Horn, V. a kol.: Tkání Sborník z mezinárodní výstavy textilních strojů ITMA 75 v Miláně 1978, SNTL jako účelový náklad KVÚ ELITEX

- [17] Horn, V. a kol.: Tkací stroje na výstavě ITMA 1979
Textil 1980, č.2, str. 64 - 68
- [18] Horn, V.: Tkací stroje na výstavě ITMA 79
1980, Textil roč. 35, č.1, s.18 - 13
- [19] Horn, V.: Jak dále ve tkání?
1981, Textil roč. 36, č.1, s. - 7 - 12
1981, textil roč. 36, č.2, s. 42 - 45
- [20] Horn, V.: Modelování tkacího procesu, 1983
Textil s. 308-312, s. 353-357
- [21] Horn, V.: Tkací stroje na výstavě ITMA 83
1984, Textil roč.39, č.1, s. 18 - 24
1984, Textil roč.39, č.2, s. 51 - 55
- [22] Chadwick, A.: Vzduchové tryskové tkací stroje
Přednáška na konferenci o vzduchovém
tryskovém tkání, Shirley Institute
červen 1982
- [23] Charvát, J.: Metodika výpočtu a konstrukce textil-
ních mechanismů
1.část IP VÚP, č.3/1964, s. 11 - 28
2.část IP VÚP, č.6/1965, s. 49 - 66
3.část IP VÚP, č.1/1966, s. 89 -108
4.část IP VÚP, č.2/1966, s. 89 -104
- [24] Charvát, J.: Systematická klasifikace mechanismu
bidla tkacího stavu. Sborník mezinárodní
konference „Nové směry ve tkalcovské
technice" s. 56-75, Brno, červen 1966
- [25] Charvát, J.: Mechanické systémy s hydraulickými
členy a jejich uplatnění v konstrukci
tkacích strojů
Sborník III.konference o teorii strojů
a mechanismů, část D, s. 111 - 136
Liberec, září 1980

- [26] Charvát, J.: Kinematické modely pevného zanašeče útku tkacího stroje, III. Sborník vědecko-výzkumných prací VŠST Liberec, MTI Moskva, PL Łódź, TH K-M-S, s. 417 - 422, Liberec, 1985
- [27] Charvát, J.: K syntéze složených kloubových přírazových mechanismů tkacích strojů s komplanárním pohybem bidlenu
Sborník vědeckých prací z konference k 15. výročí založení VŠST
str. 489 - 506, 1969, Liberec
- [28] Janda, J.; Skokan, V.: Proč některé tkací stroje pruhují. Textil č. 5 - 6/1984, s. 180 - 184
- [29] Jefremov, E.D.: O přemístění čela tkaniny vlivem vytvoření prošlupu, IVUZ - Technologija tekstilnoj promyšlennosti
- [30] Jefremov, E.D.; Achunbabajev, O.A.: Nárůst napětí osnovní nitě přírazem - IVUZ
Technologija tekstilnoj promyšlennosti 1985, č. 5, s. 29 - 31
- [31] Jefremov, E.D. a kol.: Přetvoření osnovních nití přírazem na tkacím stroji
IVUZ - Technologija tekstilnoj promyšlennosti 1985, č. 6, str. 33 - 35
- [32] Jiša, J.: Studie možnosti přírazů útku osnovními nitmi, Diplomová práce 1981, VŠST Liberec
- [33] Keller, A.H.: Stav vývoje a tendence ve výrobní technice přízí a plošných textilií
Informace k exponátům na ITMA 79 v Hannoveru 1979 Mezinárodní textilní servis ITS CH-8952 Schlieren - Zürich

- [34] Kemp, A.: Rozšíření Peirceovy geometrie tkanin na zploštělé nitě s nekruhovým průřezem 1958, S.Text.Inst. 49
- [35] Kirchenberger, H.: Die Ergebnisse der ITMA 83 bezüglich des Webmaschinenbaues, Sborník 15. mezinárodní tkalcovské konference Štrbské pleso, květen 1984
- [36] Kohlhaas, O.: Einfluss einzelner Webmaschinenparameter auf die Gewebeerzeugung und die Kettfadenbeanspruchung. Dissertation von Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch - Westfälischen Technischen Hochschule 1983, Aachen
- [37] Kolektiv: Špičkové textilní stroje, Hodnocení poznatků z ITMA 1983, Sborník konference Liberec, 12/1983
- [38] Kolektiv PZO Strojimport: Vyhodnocení technické úrovně tkacích strojů vystavovaných na ATME-I-85 v Greenville ve dnech 24.4. - 3.5.1985, 1985 Praha
- [39] Koldinský, O.; Švehla, K.; Neckář, B.: Tvorba-struktura-vlastnosti-hodnocení textilní Sborník přednášek 2.celostátní konference „Struktura a vlastnosti textilií,“ Liberec, červen 1981
- [40] Krčma, R.; Samojlova, L.V.: Pojené textilie ve spleti nekonečných vláken a z vláken dvousložkových, Textil, roč. 28, 1973 č.7, s. 255 - 259
- [41] Křivohlávek, V.: Základy projektování textilií Účelová publikace VÚLV Šumperk 1976

- [42] Křivohlávek, V.: Mechanismus tvorby tkaniny, písemná část odborné zkoušky 1980, Liberec
- [43] Křivohlávek, V.; Koldinský, O.: Nové výrobky jako výsledek cílevědomé činnosti výzkumu a vývoje, 1982, Textil č. 11
- [44] Křivohlávek, V.: Příspěvek k problematice procesu tvorby tkaniny, IV.konference o teorii strojů a mechanismů 1984, VŠST Liberec
- [45] Kuda, V.: Rozvoj vzduchového tkání ve světě Sborník přednášek ze 14.mezinárodní tkalcovské konference Štrbské pleso, červen 1982
- [46] Migušov, I.I.: Mechanika textilní nitě a tkaniny 1980, Legkaja industrija, Moskva
- [47] Milašius, V.M.; Matukonis, A.V.: Výzkum relaxačních procesů na čs. pneumatickém tkalcovském stavu P-125, Sborník přednášek z 6. mezinárodní konference „Nové směry v technice, technologii a organizaci ve tkalcovnách“, Brno, červen 1972
- [48] Militký, J.; Jansa, J.: K modelování reologického chování textilií, Sborník přednášek z 41. zasedání OS reologie české chemické společnosti při ČSAV 1977, Dvůr Králové n.L.
- [49] Moravec, V.: Vzorování žakárových tkanin pomocí počítače, Textil, ročník 1983, s. 171 - 173

- [50] Neckář, B.; Koldinský, O.; Kovářová, A.: Diagnostika vnitřní struktury textilií jako nástroj konstruktéra, Sborník III. konference o teorii strojů a mechanismů, Liberec, září 1980
- [51] Nosek, S.: Statické vlastnosti osnovy a tkaniny kandidátská práce, 1965, VŠST Liberec
- [52] Nosek, S.: Autocontrol of cloth structure in the weft
Věda a výzkum v textilním průmyslu 1967, ročník VIII. s. 93 - 140
- [53] Nosek, S.: Dynamická setkatelnost tkanin, Sborník přednášek 2. mezinárodní konference „Nové směry ve tkalcovské technice“ s. 141-170, Brno, červen 1968
- [54] Nosek, S.: Řídící faktory namáhání rychloběžných přírazných mechanismů, Sborník přednášek z 6. mezinárodní konference „Nové směry v technice, technologii a organizaci ve tkalcovnách“, Brno, červen 1972
- [55] Nosek, S.: Autocontrol of the cloth structure in the warp
Věda a výzkum v textilním průmyslu 1968, ročník IX, s. 135 - 166
1972, ročník XII, s. 23 - 70
- [56] Nosek, S.: Factors controlling weavability with regard to beat-up motions on modern weaving looms
Věda a výzkum v textilním průmyslu 1974, ročník XV, s. 65 - 110

- [57] Nosek, S.: The strukture of fabries from multi-
-shed weaving machines.
Věda a výzkum v textilním průmyslu
1975, ročník XVI, s. 87 - 124
- [58] Nosek, S.: Leistungen der Wellenfachtechnik
Investa 1976 č. 3, str. 3 - 11
- [59] Nosek, S.: Proces formování tkaniny.
Věda a výzkum v textilním průmyslu,
1977 č. VII, s. 70 - 107
- [60] Nosek, S.: Mechanische Leistungsgrenzen von
Einzelfach und Mehrphasen Webmaschi-
nen. Melliand Textilberichte (1979)
č.5, str. 389-793 a č.6 str. 460-464
- [61] Nosek, S.: Trendy tkací techniky na ITMĚ 1979
z hlediska textilní technologie,
Sborník z konference „Špičkové tkací
stroje“ str.91-105, Liberec
listopad 1979
- [62] Nosek, S.: Zákonitosti energetické náročnosti
výroby tkanin při růstu výkonů jed-
notlivých tkacích principů,
Sborník z III. konference o teorii
strojů a mechanismů, část D str.1-8
VŠST - katedra textilních a oděvních
strojů Liberec, září 1980
- [63] Nosek, S.: Struktura tkaniny z tkacích strojů,
zejména víceprošlupných, Sborník
přednášek 2. celostátní konference
„Struktura a vlastnosti textilií“,
Liberec, červen 1981
- [64] Nosek, S.: Víceprošlupní tkací stroje ITMA 83
1984, Textil roč.39, č.4, s.121-129

- [65] Novikov, N.G.: O konstrukci a projektování tkaniny geometrickou metodou 1946, Tekstilnaja promyšlennost č.2, 4,5,6, 11 - 12, s. 9-17, 17-25
- [66] Olofson, B.: In Eirich F.R.Ed.Rheology Vol.5, Academic Press, London 1969
- [67] Palhoun, M.: Přínos inovace hydraulických tryskových stavů ELITEX tkalcovnám Sborník přednášek ze 14.mezinárodní tkalcovské konference Štrbské pleso, červen 1982
- [68] Panjukov, V.M.; Mindovskij, S.K.: Analýza procesu formování tkaniny IVUZ - Technologija tekstilnoj promyšlennosti 1985, č.6, str. 39 - 42
- [69] Pávek, M.: Československé textilní strojírenství Technické muzeum v Brně a Elitex GŘ v Liberci, 1981
- [70] Peirce, F.T.: Struktura a geometrie textilií 1937, J. Text. Inst. 28, T 45
- [71] Peirce, F.T.: Geometrické principy použité pro konstrukci tkanin 1947, Text. Res. Journal, s. 123-147
- [72] Pilisi, J.: Zanášení útku ve tkání. Pokrok a perspektivy 1984, L Industrie textile č.1141, s. 129 - 138
- [73] Pompe, F.: Správné postavení osnovní svůrky a činnost regulátoru 1961, Textil č. 2, s. 49 - 51

- [74] Příruční slovník naučný, ACADEMIA, nakladatelství ČSAV
Praha 1967
- [75] Sedlický, V.: Elektronické řízení listového stroje
Kandidátská práce 1981, VŠST Liberec
- [76] Smirnov, V.I.: Výzkum stavby tkaniny plátňové vazby
1959, překlady VÚB Ústí n.Orlicí
č.P 3225 a P 3532
- [77] Smirnov, V.I.: O analytickém stanovení výšky vln
osnovních a útkových nití v tka-
ninách s plátňovou vazbou 1963,
Tekstilnaja promyšlennost č.12, s.33-38
- [78] Stein, F.: Vom Wesen der Tuchbindung, Melliand
Textilberichte, 1927 s.994-999
- [79] Strjaskov, N.: O knize V.I.Smirnova „Výzkum stavby
tkaniny plátňové vazby“, 1963,
Tekstilnaja promyšlennost č.4, s.84-86
- [80] Svatý, V.: Co nového přinesla ITMA 83 v rozvoji
jednoduché tkací techniky
Sborník přednášek z konference
„Špičkové textilní stroje“
Liberec, prosinec 1983
- [81] Szosland, B.: Teoreticko-experimentální předpoklady
pro zlepšení dynamických podmínek
tkaní a jeho zintenzivnění, Sborník
přednášek konference „O nových smě-
rech technologie tkání, Brno,
červen 1966
- [82] Škop, P.: Kontrolní, informační a řídicí
systémy prohozních ústrojí vzducho-
vých tryskových tkacích strojů
Kandidátská disertační práce
1985, VŠST Liberec

- [83] Talavášek, O.: Zvýšení rychlosti tkaní, Sborník vědeckých prací z konference k 15. výročí založení VŠST s. 523 - 538, 1969 Liberec
- [84] Talavášek, O.: Nové mechanismy tkacích strojů 1971, Textil č. 7, s. 225 - 228
- [85] Talavášek, O.; Svatý, V.: Bezčlunkové stavy SNTL, Praha 1975
- [86] Tenzer, O.: Některé filosoficko-metodologické otázky rozhodovacích procesů Učební text IVVP MŠ ČSR při VŠE, Praha 1977
- [87] Vasilčenko, V.N.: Vliv rychlosti tkacího stroje na podmínky přirazu útkové nitě 1957, Tekstilnaja promyšlennost č. 12, s. 23 - 26
- [88] Vlček, R. a kol.: Hodnotová analýza SNTL, Praha 1973
- [89] Vlček, R.: Hodnotová analýza v řízení Institut řízení, Praha 1982
- [90] Volf, F.: Hodnotová analýza ve stavebnictví, SNTL, Praha 1982
- [91] Wilfert, M. a kol.: Současné směry vývoje bavlnářské technologie a techniky, ITMA 79 II. díl: Zařízení pro bavlnářské přípravný a tkalcovny. Knižnice VÚB ročník VII 1980, Ústí nad Orlicí
- [92] Wolf, K.: Diagnostika součástí regulátorů tkacího stroje, kandidátská práce 1986, VŠST Liberec

- [93] Wolffgramm, H.: Allgemeine Technologie
VEB Fachbuchverlag Leipzig 1978
- [94] Zapletal, F.: Předpokládaný vývoj textilních
materiálů, Sborník z konference
„Prognózy a koncepce rozvoje odvětví
textilního, oděvního a kožedělného
průmyslu ČSSR“
str. 135 - 147 Hradec Králové
29. - 30. září 1981
- [95] Zeller, R.: Fehlerfreies Weben, Utopie oder
Wirklichkeit ?
Sborník přednášek z 16. mezinárodní
konference „Současný rozvoj přípravné
techniky pro tkání“
Štrbské pleso, květen 1986.

8.2 Práce autora související s řešenou problematikou

- [1] Křivohlávek, V.: Druhá mezinárodní konference „O nových směrech ve tkalcovské technice“
Tkalcovský bulletin č.2, Šumperk 1968
- [2] Křivohlávek, V.: Uplatní se hodnotová analýza v textilním průmyslu ?
Informativní přehled VÚLV č.2, Šumperk 1970
- [3] Křivohlávek, V.: Některé konstrukce vodícího mechanismu člunku tkacího stavu
Tkalcovský bulletin č.1, Šumperk 1971
- [4] Křivohlávek, V.: Nové výrobky z hlediska užitných vlastností
Informativní přehled VÚLV č.2-3, Šumperk 1972
- [5] Horáková V., Křivohlávek, V.: Osnovní regulátory tkacích stavů. Informativní přehled VÚLV č.2-3, Šumperk 1973
- [6] Henyš, V.; Křivohlávek, V.: Hodnotová analýza - metoda návrhu konstrukce tírenských strojů
Informativní přehled VÚLV, č.2-3, Šumperk 1976
- [7] Křivohlávek, V.: Projektování textilií utopie či skutečnost ?
Informativní přehled VÚLV č.1, Šumperk 1976
- [8] Křivohlávek, V.: Základy projektování textilií
Účelová publikace VÚLV, Šumperk 1976
- [9] Šulc, M.; Křivohlávek, V.: Příspěvek k problematice přírodního stárnutí tkanin,
Informativní přehled VÚLV, Šumperk 1977

- [10] Křivohlávek, V.: Systém projektování technických textilií
Technické textilie, kap. XVIII,
SNTL Praha, 1978
- [11] Křivohlávek, V.: Příspěvek k strukturálním otázkám regu-
látorů tkacích strojů, XII. mezinárodní
tkalcovská konference Vysoké Tatry 1978
- [12] Křivohlávek, V.: Vybrané statě z mechaniky, účelová
publikace SVÚT určená pro potřebu
aspirantů VŠST v Liberci
SVÚT Liberec, červen 1979
- [13] Neckář, B.; Křivohlávek V.; Koldinský, O.; Švehla, K.:
Textilní výzkum z pohledu 2. celostátní
konference „Struktura a vlastnosti
textilií“, Textil č. 12/1980
- [14] Křivohlávek, V.: Mechanismus tvorby tkaniny
VŠST Liberec, 1980
- [15] Křivohlávek, V.: Konstrukce a užité vlastnosti plošných
textilií, Příručka textilního odborníka
SNTL/ALFA, 1981
- [16] Křivohlávek, V.; Koldinský, O.: Textilní výrobek jako
výsledek jeho řízené tvorby, Symposium
se zahraniční účastí „Technický rozvoj
a inovace výrobků“
Brno 11. - 13.5.1982
- [17] Křivohlávek, V.; Koldinský, O.: Nové výrobky jako výsle-
dek cílevědomé koncepční činnosti
výzkumu a vývoje, Textil 11/82
- [18] Křivohlávek, V.; Koldinský, O.: dtto
SSSR, Tekstilnaja promyšlennost č.11/82
- [19] Křivohlávek, V.; Koldinský, O.: dtto
BLR, Textilna promyšlenost č.11/83

- [20] Charvát, J.; Křivohlávek, V.: Kinematické posuzování složitých mechanismů tkacích strojů, 15. mezinárodní tkalcovská konference Štrbské pleso, 15. - 17.5.1984
- [21] Křivohlávek, V.: Příspěvek k problematice procesu tvorby tkaniny, IV. konference o teorii strojů a mechanismů s mezinárodní účastí Liberec, 11. - 13.9.1984
- [22] Křivohlávek, V.: Zákonitosti tvorby výrobků - východisko tvořivé práce konstruktéra 1985, SVÚT, v rukopisu
- [23] Horák, J.; Křivohlávek, V.: Technologičnost rámců tkacích strojů
připraveno pro tisk

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 - Tkací stroje na světové výstavě textilních strojů ITMA 83 v Miláně (přehled zpracován Ing. Hornem, CSc)
- P 2 - Systematická klasifikace šestičlenných kloubových přírazových mechanismů
- P 3 - Trendy charakteristických rysů tkacích strojů na výstavách ITMA (graficky zpracováno Ing. Noskem, DrSc)
- P 4 - Měření napětí v osnově, jako jednoho z diagnostických parametrů pro posouzení procesu tvorby tkaniny
- P 5 - Relaxační vlastnosti tkaniny

2,54 Tkací stroje na světové výstavě textilních strojů ITMA 83 v Miláně

Člunkové tkací stroje

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek [cm]	Rozsah otáček [min ⁻¹]	Zatkaň sátek [m . min ⁻¹]	Záměna útku	Prošlup	Novinky
Picanol	2	92—350	180—240	až 650	1—4	vačky, listový stroj žakár	zvýšený výkon o 5 % fizezi mikroprocesorem
Kingston	1	50—230	145—185	90—333	1	—	nový výrobce
Saurer	nabízí	120—380	—	až 600	1—4	vačky, listový stroj žakár	1 pro smyčkové tkaniny
Jürgens	nabízí	až 680	speciální stroje pro technické tkaniny a plstěnce				
Texo	nabízí	až 3 000	speciální stroje pro papírenské plstěnce, síta, filtry a technické tkaniny				

Tkací stroje se sklípečovým prohozem

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek [cm]	Rozsah otáček [min ⁻¹]	Zatkaný útek [m . min ⁻¹]	Záměna útku	Prošlup	Novinky
Sulzer typ PU	7	189—545	213—400	700—1000	6	vačky 14 listů 18listový stroj žakár	zvýšený výkon o 10 % nová šířka 189 cm s frekvencí 400 ot.
typ PS	4	360 a 400	314—330	1155—1250	2	vačky 12 listů 12listový stroj	dvojnásobná záměna zvýšený výkon o 12 %
Antares-STB	2	216 a 330 nabízí 390	250 a 300	648—825	4	vačky 10 listů 20listový stroj	nový výrobce

Speciální jehlové tkací stroje

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek [cm]	Rozsah otáček [min ⁻¹]	Zatkaný útek [m . min ⁻¹]	Záměna útku	Prošlup	Novinka
Günne	1	160 nabízí 230	270	432 × 2	1	listový stroj žakár	zvýšený výkon o 20 %
Güsken	1	180	325	585 × 2	1	listový stroj žakár	zvýšený výkon o 10 %
Jürgens	1	180	240	432 × 2	1	listový stroj žakár	nabízí stroje pro výrobu speciálních a technických tkanin s vysokou setkacíností
SACM	1	220—320	64—80	352—410	1	žakár	stroj pro výrobu dvojplyšových koberců vystavovací poprvé
Textima	1	150—240	230—250	(375—555) × 2	1	žakár	stroj pro výrobu dvojplyšových koberců
Van de Wiele	1	250	200	500 × 2	1	vačky 6 listů	stroj pro výrobu techn. tkanin a filtrů
W. a Longbottom	1						

Jehlové tkací stroje

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek (cm)	Rozsah otáček (min ⁻¹)	Zatkaný útek (m . min ⁻¹)	Záměna útku	Proslup	Novinky
Crippa	2	190—220 nabízeno 360	350—420 nabízeno 240	770—800 nabízeno 850	8	vačky listový stroj žakár	nový výrobce zbož. regulátor bez sady výměnných kol
Dornier	8	150—320 nabízeno 400	165—420	530—630	8	vačky listový stroj žakár	prototyp 150 cm, 420 ot. zvýšení výkonu o 30 % elektrický os. regulátor i pro 2 vály možnost tkaní různých útk. dostav šířková rozpička
Günne	1	150—230	270	až 490	8	vačky listový stroj žakár	
Hoock	1	170—400	165—350	až 660	8	vačky 12 listů 28listový stroj žakár	
Kingston	1	186—230	210—280	480—520	8	vačky 8 listů 20listový stroj	nový výrobce
Meteor	1	190—380	160—260	500—600	8	vačky 12 listů 28listový stroj žakár	nový výrobce pohon jehel globoidními vačkami
N. Pignone	10	200—360 nabízeno 420	180—350	600—760	8	vačky listový stroj žakár	zvýšený výkon o 15 %
Pematrix	1	190—380	160—240	450—610	8	vačky 12 listů 28listový stroj žakár	nový výrobce strojů pro smyčkové tkaniny na bázi stroje Somet nedoraz tvořen odklop- ným paprskem
Picanol	5	190—580	320—420	780—900	6	vačky 8 listů 22listový stroj žakár	nový typ stroje se zvý- šeným výkonem o 60 %
Sabadell	1	200	350	700	6	vačky 28listový stroj žakár	nový výrobce
SACM typ UL 1000	6	160—200 nabízeno 240	480—530	830—960	8	vačky 10 listů 24listový stroj žakár	nový typ stroje se zvý- šeným výkonem o 30 %
typ MAV	1	180—200	225			speciální stroj pro technické tkaniny	
Saurer typ 350	1	190	230	440	8	listový stroj	adaptace člunkového stroje
typ 400	3	185—245 nabízeno 265	265—400	650—740	6	24 listový stroj žakár	
typ 500	4	(185—225) × 2	295—355	1220—1330	6	vačky 4 listy listový stroj typu Mutronic	zvýšení výkonu o 15 % zakladané kraje elektronický listový stroj
Somet typ ST 880	8	190—360	225—345	680—830	8	vačky 12 listů 20listový stroj žakár	zvýšený výkon o 18 %
typ SM 92	4	190—340 nabízeno 380	290—520	935—1140	8	vačky 14 listů 20listový stroj žakár	nová typová řada se zvýšeným výkonem o 60 %
Sulzer-Rüti	7	140—280	272—400	610—755	8	vačky 12 listů 27listový stroj žakár	zvýšený výkon o 12 %
Vamatex typ SP/231	2	220—340 nabízeno 190—360	275—360	790—935	8	vačky listový stroj žakár	stroje na výrobu smyčkových tkanin el. regulátor smyč. osnovy
typ C/401	8	190—360 nabízeno 380	270—445	845—1070	8	vačky 14 listů 20listový stroj žakár	nová typová řada s vý- konem vyšším o 30 %
typ P/1000	1	380	335	1273	mísici	vačky	prototyp
typ P/1001	1	190	555	1055	mísici	vačky	prototyp

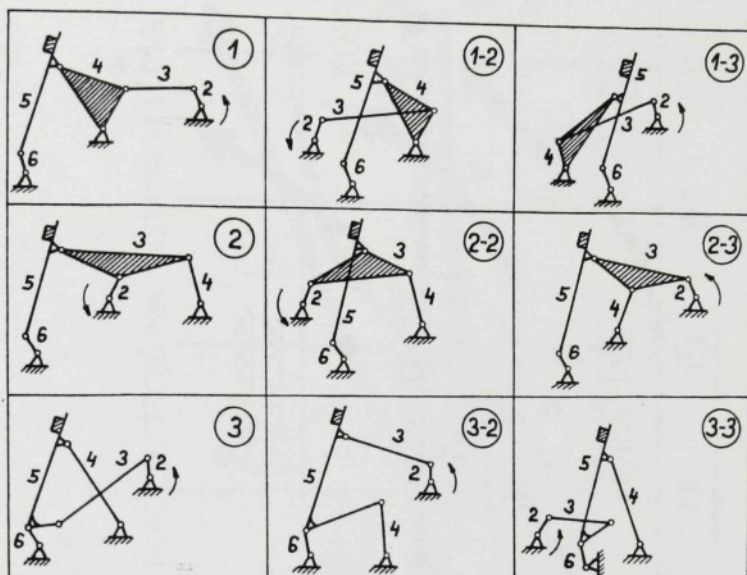
Tkací stroje se vzduchovým prohozem

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek [cm]	Rozsah otáček [min ⁻¹]	Zatkačný útek [m . min ⁻¹]	Záměna útku	Prošlup	Novinky
Tsudakoma	7	150—360	430—700	850—1548	mísicí	kličky 6 listů vačky 10 listů 16listový stroj	zvýšení výkonu o 20 % mísicí záměna 1 : 1, 1 : 2, 2 : 2, zakládání kraje
Toyota	5	150—290	482—610	855—1400	mísicí	kličky 6 listů vačky 10 listů 16listový stroj žakár	mísicí záměna, elektronické řízení prohozu zvýšení výkonu o 30 %
Nissan	5	190—400	400—560	855—1600	mísicí 2 barvy	kličky 4 listů vačky 9 listů 16listový stroj	zvýšení výkonu o 60 % šířka 400 cm, mísicí a dvou- barevná záměna, nový vzduchový prohoz
Sulzer-Höti	6	140—360	420—600 předváděčno 720	950—1640	mísicí	kličky 8 listů vačky 12 listů 16listový stroj	zvýšení výkonu o 40 % šířka nad 280 cm
Günne	3	150—230 nabízeno 280	330—560	1008—528 x 2	—	vačky 10 listů 16listový stroj žakár	nový výrobce, tkaní froté tkaní dvojitých plyšů
Picanol	4	190—330	400—680	1100—1430	mísicí 2 barvy	kličky 8 listů vačky 12 listů 16listový stroj	nový výrobce, dvoubarevná záměna, zakládání kraje el. o. regulátor
Bonas	3	180—220 nabízeno 330	380—740	836—1560	mísicí 4 barvy	vačky 10 listů 16listový stroj	nový výrobce, nový způsob prohozu, 4 barvy plynový kompenzátor napětí osmový
Saurer	5	185—285	525—700	1300—1500	mísicí 2 barvy	kličky 8 listů vačky 10 listů 16listový stroj	nový výrobce, nový způsob prohozu zpevnění krajů ultrazvukem
Meteor	3	175—230	540—740	1225—1300	mísicí	kličky, vačky listový stroj	nový výrobce
Vamatex	1	210	520	1050	4 barvy	vačky	nový výrobce, čtyřbarevná záměna

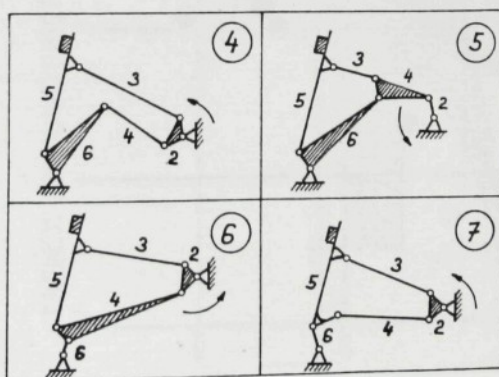
Tkací stroje s vodním prohozem

Výrobce	Počet strojů	Rozsah šířek [cm]	Rozsah otáček [min ⁻¹]	Zatkačný útek [m . min ⁻¹]	Záměna útku	Prošlup	Novinky
Meteor	1	175—230	do 630, předváděčno 740	do 1295	—	kličky, vačky do 10 listů 16listový stroj	zvýšený výkon o 10 %
Nissan	2	150—230	do 620, předváděčno 810	do 1540	mísicí	kličky, 16listový stroj	zvýšený výkon o 10 %
Tsudakoma	2	150—230	předváděčno 800	do 1680	mísicí	kličky, 16listový stroj	zvýšený výkon o více než 20 %

SYSTEMATICKÁ KLASIFIKACE ŠESTIČLENNÝCH KLOUBOVÝCH
PŘÍRAZOVÝCH MECHANISMŮ

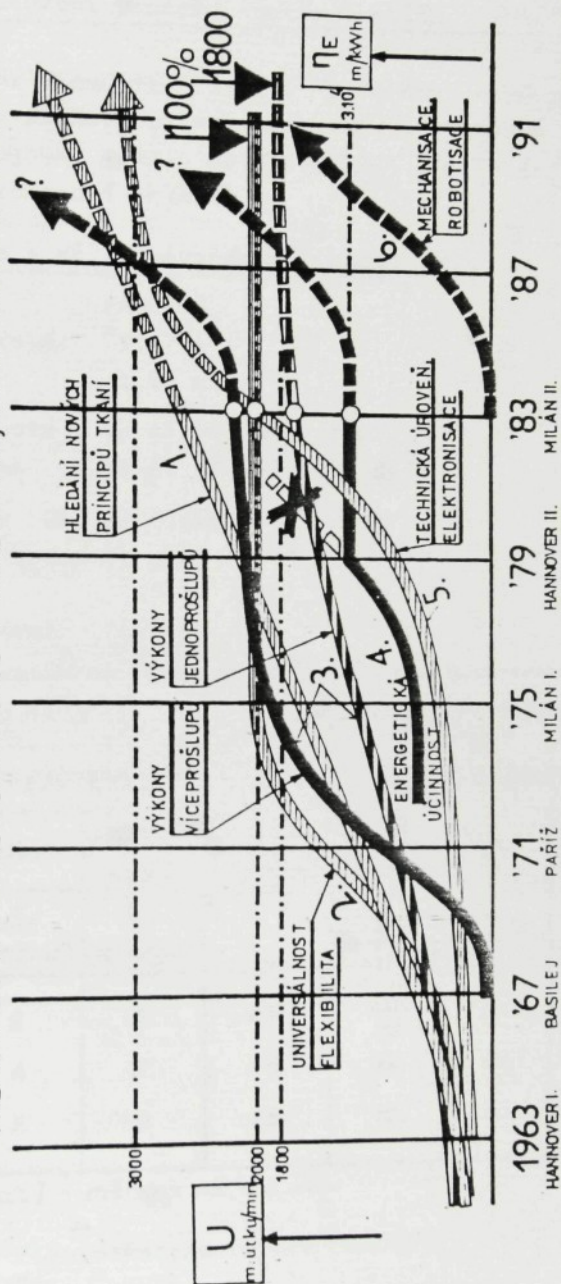


Struktury se třemi body na rámu



Struktury se dvěma body na rámu

TRENDY CHARAKTERISTICKÝCH RYSŮ TKACÍCH STROJŮ NA VÝSTAVÁCH ITMA



Měření napětí v osnově, jako jednoho z diagnostických parametrů pro posouzení procesu tvorby tkaniny

Zkoumání podílu napětí v osnově na procesu tvorby tkaniny bylo provedeno plánovaným experimentem ve zkušebně tkacích strojů k. p. Zbrojovka Vsetín na vzduchovém tkacím stroji PN 170 B za těchto podmínek:

A. Základní údaje o zpracovávaném materiálu

Druh tkaniny: FAMULUS

Šířka - paprsková: 1,67 m

režná : 1,63 m

Materiál - osnova: ba AI BD 35,5 tex

útek : ba AI BD 35,5 tex

Dostava osnovy : 36 nt.cm^{-1}

Celkový počet nití: 6 040

B. Rozsah experimentu (viz tabulka)

OTÁČKY HLAVNÍHO HŘÍDELE $n = 400 \text{ min}^{-1}$				OTÁČKY HLAVNÍHO HŘÍDELE $n = 460 \text{ min}^{-1}$			
D_u [nt.cm ⁻¹]	ČÍSLO EXPERIMENTU			D_u [nt.cm ⁻¹]	ČÍSLO EXPERIMENTU		
	ustálený chod		rozběh + zastav.		ustálený chod		rozběh + zastav.
	S_o [N/1nit]	S_o [N/100nt]	S_o [N/100nt]		S_o [N/1nit]	S_o [N/100nt]	S_o [N/100nt]
20	1	2	3	20	18	16	17
24	6	4	5	24	13	14	15
28	7	8	9	28	12	10	11

Pozn.: S_o [N/1nit] - měřeno nit v 5. listu

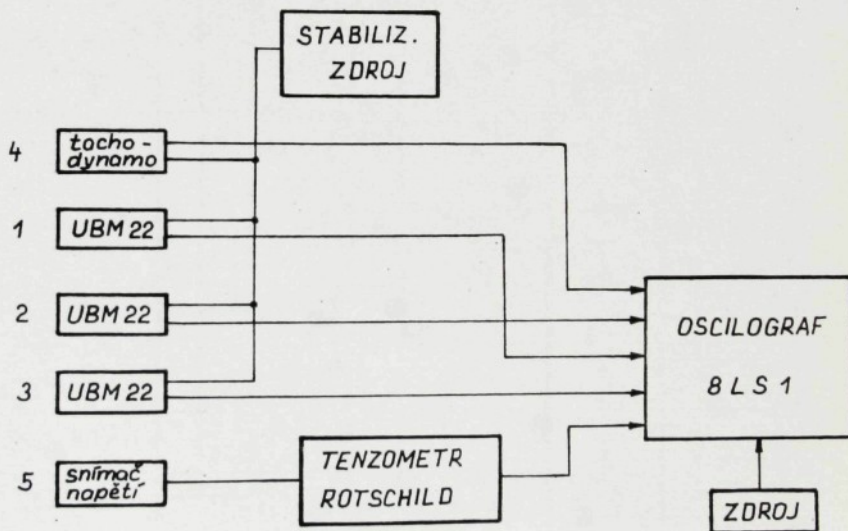
Tabulka 1 - Plán experimentu pro PN 170 B

C. Komplexnost měření

Je zajišťována snímáním sdružených veličin na tkacím stroji, představujících činnost hlavních mechanismů stroje a identifikačních veličin takto:

- natočení hlavního hřídele snímač č. 1
- poloha bidlenu přírazového mechanismu snímač č. 2
- horní poloha listu snímač č. 3
- natočení osnovního válu snímač č. 4
- napětí osnovní niti
- 1 niť
- 100 nití
- } snímač č. 5

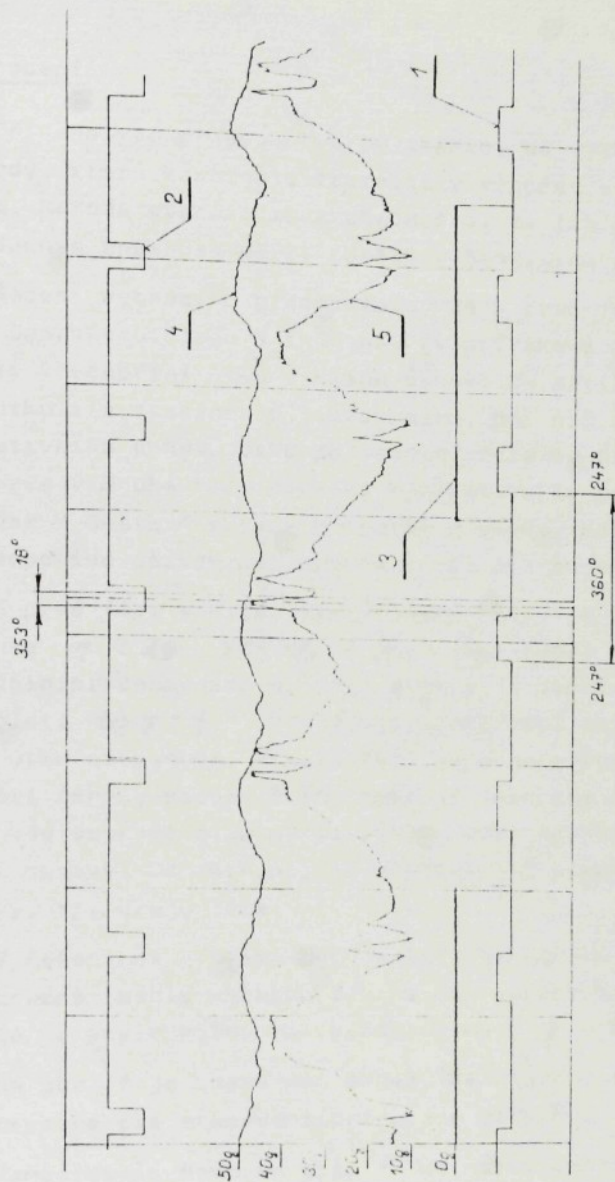
Blokové schéma elektrického zapojení - viz obr. 1.



Obr. 1 Blokové schéma měření

D. Výsledky měření

Záznam z měření (pro experiment 18 ve smyslu tabulky 1) je na obr. 2.



Obr. 2 Záznam z měření - experiment 18

E. Vyhodnocení

Při analýze procesu tvorby tkaniny se vycházelo z metody, která kombinuje teoretický výpočet s experimentem. Metoda vychází ze skutečnosti, že lze poměrně jednoduchým způsobem měřit napětí v osnovních nitích.

Řešení vychází z předpokladu, že v první fázi po kontaktu paprsku bidlenu s tkaninou (v přírazové přímce), dochází k vzepření útku v klínu osnovních nití a k posunutí útku i s tkaninou o jistou míru, při níž nedochází k relativnímu pohybu útku po osnově. Dále se předpokládá, že teprve v druhé fázi dochází k relativnímu pohybu útku vzhledem k dostavě a tedy k tvorbě dostavy. Konec druhé fáze odpovídá poloze paprsku na konci přírazové proužky.

K první fázi pohybu útku dochází vždy, je-li splněna podmínka $\eta < 2\varphi$, kde $\eta = \beta_1 + \beta'_1$ (úhel mezi horními a dolními osnovními nitěmi) a φ je frikční úhel, pro nějž platí $\operatorname{tg} \varphi = f$, kde f je součinitel smykového tření útku po osnově. V této fázi se osnova prodlužuje a napětí osnovy roste. První fáze je ukončena v poloze útku, kdy smyková síla proti pohybu útku dosáhne hodnoty napětí osnovy. Od této polohy nastává již vlastní tvorba dostavy, tj. druhá fáze,

V řešení se přijímá předpoklad, že osnova se deformuje pružně (podle Hookova zákona) a paprsek se pohybuje tak, že je stále kolmý na tkací rovinu ($\beta = 0^\circ$).

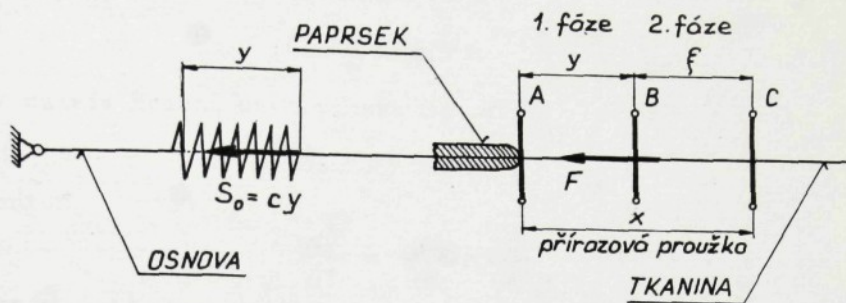
Na obr. 3 je znázorněn model, ze kterého byla sestavena rovnice pro stanovení přírazové síly F .

Označíme-li hodnotu síly F na konci úseku první fáze $F = F_{\text{stat}}$ pak platí

$$F_{\text{stat}} = S_0 = cy \quad (1)$$

Pro druhou fázi budeme předpokládat, že síla $F = F_{\text{kin}}$ a že F_{kin} je funkcí relativní rychlosti $v = \frac{d\xi}{dt}$ útku po osnově, tj.

$$F_{\text{kin}} = f \left(\frac{d\xi}{dt} \right) \quad (2)$$

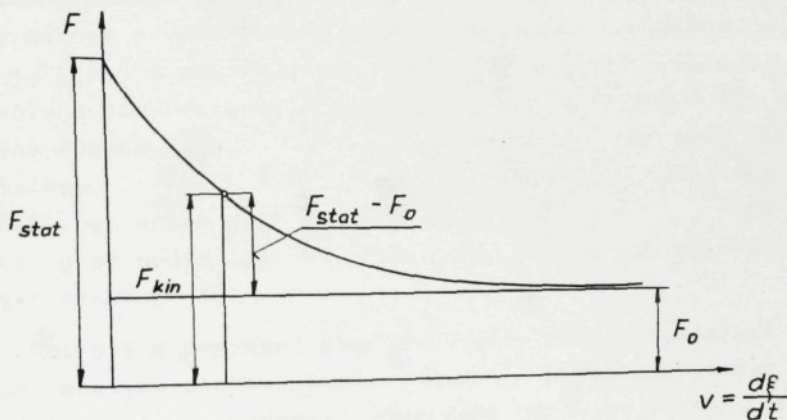


Obr. 3 Model tkacího procesu

Vzhledem k tomu, že F_{kin} klesá s rychlostí $v = \frac{d\xi}{dt}$ připustíme pokles síly F_{kin} z hodnoty F_{stat} na hodnotu F_0 podle exponenciální závislosti

$$F_{kin} = F_0 + (F_{stat} - F_0) e^{-kv} \quad (3)$$

Graf funkce (3) je naznačen na obr. 4



Obr. 4 Graf funkce $F_{kin} = F_0 + (F_{stat} - F_0) e^{-kv}$

Označíme-li

$$F_{stat} = \alpha F_0$$

dostaneme ze vztahu (3)

$$F_{kin} = F_0 + (\alpha F_0 - F_0) e^{-kv}$$

a odtud

$$F_{kin} = F_0 [1 + e^{-kv} (\lambda - 1)] \quad (4)$$

V dalším řešení pak vyjdeme ze vztahu

$$S_0 = cy = c(x - f)$$

odtud

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt} - \frac{df}{dt}$$

tedy

$$v = \frac{df}{dt} = \frac{dx}{dt} - \frac{1}{c} \frac{dS_0}{dt} \quad (5)$$

Ve vztahu (5) představuje $\frac{dS_0}{dt}$ časovou derivaci průběhu napětí S_0 v osnovní niti v závislosti na čase. Závislost $\frac{dS_0}{dt}$ získáme tedy derivací závislosti $S_0 = f(t)$ z naměřené křivky napětí osnovních nití. Výraz $\frac{dx}{dt}$ značí rychlost přírazového „bodu“ paprsku bidlenu podle strukturálního uspořádání a otáček přírazového mechanismu.

Při zpracování grafického záznamu podle obr. 2 byla provedena grafická derivace (výhodnější bude zřejmě digitalizovaný záznam a vyhodnocení pomocí výpočetní techniky) funkce $S_0 = f(t)$ a získán graf funkce $\frac{dS_0}{dt} = \dot{S}_0(t)$, dále byla stanovena konstanta c a derivací závislosti $x = x(t)$ byla určena funkce $\frac{dx}{dt} = \dot{x}(t)$. Ze vztahu (5) pak byla určena závislost $\frac{df}{dt} = \dot{f}(t)$. Eliminací času t z funkcí $S_0 = f(t)$ a $\dot{f}(t)$ byl určen graf funkce $S_0 = \mathcal{U}(\dot{f}) = F$, čímž byl získán graf podle obr. 4, který lze s jistou přibližností popsat vztahem (4).

Celkově experiment prokázal použitelnost naznačené metody pro analýzu procesu tvorby tkaniny, avšak nezbytnost grafické derivace a neidentifikovatelné odchylky záznamu při hodnocení experimentu jako celku neumožnily objektivní posouzení tkacího procesu a vyloučily i možnost posouzení vlivu jednotlivých mechanismů.

Relaxační vlastnosti tkaniny

Měření provedeno na zařízení INSTRON ve SVÚT Liberec

Tkanina: DENEK - rezná

materiál: osnova ba AI 50 tex

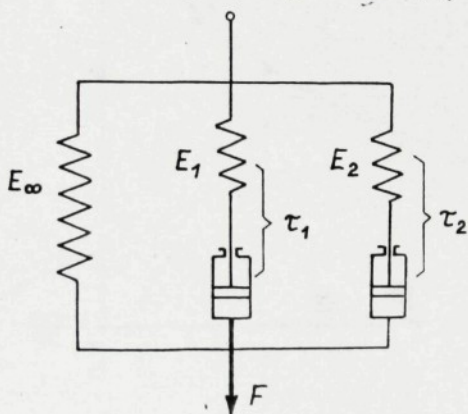
útek ba AI 40 tex

Odběr vzorků: ve směru osnovy
ve směru útku

Při vyhodnocení výsledků byl pro aproximaci relaxační křivky použit pětiparametrický rozšířený Maxwellův model podle obr. 1^{x)}.

Při výpočtu parametrů tohoto modelu se vychází ze základní rovnice

$$E(t) = E_{\infty} + E_1 \exp\left(-\frac{t}{\tau_1}\right) + E_2 \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \quad (1)$$



Neznámými v rovnici (1) jsou moduly E_{∞} , E_1 , E_2 a relaxační časy τ_1 a τ_2 .

$E(t)$ označuje tzv. relaxační modul, který vyjadřuje poměr napětí ke stálému přetvoření

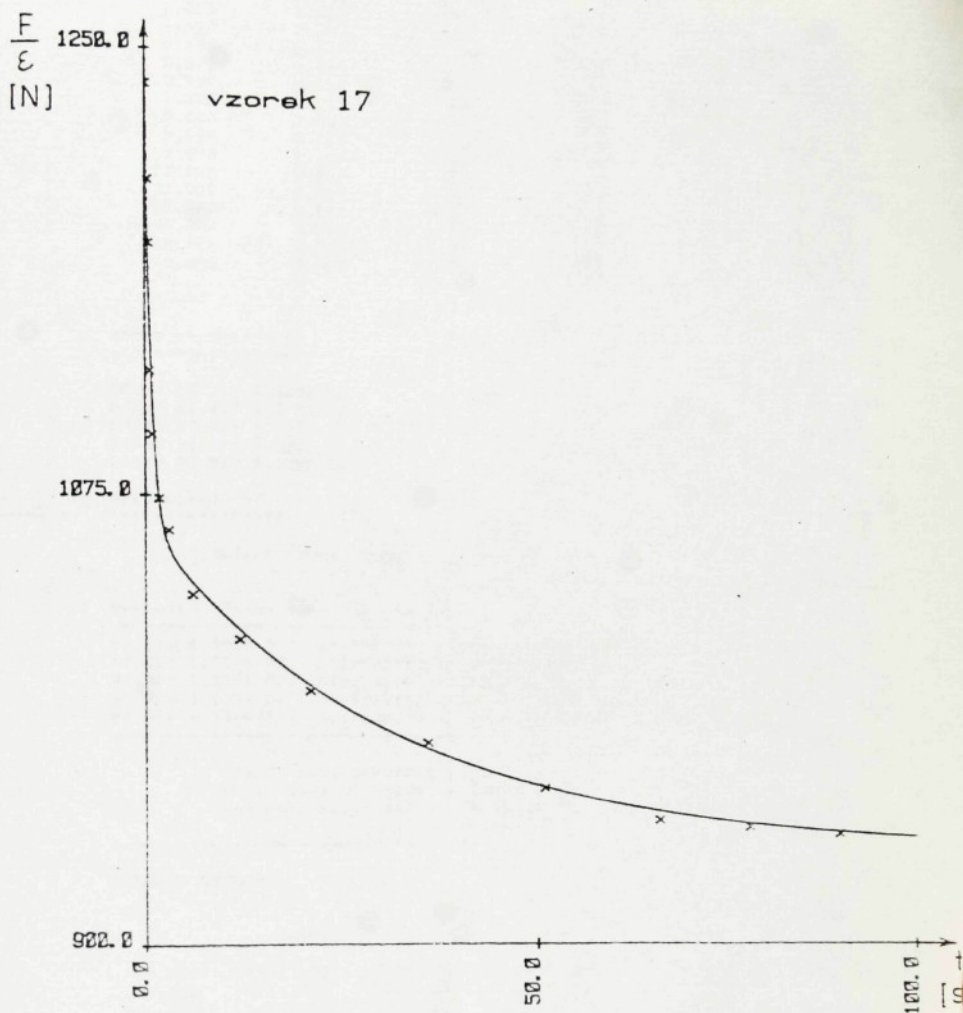
$$E(t) = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Z grafických záznamů nahrazení skutečné křivky charakteristikou pětiparametrického Maxwellova

Obr. 1 Pětiparametrický rozšířený Maxwellův model

modelu (viz příklad na obr. 2) vyplývá, že model velmi věrně vystihuje vlastnosti tkaniny. Z vypočtených hodnot rela-

^{x)} Vlastní výpočet byl proveden ve VÚTŽ Dvůr Králové podle programu Ing. J. Militkého, CSc.



Obr. 2 Aproximační křivka vzorku č. 17

xačních dob je vidět, že se ve tkanině projevují dvě značně odlišné složky (obr. 3). První s velmi krátkou relaxační dobou, což je zřejmě způsobeno vlastní strukturou tkaniny, tj.

X1	X2	X3	X4	X5	y
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1237.500
0.300	0.000	0.000	0.000	0.000	1200.000
0.450	0.000	0.000	0.000	0.000	1200.000
0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	1175.000
0.900	0.000	0.000	0.000	0.000	1125.000
1.800	0.000	0.000	0.000	0.000	1100.000
3.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1075.000
6.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1062.500
12.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1037.500
21.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1020.000
36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1000.000
51.000	0.000	0.000	0.000	0.000	980.000
66.000	0.000	0.000	0.000	0.000	962.500
78.000	0.000	0.000	0.000	0.000	950.000
90.000	0.000	0.000	0.000	0.000	947.500
				0.000	945.000

Pocet parametru = 5.0
=====

Odhad B[1] = 9.560E 02
Odhad B[2] = 1.640E 02
Odhad B[3] = 1.920E 02
Odhad B[4] = 2.326E 01
Odhad B[5] = 6.070E-01

Nelineární MMC :

Pocateční suma ctvercu: 2.301E 04

Výsledné odhady parametru :

B[1] = 9.390E 02 Standardní chyba = 1.288E 01
B[2] = 1.253E 02 Standardní chyba = 1.187E 01
B[3] = 1.826E 02 Standardní chyba = 1.340E 01
B[4] = 3.055E 01 Standardní chyba = 1.025E 01
B[5] = 7.331E-01 Standardní chyba = 1.139E-01

Pežíř. suma ctvercu: 1.117E 03
Pežíř suma odchylek: 1.078E-03
Pežířní rabat [%] : 9.914E 01

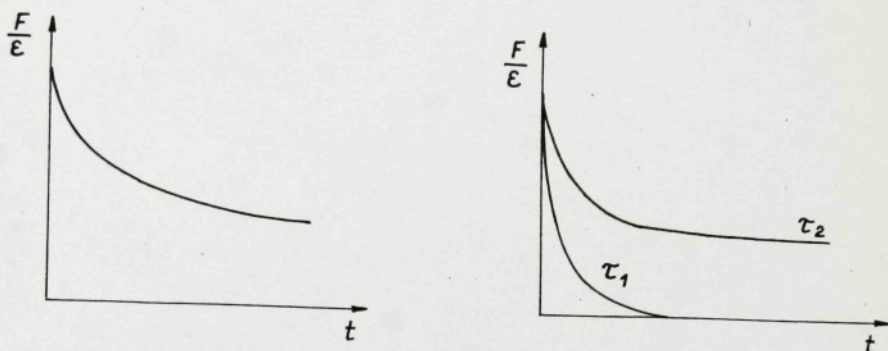
TABULKA VÝSLEDKŮ

x	Yexp.	Yvyp.	Abs.	Rel.
0.000	1237.500	1245.865	8.365	0.673
0.300	1200.000	1183.326	-16.674	-1.409
0.450	1175.000	1160.274	-14.726	-1.269
0.600	1125.000	1141.378	16.378	1.435
0.900	1100.000	1113.122	13.122	1.179
1.800	1075.000	1071.760	-3.240	-0.302
3.000	1062.500	1054.584	-7.916	-0.751
6.000	1037.500	1040.961	3.461	0.332
12.000	1020.000	1022.550	2.550	0.249
21.000	1000.000	1000.962	0.962	0.096
36.000	980.000	976.514	-3.486	-0.357
51.000	962.500	961.552	-0.948	-0.099
66.000	950.000	952.394	2.394	0.251
78.000	947.500	947.702	0.202	0.021
90.000	945.000	944.535	-0.465	-0.049

From. abs. chyba D[-] = 6.3274
From. rel. chyba B[%] = 0.5649
Pežíř. součet ctvercu PSC= 74.4802

Tabulka 1 - Záznam výstupu počítače pro osnovní vzorek č. 17

provázáním nití. Tato složka napětí velmi brzy vymizí a další část relaxační křivky představuje vlastnosti složky, to znamená vnitřní vlastnosti struktury nití.



Obr. 3 Výpočtem získaná relaxační křivka a její rozklad na dvě složky

Měření je třeba považovat za úvod do problematiky. Pro využití výsledků při modelování procesu tvorby tkaniny bude třeba využít cyklického namáhání tkaniny.