

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI
nositelka Řádu práce
fakulta textilní

Ober 11 - 12 - 8
Technologie textilu a oděvnictví

Netkané textilie a sušlechťování
Katedra chemie a sušlechťování

Moderní metody barvení polyesterových vláken a
jejich směsí

Vypracoval: Uwe Kitzing
Vedoucí práce: Doc. Ing. J. Odvárka, CSc.
Konzultant: Doc. Ing. J. Odvárka, CSc.

Rozsah práce a příloh

Počet stran: 122
Počet tabulek: 17
Počet obrázků: 60

Datum 4. 6. 1982

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: chemie a zušlechťování

Fakulta: textilní

Školní rok: 1981/82

DIPLOMOVÝ ÚKOL

s. Uwe Kitzinga

pro _____

obor 31 - 12 - 8 technologie textilu a oděvnictví

Promějte jste splnili _____ požadavky všeobecného plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnice ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Moderní metody barvení polyesterových vláken
a jejich směsí

Pokyny pro vypracování:

1. Teoretické modely barvení polyesterových vláken
2. Kinetika barvení, difuzní koeficienty, přenašeče a urychlovače barvení
3. Používané technologické zařízení, tlakové barvicí aparáty Jet a Overflow systémy, rychlobarvicí postupy
4. Barvení polyesteru a jeho směsí s vlněnými a bavlněnými vlákny.

(Pozn.: Všechny údaje v diplomové práci musí odpovídat mezinárodní soustavě SI podle ČSN 01 1300).

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEC REC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Autorské právo se řídí směnicí
MŠK pro státní záv. zkoušky č. 31
727/62-8/2 ze dne 13. července
1962 Věstník MŠK XV, číslo 24 ze
dne 31.8.1962 č. 2 z 15/535b.

V 30/82 T

12/11/81 NE-24
K. J. J. J. J.

Rozsah grafických prací: tabulky, obrázky

Rozsah převodní zprávy: 90 - 110 stran

Seznam odborné literatury:

1. Odvárka J. : Teorie zúšlechťování, skriptum VŠST, Liberec 1980
2. Referáty z časopisů :
Melliand Textilberichte
Textil Praxis
Deutsche Textil-Technik

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. J. Odvárka, CSc.

Konzultanti: Doc. Ing. J. Odvárka, CSc.

Datum zadání diplomového úkolu: 15. 9. 1981

Termín odevzdání diplomové práce: 4. 6. 1982



J. Bažil
Vedoucí katedry

M. J.
Děkan

Prohlášení

Nístopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, dne 4. 6. 1982

.....
U. Kutzing

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat za dárinné rady při řešení
diplomové práce s. Doc. Odvárkovi.

OB S A H

	strana
Úvod	1
I. Teoretická část	2
I.1. Úvod do barvení PES vláken	2
I.2. Teoretický model barvení PES vláken	4
I.2.1. Časový průběh barvicích procesů	4
I.2.1.1. Barvicí pochod v makromodelu	4
I.2.1.2. Experimentální charakteristika barvicího procesu	7
I.2.1.3. Rovnováha v PES-barvicím systému izotermní rovnice pro PES-barvicí proces	12
I.2.2. PES-vlákna při barvicím procesu	13
I.2.2.1. Úloha mikrokaperny pro difúzi barviva	13
I.2.2.2. Mechanismus difúze barviva v PES-substrátu	15
I.2.2.3. Zášny mikrostrukturu polyesteru termofixacími a barvicími procesy	16
I.2.3. Základy adsorpce barviva na PES-vlákna	18
I.2.3.1. Hospodářský proces a energetický stav barviva v lázni	18
I.2.3.2. Termodynamická charakteristika adsorpční rovnováhy	22
I.2.3.3. Vnitřní objem substrátu v_1 v závislosti na teplotě	23
I.2.4. Vliv přenašeče a urychlovače na barvicí proces	28
I.2.4.1. Barvení PES-vláken bez použití přenašeče	30
II. Barvicí zařízení pro barvení polyesteru a jeho směsi	32
II.1. Rozdělení diskontinuálních barvicích strojů	32
II.1.1. Jet barvicí stroje	32

	strana
II.1.2. Rozdělení Jet barvicích zařízení	35
II.1.2.1. Porovnání vybraných barvicích zařízení z hlediska výkonosti a použitelnosti	38
II.1.2.1.1. VH-jet SLA	39
II.1.2.1.2. Bi-jet	39
II.1.2.1.3. MGD M/TS	40
II.1.2.1.4. Thenflow	42
II.1.2.1.5. Rapidmum	43
II.1.2.1.6. KPM 5	43
II.1.2.1.7. HT-Compakt	44
II.1.2.1.8. Universal	45
II.1.2.1.10. Moto-Stream 140	46
II.1.2.1.10. Miniflott jet GMP 1D	47
II.1.2.1.11. Orbitflow	48
II.1.3. Zařízení pro barvení textilií v provozu	49
II.1.3.1. Haßple	50
II.1.3.1.1. Haßple KFA	50
II.1.3.1.2. Surfer HT-KS	50
II.1.3.1.3. Barvicí stroje Gyrostock	51
II.1.3.2. Jet zařízení	52
II.1.3.2.1. VH-jet SLA	52
II.1.3.2.2. Aqualuft	52
II.1.3.2.3. Miniflott jet GMP	53
II.1.3.2.4. K-jet	53
II.1.3.2.5. H-jet 95	54
II.1.3.2.6. H-jet 140	55
II.1.3.2.7. Rapid Jet HT	57
II.1.3.2.8. Cirkular Rapid Out R	57
II.1.3.2.9. Then-economy-flow	58
II.1.3.3. Overflow zařízení	60
II.1.3.3.1. Thenflow	60
II.1.3.3.2. Orbit-Flow	60
II.1.3.3.3. Univerjet	60
II.1.3.3.4. Oscill-O-Flow	61

	strana
II.1.3.3.5.	Uniflow 62
II.1.3.3.6.	Softflow 63
II.1.3.4.	Soft-zafixení 65
II.1.3.4.1.	Eco-Soft 65
II.1.3.4.2.	Softkufe 66
II.1.3.4.3.	Subtilo 67
II.1.3.4.4.	Soft-Stream SIV 68
II.1.3.4.5.	Alphorn 70
II.1.4.	Barvicí zařízení pro barvení křížových cívek a barvení na válu 71
II.1.4.1.	GMS Internix 72
II.1.4.2.	Simplex 72
II.1.4.3.	Barvicí aparát Kompakt 73
II.1.4.4.	K-MTD 74
II.1.4.5.	Turbo-Rapid HT 76
II.1.4.6.	Tempo 76
II.1.4.7.	ECC-mat 77
II.1.4.8.	Vysokotepelný aparát pro barvení na válu 79
II.1.4.9.	Then-Comat 80
II.1.5.	Speciální barvicí stroje 80
II.1.5.1.	Then-Tuboflex 80
II.1.5.2.	Vysokotlaké barvicí aparáty 82
III.	Některé technologické postupy při bar- vení polyesteru a jeho směsí 83
III.1.	Technologie barvení polyesteru 83
III.1.1.	Barvení polyesteru s přenašečem 83
III.1.2.	Vysokotepelné barvení 83
III.1.4.	Barvení modifikovaného polyesteru kationtovými barvivy 84
III.2.	Isoterní rychlobarvicí postup pro barve- ní PES v barvicích aparátech ve formě příze a v barvicích strojích ve formě kusového zboží 85
III.2.1.	Barvicí aparáty 86
III.2.2.	Charakteristika postupu 88

	strana
III.2.3.	Možnosti izotermní techniky 91
III.3.	Technologie barvení s krátkou lázní 92
III.3.1.	Tendence při barvení s krátkou lázní 92
III.3.2.	Charakteristika stroje pro sušlechčování s krátkou lázní 94
III.3.3.	Barvení polyesteru na křížových cívkách s krátkou délkou lázně 95
III.4.	Speciální možnosti barvení PES a jeho směsí 100
III.4.1.	Barvení PES a jeho směsí v plynné fázi 100
III.4.2.	Barvení při použití technologie minimál- ního nánosu 101
III.4.2.1.	Barvení minimálního nánosem - barvení s pěnou 102
III.4.2.2.	Minimální nános na textilii pomocí stříka- cího zařízení 105
III.5.	Barvení PES a jeho směsí s vlněnými a bavlněnými vlákny 106
III.5.1.	Směsí polyesteru a bavlněnými vlákny 106
III.5.2.	Barvení směsí vlna/PES 115
III.5.2.1.	Jednolázněvé barvení s přenašečem 116
III.5.2.2.	Dvoulázněvé barvení s přenašečem 116
III.5.2.3.	Jednolázněvé barvení se zvýšené teploty bez přenašeče 117
Závěr	119
Seznam použité literatury	122

Ú V O D

Vývoj textilního průmyslu na celém světě směřuje k šetření energie a vody, k regeneraci tepelné energie a k redukci spotřeby pomocných prostředků.

I v oblasti barvicích zařízení a technologií pozorujeme zesílenou snahu o podobný vývoj. V této práci jsem se zaměřil na analýzu současných světových vývojových tendencí barvení polyesteru a jeho směsí s bavlnou a vlnou. Hlavní část práce obsahuje souhrn nejmodernějších a nejvýkonnějších barvicích strojů a aparátů. Při výběrování jsem vycházel z kolekce barvicích zařízení předváděných na mezinárodní výstavě textilních strojů /ITMA/ v Hannoveru /MSR/ v roce 1979.

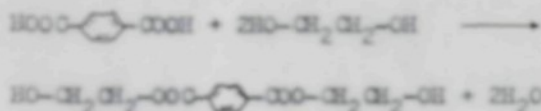
Výrobci barvicích zařízení měli snahu hlavně o rozvoj barvicích strojů a aparátů s použitím krátké lázně, o vybavení barvicích zařízení moderními elektronickými řídicími systémy, o vývoj rychlobarvicích postupů a o vývoj technologií, které používají minimální námos, např. pěnou.

Důležitým požadavkem bylo, aby výsledky barvení měly aspoň takovouroveň jako při barvení na dosavadních barvicích strojích nebo aparátech. To znamená, že textilní materiály musí dosáhnout žádaný odstín a egalitu vybarvení a tento odstín musí být odolný vůči vlivům mechanické, fyzikální, či chemické povahy, jímž se textilie ještě po barvení podrobují během praktického používání u spotřebitele, nebo při technologii sušičování, či při technologii zpracování.

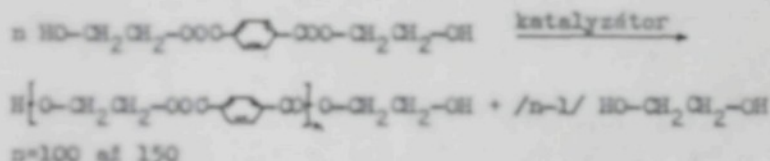
I. TEORETICKÁ ČÁST

I.1. Úvod do barvení PES-vlákna

Vyroba polyesteru obvykle vychází z kyseliny tereftalové, která vícenásobnou esterifikací s ethylenglykolem vytvoří 3-hydroxyethyltereftalát.



Polykondenzací vznikne potom polyethyltereftalát.



Proces polykondenzace probíhá za sníženého tlaku a zvýšené teploty při 280°C . Produkt polykondenzace, polyesterová vlákna, je značně hydrofobní a vyznačuje se kompaktní, uzavřenou strukturou a vysokým stupněm krystalinity. Proto je barvení polyesteru obtížné. Rychlost difúze barviv do PES-vlákna je v porovnání s difúzí barviv do klasických vláken řádově asi 10 krát až 100 krát nižší. Proto se musí při jeho barvení vytvořit podmínky pro zvýšení difúzní rychlosti barviv do vlákna. Do dvaceti přicházejí následující možnosti:

- výběr barviv s malou molekulou
- zvýšení teploty barvení nad 100°C
- účinek krátkodobého působení vysoké teploty
- působení nasycené páry při teplotách nad 100°C
- chemické prostředky přidávané do barvicí lázně
- chemická modifikace polymeru

PES-vlákna je možné v zásadě barvit těmito skupinami barviv:

- disperzní barviva /nejvíce používaná/
- kypová barviva
- indigosolová barviva
- pigmentová barviva
- kationaktivní barviva

Na světovém trhu se nachází v současné době velký počet různých druhů PES-vláken od nejrůznějších výrobců. Následující tabulka dává jen některé důležité obchodní názvy PES-vláken a jejich výrobců, jejichž jména se případně vyskytnou i v této práci.

Tab. 1: Obchodní názvy a jméno výrobců některých vybraných PES-vláken

obchodní název	výrobce
Dacron	Du Pont, USA
Dielen	Glanstoff A.G., NDR
Elane	FLR
Enkalene	Enka, Holandsko
Grisuten	NDR
Jambolene	BLR
Levasan	SSSR
Slotera	ČSSR
Terlenka	Enka, Holandsko
Tesil	British Enkalon Ltd., Velké Británie
Trevira	ČSSR
Trevira	Farbwerke Hoechst AG, NDR
Vestan	Faserwerke Hülse G.m.b.H., NDR

1.2. Teoretický model barvení polyesterových vláken

V teoretické části má práce vysvětluji některé fyzikálně-chemické aspekty barvení polyesterového substrátu.

Základem svých dvou byla práce Dr. Ing. G. Schreinera, KDT, VEB Chemiekombinat Bitterfeld s názvem "Fyzikálně-chemické aspekty barvení polyesterového substrátu". Práce byla uvedena v časopise Textiltechnik /6- 1978/, 12- 1978, 6- 1979, 3- 1980/. Pomocí makromodelu vysvětluje základní děje, které probíhají při barvení polyesteru. Souhrn základních myšlenek je obsažen v teoretické části má práce.

1.2.1. Časový průběh barvicího procesu

1.2.1.1. Barvicí pochod v makromodelu

K získání přehledných představ o průběhu barvení PES-vláken je vyvíjen typ makromodelu, který znázorňuje molekulární děj ve velikostních poměrech a dimenzích, ve kterých se pohybuje lidské myšlení. Jako základní je vhodné volit kulovou zvyšlenou molekulu barviva o průměru $1/\text{nm}$.

Pomocí "Stuart- Kalotten" modelu byla z 28 disperzních barviv a opticky zjasňovacích prostředků určena střední molekulární spotřeba objemu $0,61/\text{nm}^3 // 630 \text{ Å}^3$. Průměr koulí se stejným objemem je pak přibližně $1/\text{nm} // 10 \text{ Å}$. Pro makromodel vyplývá měřítko $1:10^7$.

Pro barvení PES-vláken existují používaná disperzní barviva v barvicí lázni jako suspenze tuhých částic, jejichž velikost se pohybuje v rozmezích od $0,5$ až $2,0/\mu\text{m}$. Tyto částičky barviva se objeví v makromodelu jako sférické dtvary, které zvěšší na začátku barvicího procesu svůj objem na 5 až $20/\mu\text{m}$ obsahem 50 miliónů až 4 miliard jednotlivých molekul. Pevné hraniční plochy /PES-vlákna a částice barviva/ jsou obklopeny v lázni relativně pevně lpícími difúzními mezními vrstvami. Mezipovrchové síly na takové fázové hranici

vytvoří kompaktnější strukturu vody, která tak přibližně získá vlastnosti slabé vrstvy. O difúzní vrstvě hovoří Schreiner proto, protože cizí molekuly mohou proniknout touto tenkou "vodní pokožkou", která je asi $10^3/\text{cm}$ tlustá, jenom pomocí difúze. Rychlé vyrovnání koncentrace ve vnitřku barvící lázně převzme pak mnohem výkonnější konvekční proudy. Po přenesení do makromodelu bude mít vlákno a částice barviva pevný, přibližně 100 metrový vodní plášť. $20/\text{m}$ tlusté PES-vlákno zvětší ve stejném měřítku průměr na $300/\text{m}$.

Barvící proces začíná tím, že termickým molekulárním pohybem jsou některé molekuly barviva vyraženy z povrchu dispergovaných částic barviva. Práce, která byla nutná pro oddělení molekul, se přemění v kinetickou energii mobilizovaných molekul barviva.

Pro difúzní koeficienty srovnatelných molekul ve vodním médiu se najdou v tabulkách hodnoty o velikosti $10^{-6}/\text{cm}^2\text{s}^{-1}$. Pomocí makromodelu, který má definované desky difúze, lze normované difúzní koeficienty a dimenzí plocha/čas přepočítat do násobnějších rychlostí. Podle známé Einsteinovy rovnice

$$D = \frac{x^2}{2t} \quad /1/$$

D...difúzní koeficient

x2...rozptyl

t...čas

je druhá mocnina difúzní cesty x^2 , lomena difúzním časem t , konstanta, tedy vyjadřující difúzního koeficientu. Jestliže předpokládáme, že difúze mobilizovaných molekul barviva probíhá kompaktními mezními vrstvami částic o tloušťce $\approx 10^{-3}/\text{cm}$ o jeden řád pomaleji /ve velikosti $10^{-7}/\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ /, získá se po dpravě rovnici /1/ střední čas pro proniknutí částic mezní vrstvou

$$t_d = \frac{x^2}{2D} = \frac{1 \cdot 10^{-6} / \text{cm}^2 \text{s}}{2 \cdot 10^{-7} / \text{cm}^2 \text{s}} = 5 / \text{s} \quad /2/$$

Pro makromodel to znamená, že jedna molekula barviva oddělána z povrchu částice, překoná vzdálenost uvedeného 100 metrového "vodního pláště" s výslednou rychlostí $20/\text{ms}^{-1}$ nebo $72/\text{kmhod}^{-1}$.

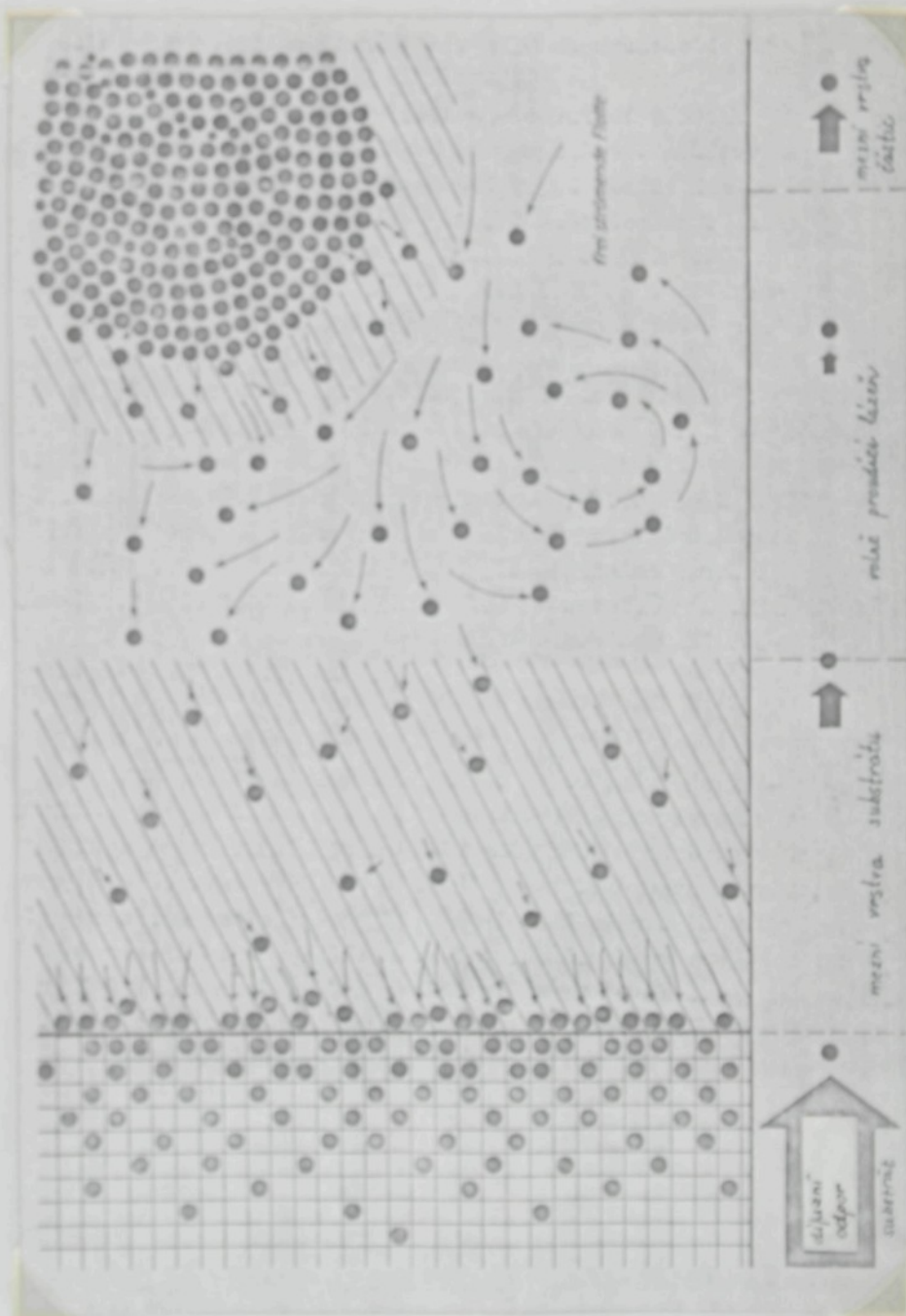
Ve volně cirkulující lázni převezmou konvekční proudy transport barviva. Ten probíhá o řády rychleji. Aktivované molekuly se teď mohou navázat pomocí krystalizace na jiné částice v energeticky příznivé pozici, nebo jsou zachyceny adsorpčním polem PES-povrchu. V obou případech strácejí největší část kinetické energie, která bude opět předávána barvivům systémem v podobě krystalizačního nebo adsorpčního tepla.

Při vstupu do brzdící mezni vrstvy substrátu se snižuje rychlost pohybu molekul asi na 100 až $70/\text{kmhod}^{-1}$. V posledních metrech se dostanou molekuly do "energetického sání" potenciálního pole polyesterového povrchu, které opět zvýší jejich rychlost, v důsledku čehož molekuly narazí na povrch jako stěly. Protože aktivací energie difúzního procesu ve vodním médiu leží obecně jen kolem $5/\text{kcalmol}^{-1}$ // $20,934/\text{kJmol}^{-1}$ //, neměly by se v oblasti zajímavých teplot pro barvení PES-vláken popsané poměry moc posunout. (obr. 4)

Další průběh závisí v první řadě na tom, jak je PES-substrát schopný transportovat adsorbované molekuly barviva do vnitřku polymerační fáze. K získání hrubé představy o tom, jak vysoká je výtěžnost PES-substrátu pro transport barviva, byly přepočteny na makromodel střední difúzní koeficienty získané z osmi běžně používaných disperzních barviv při barvení $12/\mu$ tlusté, biaxiální dloužené PES-folie.

Tab. 2: Přepočtené difúzní koeficienty na rychlosti v makromodelu

Obr. 4: Makromodel polyesterového barvení



teplota /°C/	přenašeč D-HT	střední difúzní koeficient/ cm^2s^{-1} /	střední difúzní čas skrz 10^{-1}cm / PES-substrátu v /s/	střední difúzní rychlost v makro- modelu/ kmhod^{-1} /
110	-	$1,4 \cdot 10^{-9}$	360	asi 1
110	$1/\text{gl}^{-1}$ /	$10,1 \cdot 10^{-9}$	50	asi 7
130	-	$8,0 \cdot 10^{-9}$	63	asi 6
130	$1/\text{gl}^{-1}$ /	$37,4 \cdot 10^{-9}$	13	asi 28

Hodnoty označují výslednou rychlost, se kterou se pohybuje špička difúzní fronty ve směru do středu substrátu skrz PES-fázi. Je vidět, že i při optimálních technologických podmínkách barvení polyesteru je transport adsorbovaných molekul mnohem pomalejší než rychlost, se kterou mohou být aktivní molekuly z barvicí lázně dodány. V realitě se tyto poměry určitě zhoršují. Jednak byla vědomě předpokládána nízká hodnota pro difúzi skrz nezní vrstvu a za druhé se liší difúze v PES-folii od difúze ve značně více orientovaných vláknech.

I.2.1.2. Experimentální charakteristika barvicího procesu

Toto rigorózní zjednodušení obrazu barvicího procesu potřebuje kvantitativní upřesnění. Největší pozornost se věnuje difúzi barviva v substrátu, jako nejpomalejšímu kroku barvicího procesu. Pomocí speciálních řešení 2.Fickova zákona, případně pomocí jeho odpovídajícím přiblížením, může být difúze charakterizována.

2.Fickův zákon

$$\frac{c}{t} = D \frac{c}{x^2}$$

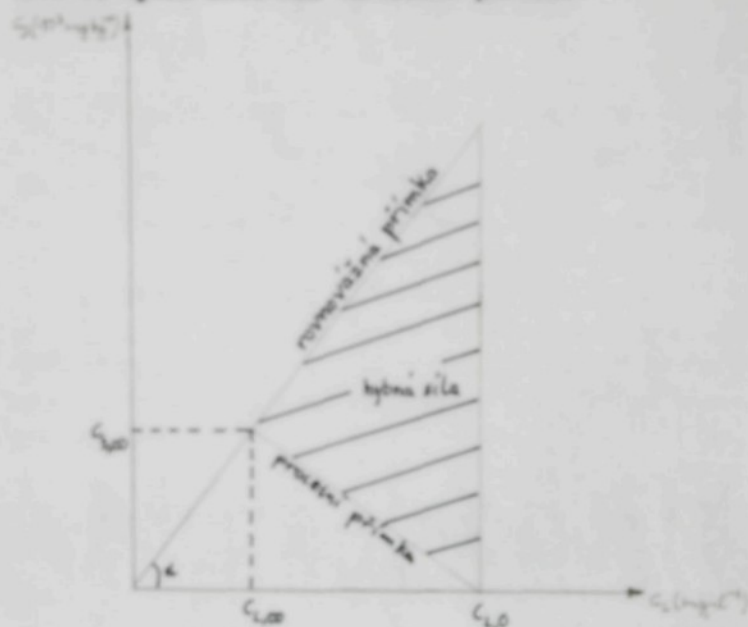
/3/

Je parciální diferenciální rovnice druhého řádu, kterou je možno řešit jen v omezeném prostoru s konkrétními počátečními a okrajovými podmínkami. K této tematice existují četné

publikace, jednou z nejznámějších je monografie od Cranka/1/. V následujícím bude používána jiná cesta, která bere do úvahy, že hodnoty získané z experimentů orientovaných na realitu, lze bez problémů znovu přenášet do koloristické praxe.

K tomu je nutné ujasnit si jeden obecný princip: Nutnou podmínkou pro průběh každého procesu je existence hybné síly. Tato síla pro barvení PES-vláken je znázorněna na obr.2.

Obr. 2: Hybná síla PES barvicího procesu



Na začátku barvicího procesu $t=0$ má lázeň totální barevnou koncentraci C_{L0} . Koncentrace barviva v PES-substrátu je $C_S=0$. Sčasem se snižuje C_L a roste hodnota C_S . To popisuje přímka průběhu procesu. Ta se kříží s rovnovážnou přímkou. Podíl C_S/C_L existující v rovnovážném bodě je "zdánlivý" Nernstův rozdělovací koeficient K . Hybná síla existující v každém momentě barvicího procesu je znázorněna odpovídající vzdáleností mezi procesní a rovnovážnou přímkou. Při přiblížení

ke skutečné rovnováze jde proti nule. Skutečnou K - hodnotu je možno dostat jen po nekonečném barvení. Když se příslušná vzdálenost k rovnováze označí , potom platí vztah

$$C_{S,t} = C_{S,\infty} \cdot f \quad /4/$$

Rovnovázný parametr má v čase $t=0$ hodnotu nula a roste až k hodnotě $= 1$, která představuje skutečnou rovnováhu. Předpokladně nejjednodušší funkce pro hybnou sílu barvicího procesu, která v závislosti na čase na začátku rapidně a potom asymptoticky klesá, je hyperbola /5/.

$$f = \frac{t}{t + K} \quad /5/$$

po dosažení do rovnice /4/

$$C_{S,t} = C_{S,\infty} \cdot \frac{t}{t + K} \quad /6/$$

Pro pohodlnější vyhodnocení se přeměňuje hyperboloidní funkce pomocí převrácené hodnoty na rovnici přímky. Z rovnice /6/ dostaneme

$$\frac{1}{C_{S,t}} = \frac{K}{C_{S,\infty}} \cdot \frac{1}{t} + \frac{1}{C_{S,\infty}} \quad /7/$$

$K/C_{S,\infty}$ je stoupání přímky a $1/C_{S,\infty}$ je průsečík s osou y . Rozhodující kritérium je, aby časový průběh PES-barvicího procesu i skutečně odpovídal rovnicím /6/ a /7/. V experimentu bylo dokázáno, že míra shody teorie se skutečností B leží pravidelně nad 0,9. B bude vypočítáno podle vztahu

$$B = \frac{\sum y_{\text{poč.}} - \bar{y}_{\text{exp.}}^2}{\sum y_{\text{exp.}} - \bar{y}_{\text{exp.}}^2} \quad /8/$$

$y_{\text{poč.}}$...vypočítané hodnoty

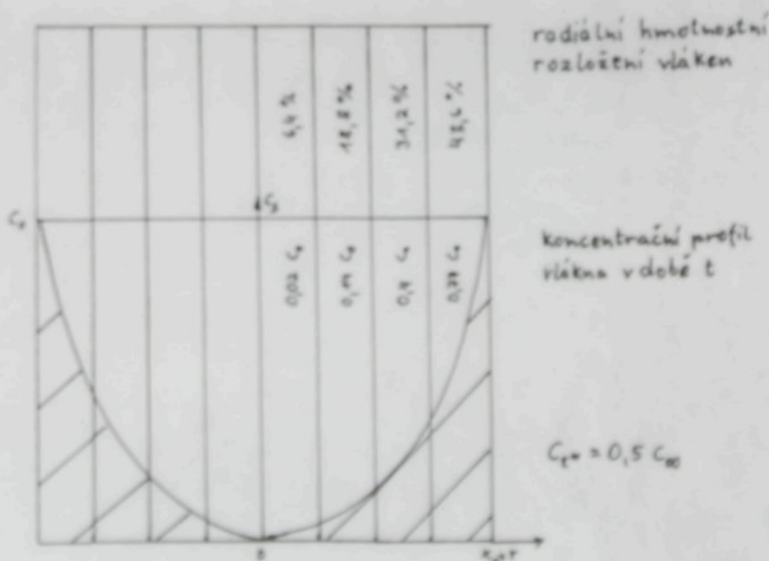
$y_{\text{exp.}}$...experimentálně získané hodnoty

$\bar{y}$ je definováno v intervalu od nuly do jedné.

S ohledem na to, že určité chyby /neznámý čas vyrovnání teploty mezi barvicí kádinkou a lázní/ se do výpočtů nezavedly, může se stupeň shody považovat za správný.

Protože podle zkušeností se může kinetická sorpční rovnice [7] považovat za platnou, vyšetřuje se její fyzikální význam trochu podrobněji. Podle fundamentálních difúzních zákonů se rozšiřuje difúzní fronta v PES-substrátu podle parabolického koncentračního profilu, alespoň tak daleko, až se difúzní proudy ve středu vlákna křížují. V čase $t=t^*$ je difúzní fronta právě ve středu vlákna a difúzní cesta činí přesně $x=r$. Koncentrační profil v čase t se musí u všech vybarvení shodovat a tvořit symetrickou parabolu, která leží ve středu vlákna na ose x .

Obr. 3: Rozložení barviva ve vláknech v čase $t^*=k$



Plocha pod parabolou obsahuje přesně jednu třetinu celé plochy $C_0 \cdot r^2$. Pro vlákna jako pro reální trubky platí pak podmínka

$$C_t^* = 0,5 C_0 \quad /9/$$

K pochopení tohoto rozhodujícího výsledku, i bez znalosti integrální matematiky, byl koncentrační profil rozdělen do čtyř stejných oblastí a i vlákno bylo rozděleno do čtyř mezikruží stejné tloušťky. Sečtené produkty patřičných koncentračních a hmotnostních podílů - to odpovídá hrubé integraci - dostaneme výsledek, který se blíží hodnotě získané z rovnice /9/. K znázornění významu konstanty K v rovnicích /6/ a /7/ přeměním rovnice do tvaru

$$\frac{C_0}{C_t} = \frac{K}{t} + 1 \quad /10/$$

Dosaďme za $t=t^*$ podmínku /9/, vznikne po zjednodušení

$$t^* = K \quad /11/$$

Konstanta K charakterizuje čas, po kterém se nastaví v PES-substrátu polovina rovnovážní koncentrace. Momentální vzdálenost je tak funkcí podílu barvicí čas t k poločasem difúze K . Protože v čase $t=K$ difúzní fronta přešla cestu $\bar{x}=r$, měly existovat podle rovnice /1/ mezi difúzním koeficientem D , poloměrem vlákna r a poločasem difúze K elementární vztah

$$D = \frac{r^2}{2K} \quad /12/$$

Tyto jednoduché veličiny jsou určeny přímo z barvicího pokusu a jsou metodickou pomůckou pro analýzy PES-barvicího procesu. Nutnou okrajovou podmínkou pro použití obvyklých koeficientů 2.Fickova zákona je nezávislost difúzního koeficientu na koncentraci barviva.

I.2.1.3. Rovnováha v PES-barvicím systému

Izotermní rovnice pro PES-barvicí proces

Při chybějící tendenci barviva k asociaci na povrchu PES-vláken, lze rovnováhu barvicích systémů popisovat spojo-
váním adsorpční a fázové rovnováhy: po dosažení adsorpční
rovnováhy, koresponduje určitá koncentrace monomolekulárního
barviva adsorbovaného na povrchu polyesteru C_{spo} s určitou
koncentrací molekulárdisperzně rozpouštěného barviva v lázni C_L :

$$\{C_L\} \rightleftharpoons \{C_{spo}\} \quad /13/$$

pomocí rovnovážní konstanty K_{ads}

$$K_{ads} = \frac{C_{spo}}{C_L} \quad /14/$$

Při trvalé existenci adsorpční rovnováhy dochází pozvolně
k vzniku fázové rovnováhy, která je dosažena, jestliže se C_{spo}
roztáhla difúzí přes celou polymerní fázi. Pro vlákna s průmě-
rem r je rovnovážní koncentrace C_n

$$C_n = \frac{2v_i}{r} \cdot C_{spo} = \frac{2v_i}{r} K_{ads} \cdot C_L \quad /19/$$

Faktor $2/r$ vyjadřuje povrch cylindru k objemu:

$$\frac{PO}{V} = \frac{2}{r} \quad /16/$$

v_i je objem substrátu /PES/, který je efektivně zabarven.
Předpoklady pro platnost rovn. /15/ jsou zajištěny při malé
koncentraci barviva a vysoké barvicí teplotě. V reálném
případě se musí všímat ještě asociace uř adsorbovaných
molekul se samostatnými molekulami z lázně. Potom se povrchová
koncentrace fázové rovnováhy podle rovn. /15/ zmenšuje
od C_{spo} na C_{spo}' :

$$\{C_{spo}'\} + \{C_L\} \rightleftharpoons \{C_{n'eq}\} \quad /17/$$

Rovnovážní konstanta asociačního procesu K_{ass} je

$$K_{ass} = \frac{C_{nass}}{C_{spo} \cdot C_L} \quad /18/$$

Z toho vyplývá:

$$C'_{spo} = C_{spo} \cdot \left(\frac{C_{spo}}{C_{spo} + C_{nass}} \right) \quad /19/$$

Z /15/ a /18/ dostaneme izoterní rovnici

$$C_s = \frac{2v_i}{r} \left(\frac{K_{ads} \cdot C_L}{1 + K_{ass} \cdot C_L} \right) \quad /20/$$

Izoterma je rovnice hyperboly, kterou lze v reciproké hodnotě linearizovat:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{r}{2v_i \cdot K_{ads}} \cdot \frac{1}{C_L} + \frac{r}{2v_i} \cdot \frac{K_{ass}}{K_{ads}} \quad /21/$$

1.2.2. PES-vlákna při barvicím procesu

1.2.2.1. Úloha mikrokaverny pro difúzi barviva

Aby se dostal plastický obraz i z nadmolekulární mikrostruktury, zvětší se známé strukturální rozměry zase v měřítku $1:10^7$.

20/ μ / tlustá vlákna se zvětšují na 200/ μ / tloušťku a 1/ μ / vláknová délka odpovídá roztahení 100/ μ /m. Takové kolosální těleso se skládá z makromolekul, které si můžeme představit jako 80 až 110/ μ /m dlouhé perličkové šňůry. Samotná perla, tzn. samotná styrentereftalátová jednotka, je asi 1,1/ μ /m dlouhá.

Základní element krystalové dispořádané oblasti PES-vlákná je tzv. elementární buňka, která je tvořena ze čtyř polymolekulárních řetězců. Kdyby byly všechny řetězce organizované podle tohoto schématu, potom by měla PES-vlákná hustotu $1,46/\text{gcm}^{-3}$. V praxi se vyskytují ale vlákna s hustotou v oblasti od $1,36$ až $1,40/\text{gcm}^{-3}$, co znamená, že řetězce polymeru nejsou tak hustě organizované. Rentgenovým výzkumem se zjistilo, že v PES-vláknách se vyskytují výsoce organizované části o velikosti 8 až $10/\text{nm}$ // 80 až $100\text{\AA}$, které se nazývají krystaly. Tyto krystaly jsou vloženy do méně dispořádaných částí, do amorfní oblasti. Rozměry elementární buňky ukážou, že PES-řetězce jsou v krystalové oblasti velice těsně vázané. Cizí molekuly se proto do krystalu obvykle nedostanou. Pomocí simulačních pokusů na sbalených perličkových šňůrách dostaneme instruktivní pohled na kinetiku uvnitř polymerového substrátu. Třesením tohoto modelu se imituje termický molekulární pohyb. Podle intenzity třesení se větší nebo menší části řetězce amorfních oblastí dostanou do pohybu a vytvoří se dutiny, které stále mění svoje místo. Pro difúzi barviva hrají roly jen tyhle "kinetické otvory", které vznikají při přemísťování mobilních polymerových segmentů. Jiné dutiny, které jsou obklopeny tuhými řetězci, jsou do určité míry pevnými místy a tím nemají rozhodující význam pro difúzní proces. Ty dutiny, které svoje místo mění, se nazývají mikrokaverny.

Vnitřní objem v_i , který představuje všechny dutiny vyplněné barvivem, se z vhodných důvodů rozdělí do aktivní části objemu $v_{i,a}$ a do pasivní části objemu $v_{i,b}$.

$$v_i = v_{i,a} + v_{i,b}$$

/22/

Pro difúzní rychlost má význam jenom aktivní část $v_{i,a}$, zatímco pro rovnovážní sorpci rozhoduje hodnota v_i .

Poměr $v_{i,n}/v_i$ se zvětšuje obecně při vyšších teplotách, nebo s použitím přenášetelů. Závisí však i na technologickém zpracování PES-materiálu.

1.2.2.2. Mechanismus difúze barviva v PES-substrátu

K přemísťování molekuly barviva uvnitř polyesteru dochází jen tehdy, jestliže platí 2 podmínky:

1. V blízkosti adsorbované molekuly barviva musí termickou energetickou fluktuací vzniknout mikrokoverna /MK/ s objemem difundující molekuly v_n .
2. Musí existovat takové množství energie ΔG^* , aby se molekula barviva mohla uvolnit ze všech existujících vazeb.

Pravděpodobnost W pro úspěšného přemísťování je potom součin obou jednotlivých pravděpodobností.

$$W = W/MK / \cdot W/\Delta G^* / \quad /23/$$

Pravděpodobnost, že se tvoří tak velké mikrokoverny $W/MK /$, roste s klesajícím objemem molekuly barviva a s rostoucím objemem $v_{i,n}$, který charakterizuje celé množství produkované MK při určité teplotě:

$$\ln W/v_n / \approx - \frac{v_n}{v_{i,n}} \quad /24/$$

v_n ...Potřebný objem difundující molekuly

Pro $W/\Delta G^* /$ platí Boltzmannova věta:

$$\ln W/\Delta G^* / = - \frac{\Delta G^*}{R \cdot T} \quad /25/$$

Analogicky, jako volná enthalpie v termodynamice, se ΔG^* skládá ze dvou protiběžných faktorů: z aktivační enthalpie ΔH^* a z jednoho členu entropie sdružovaného s teplotou:

$$\Delta G^* = \Delta H^* - T \Delta S^*$$

/26/

Aktivační enthalpie ΔH^* charakterizuje energetickou diferenci mezi tím stavem, kde jsou maximálně realizované všechny vazby mezi molekulami barviva a PES-substrátem, a tím stavem kdy neexistuje vzájemné působení.

Aktivační entropie ΔS^* udává, jak silně se oslabuje adsorpční pole PES-substrátu s rostoucí teplotou. Je to statistická veličina, která je závislá na tvaru molekuly. Chaotickým charakterem pohybu molekuly pod vlivem teploty se může desorbovaná molekula barviva v principu nacházet na všech možných místech a ve všech možných pozicích. Aktivační entropie ΔS^* je přímo úměrná vztahu:

$$\Delta S^* \approx k \ln \frac{\text{počet pozic molekuly, které jsou vhodné pro realizaci maximálního vzájemného působení}}{\text{počet možných prostorových pozic molekuly v desorbovaném stavu}}$$

/27/

Experimentálně určený difúzní koeficient D jedné molekuly v substrátu musí být přímo úměrný její pravděpodobnosti přemísťování W . Kombinací rovn. /23/ a /24/ se dostane vztah

$$\ln D = -C \cdot \frac{v_m}{v_{i,s}} - \frac{\Delta G^*}{R \cdot T}$$

/28/

Při zobrazování logaritmu difúzního koeficientu v závislosti na objemu molekuly lze najít přímky, jejichž směrnice poukazují na aktivní objem $v_{i,s}$.

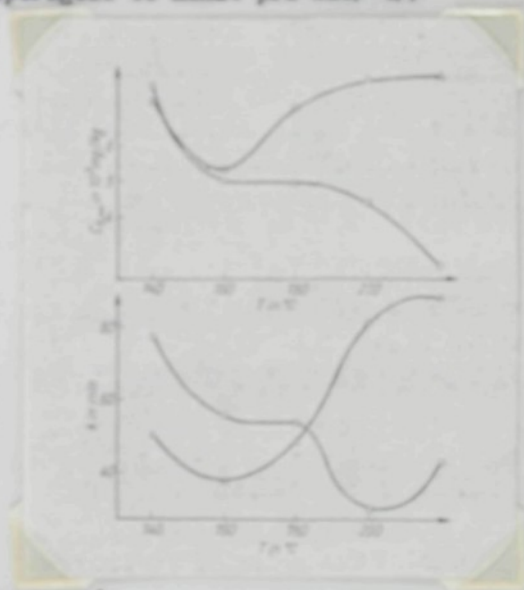
1.2.2.3. Změny mikrostruktury polyesteru termofixačními a barvicími procesy

Změna barvicího chování PES-substrátu je důkazem přeměny polyesteru v mikrostrukturu.

Změny vnitřního objemu v_i při stejném barvivě, stejné nabídce barviva a shodné barvicí podmínce se vyjadřuje v různých rovnovážných sorpčních hodnotách $C_{g,e}$. K-hodnoty v rovn. /7/, které vyjadřují rychlost přiblížení na barvicí rovnováhu, poukazují na stupeň pohyblivosti řetězce uvnitř objemu v_i , použitelného pro převzetí barviva.

Na obr.4 je zobrazena závislost parametrů barvicího procesu $C_{g,e}$ a K na předcházejícím zpracování suchým teplem pro PES-sátelnou platinu.

Obr.4: Vliv termického předzpracování na barvicí proces
/1% Disperagelb 60 minut při 110/°C/



Δ...5/min./ temperován

o...240/min./ temperován

Dostatečně velké množství materiálu bylo zpracováno bez napětí v sušicím stroji 5 a 240/min./ při každé teplotě. Na každém vzorku bylo uděláno osm Limitest-barvení při rozdílné době barvení. Barvilo se o 1% C.I.Disperagelb 60 při 110/°C/. Výpočet $C_{g,e}$ a K-hodnoty nastal ze serie osmi pokusů podle Gaussové metody nejmenšího čtverce.

Výsledky jsou zakresleny v diagramech. Z diagramů lze odvodit, že relaxační doby pro rovnovážné mikrostruktury budou při teplotě vyšší než $160^{\circ}\text{C}/$ vždy delší. Teplo pronikající do vlákna mobilizuje postupně větší části řetězce substrátu. Při zadání časového limitu tepelného zpracování mohou vnitřní napětí relaxovat, ale k zlepšení nadmolekulární struktury ve směru termodynamické rovnováhy nedochází. Zajímavé je také porovnání K-hodnoty při krátkém či dlouhém temperování. Do $160^{\circ}\text{C}/$ jsou K-hodnoty při krátkém zpracování vzorku rozhodně nižší, než u vzorku, který je zpracován 4/hod./.

To znamená, že při barvení jsou ty jednotlivé části řetězce méně pohyblivé než ty, které tvoří při rovnovážné mikrostruktuře vnitřní objem v_1 . Při rostoucí teplotě předběžného zpracování se tyto poměry obrátí.

1.2.3. Základy adsorpce barviva na PES-vlákna

1.2.3.1. Rozpouštěcí proces a energetický stav barviva v lázni

Barvicí proces se skládá z následujících částí:

1. Termická aktivizace jednotlivé molekuly z dispergovaného barviva
2. "Deaktivizace" této energeticky bohaté molekuly
 - a/ na povrchu PES-vláken /primární adsorpce/
 - b/ na monomolekulární, už adsorbované molekule /sekundární adsorpce/ nebo
 - c/ krystalizací na aktivních plochách jiných částic /překrystalizace příp. Ostwaldovo dozrání/
3. Difúze molekuly barviva z primární adsorpční vrstvy dovnitř polymeru.

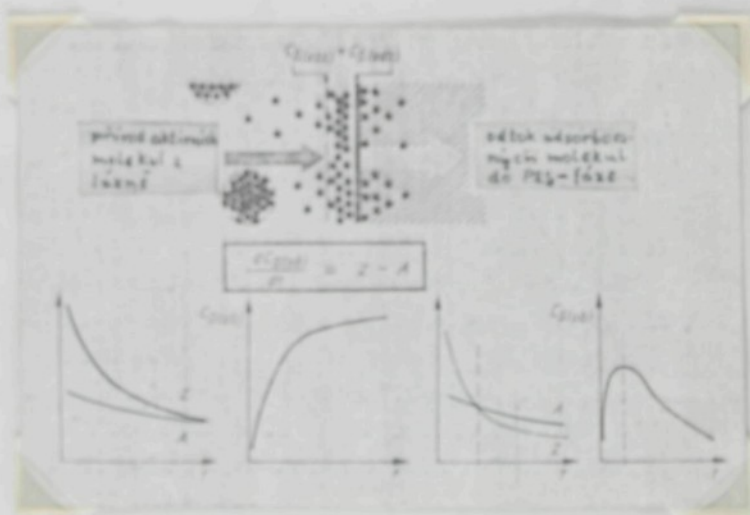
Hlavní směr při barvení jsou kroky 1 - 2a - 3.

Bude-li z částice barviva za časovou jednotku aktivizováno více samotných molekul, než jich do PES-vlákna může difundovat, potom vzniknou nežádoucí vedlejší procesy, jako povrchové asociace /2b/ a tzv. Ostwaldovo dozrání /2c/. Aktuální poměry aktivace a difúze rychlosti se dají experimentálně odvodit ze série izotermního limitest-barvení. K tomu se sleduje změny množství barviva extrahovaného ze studeného DMF / $C_{s,ob}$ / jako funkce času / $C_{s,ob}$...extrahované barvivo z DMF při 40°C/ za 60 minut, C_{sads} ...barvivo adsorbované na povrch PES-substrátu/. Toto barvivo zachycené na povrch reprezentuje součet monomolekulárního adsorbovaného a sekundárního asociovaného disperzního barviva.

$$C_{s,ob} = C_{sads} + C_{ssas}$$

/29/

Obr. 5: Časová závislost extrahovaného barviva $C_{s,ob}$



Obr.19 ukazuje schematicky, které informace lze vybrat z časové změny $C_{s,ob}$: Pokud je mobilizační stupeň Z větší než difúze A do substrátu, zvětšuje se množství povrchově asociovaného barviva s časem. C_{mass} je větší než C_{sads} . Umazimu je $Z = -A$. Když se $C_{s,ob}$ zmenšuje s časem, zpozdí se dodávání aktivních molekul z lázně oproti difúze do PES-fáze. To znamená, že částice barviva jsou z lázně vyčerpány.

Mobilizace jednotlivých molekul nastane z povrchu částice barviva. To znamená, že mezi mobilizačním stupněm a celkovým povrchem částice existuje jaký vztah.

$$\frac{dC_{L,mob}}{dt} = v_{mob} \sim b \sum z_i \cdot d^2 \quad /30/$$

b...geometrický faktor

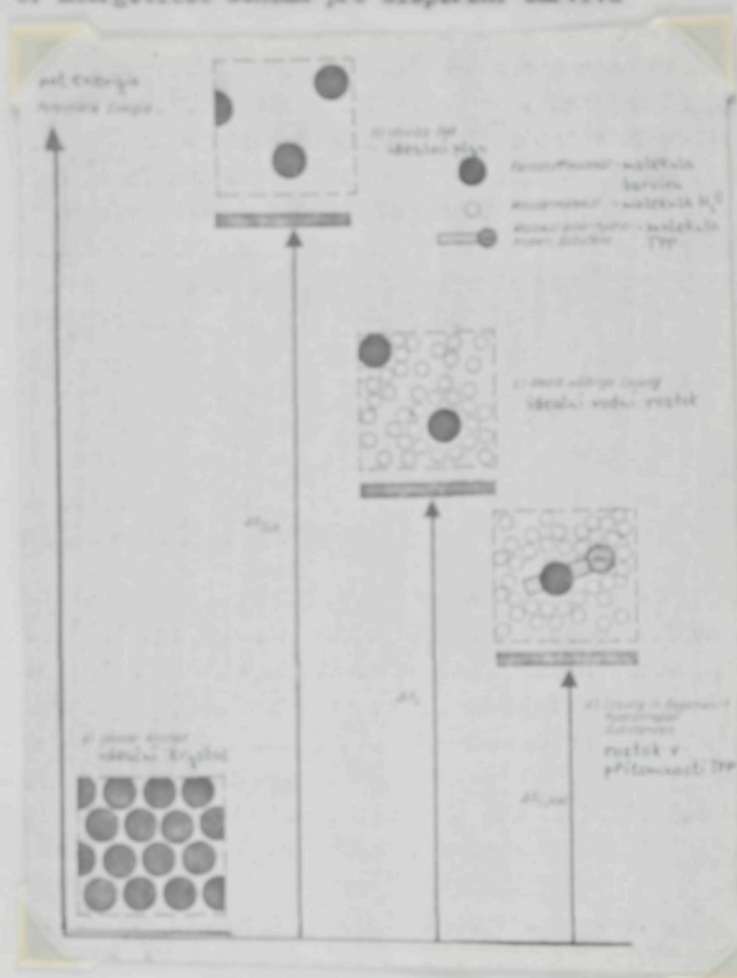
z_i ...počet částic s průměrem d_i

Zpravidla určuje difúze barviva časovou funkci celému barvicímu procesu. Řídí rychlost, s kterou dá vždy k dispozici volné povrchové místa u PES-substrátu pro pokračování primární adsorpce. Rozhodující pro barvení je vždy primární adsorpce barviva na substrátu: Jen to, co je adsorbované, může vůbec do polymeru difundovat.

Při vysvětlování adsorpce se zaprvé charakterizuje energetický stav barviva rozpustěného v lázni. K tomu se používá energetický diagram na obr. 6.

V levém rohu je zobrazen ideální krystalický stav. Všechny molekuly barviva jsou umístěny v bezchybné mřížce. Tento nejvyšší stupeň organizovanosti je teoreticky realizován jenom při absolutním nulovém bodě. Tam odpadá termický molekulární pohyb, jako rušící element. Na druhou stranu provokují statistické fluktuace kinetické energie molekuly trvalé lokální vady v mřížce, které kompenzují se zvyšující se teplotou tu sílu, pomocí které se tvoří mřížka a která působí mezi molekulami.

Obr. 6: Energetické schéma pro disperzní barviva



To vyjadřuje základní termodynamická rovnice

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

G...volná enthalpie

H...enthalpie

S...entropie

Volná rozpouštěcí enthalpie G_L , která je potřebná ke zničení mřížky, se počítá z molarní rozpustnosti C_L

$$G_L = -R \cdot T \ln C_L \quad /32/$$

R ...plynová konstanta

V pravé části obr. 20 je konstruován případ, při kterém se docílí přidáním hydrofobních složek do lázně další zvyšování intenzity vzájemného působení rozpustného barviva se svjm molekulárním okolím. S tím klesá o další "schod" potenciální energie rozpustného barviva. Zbývající mřížkové síly jsou i přes pomocní funkci rozpouštědla vody ještě dost velké. Pomocí Boltzmannovy věty se dá odhadnout, která část molekul barviva dostane tolik kinetické energie /např. při 22°C/, aby se mohla z povrchu částic dostat do lázně.

$$\frac{N_L}{N} = e^{\frac{-G_L}{R \cdot T}} = e^{\frac{-28600}{8,3 \cdot 295}} = 8,6 \cdot 10^{-6} \quad /33/$$

/kJmol⁻¹/

N_L ...počet molekul, které se z mřížky uvolňují

N ... celkový počet molekul barviva na povrchu částic

To znamená, že z jednoho milionu se asi jenom devět povrchových molekul suspendovaného barviva /C.I. disperzní červeně 73/ může uvolnit z povrchu částic fluktuací kinetické energie při normálních teplotách. Ta část molekul roste progresivně se zvyšující se teplotou a získá při barvení ve vysokých teplotách hodnotu řádově $1 : 10^4$.

1.2.3.2. Termodynamická charakteristika adsorpční rovnováhy

Adsorpční rovnováha bude termodynamicky charakterizována volnou adsorpční enthalpií G_{ads} , která vyjadřuje do jaké míry se energeticky vybičí molekuly barviva při kontaktu s PES-povrchem.

G_{ads} odrážá bilance potenciálních a kinetických energií molekuly barviva v ideální vodní disperzi $/\epsilon_L/$ a v adsorbovaném stavu $/\epsilon_S/$:

$$- \Delta G_{ads} = N / \epsilon_{L,pot} - \epsilon_{S,pot} / + N / \epsilon_{L,kin} - \epsilon_{S,kin} / \quad /34/$$

N ...počet molekuly, pro 1 mol $N=N_A$

ΔG_{ads} je o součin teploty T a adsorpční entropie ΔS_{ads} kompenzovaná adsorpční enthalpií ΔH_{ads} .

$$- \Delta G_{ads} = \Delta H_{ads} - T \cdot \Delta S_{ads} \quad /35/$$

Z rovnice /34/ a /35/ lze odvodit tyto vztahy:

$$\Delta H_{ads} = N / \epsilon_{L,pot} - \epsilon_{S,pot} / \quad /36/$$

$$\Delta S_{ads} = - \frac{N / \epsilon_{L,kin} - \epsilon_{S,kin} /}{T} \quad /37/$$

1.2.3.3. Vnitřní objem substrátu v_i v závislosti na teplotě

K experimentálnímu určení ΔH_{ads} a ΔS_{ads} musí být známy přesné adsorpční konstanty odpovídající rovnici /20/ pro minimálně dvě, lépe pro více teplot. Podle rovnice

$$\Delta G_{ads} = -R \cdot T \ln K_{ads} = \Delta H_{ads} - T \cdot \Delta S_{ads} \quad /38/$$

se získá ΔH_{ads} ze stoupání přímky, která vznikne kreslením grafu $/-R \ln K_{ads}/$ v závislosti na $/T^{-1}/$:

$$\frac{\Delta G_{ads}}{T} = -R \ln K_{ads} = \frac{\Delta H_{ads}}{T} - \Delta S_{ads} \quad /39/$$

ΔS_{ads} se počítá pomocí ΔH_{ads} z rovnice /35/.

Obsažné výsledky lze očekávat jenom při použití reálného K_{ads} .
K určení správného K_{ads} musí být známy:

a/ parametr vzdálenosti // ke skutečné barvicí rovnováze

b/ teplotní závislost vnitřního objemu substrátu v_i

c/ hodnota asociací konstanty K_{ass} podle rovnice /24/.

Experimentální náklady k určení K_{ads} jsou relativně vysoké.

Dále závisí K_{ads} hodně na jemné struktuře polyesteru a na vybraném barvivě.

Termodynamické hodnoty PES-barvicího procesu, které jsou zjištěny bez ohledu na vnitřní objemy signifikantně rostoucí s teplotou, nedávají dostatečné vysvětlení k pochopení fyzikálně chemického průběhu barvení.

Dodatek

Pro volnou energii F systému, skládajícího se z N molekul, poskytuje statistická termodynamika fundamentální rovnice

$$F = -K \cdot T \ln Q \quad /40/$$

F je část molekulární energie systému, kterou lze přeměnit v práci. Rozdělovací funkce Q udává, jak se tento přebytek energie na jednotlivé druhy energie /potenciální, kinetická, vazní/ rozděluje.

Pro ideální vodní roztok disperzního barviva, který obsahuje N_L jednotlivých molekul barviva, je Q_L vyjádřena:

$$Q_L = \frac{1}{N_L!} \cdot q_L \cdot N_L \quad /41/$$

a volná energie

$$F_L = -K \cdot T \ln N_L! + N_L \ln q_L \quad /42/$$

Hodnota $N_L!$ je vzhledem k velkému počtu molekul /rozpuštnost od $10^{-4}/\text{mol}^{-1}/$ odpovídá počtu N_L o ca. 10^{19} / prakticky nespočítelná. Existuje ale přibližná hodnota od Stirlinga. Ten platí:

$$\ln N_L! \approx N \ln N - N \quad /43/$$

S tím se rovnice /42/ zjednodušuje na

$$F_L = -K \cdot T \cdot N_L \left(\ln \frac{q_L}{N_L} + 1 \right) \quad /44/$$

Diferenciací této rovnice na počet molekuly N_L dává chemický potenciál ideálního rozpustného barviva.

$$\frac{dF_L}{dN_L} = \mu_i = -K \cdot T \ln \frac{q_L}{N_L} \quad /45/$$

q_L se vztahuje na objemovou jednotku V roztoku.

$$q_V = \frac{q_L}{V} \quad /46/$$

Potom bude z rovnice /45/

$$\mu_i = -K \cdot T \ln \left(\frac{q_V \cdot V}{N_L} \right) \quad /47/$$

Poměr počtu molekul N_L a objemové jednotky V je koncentrace C_L ve vodní fázi. Potom platí:

$$\mu_i = K \cdot T \ln C_L - K \cdot T \ln q_V \quad /48/$$

q_V je součin rozdělovacích funkcí: kinetické energie $q_{L,kin}$, potenciální energie $q_{L,pot}$ určené intenzitou vzájemného působení mezi vodními molekulami a molekulami barviva, a vazní energie $q_{L,B}$ stanovené vnitromolekulárními vazními poměry.

$$q_V = q_{L,pot} \cdot q_{L,kin} \cdot q_{L,B} \quad /49/$$

Rozdělovací funkce $q_{L,B}$ nemá v tomto případě význam, protože se během adsorpčního procesu systém chemických vazeb v molekule barviva nemění. Potom platí pro chemický potenciál rozpustného barviva:

$$\mu_L = K \cdot T \ln C_L - K \cdot T \ln / q_{L,kin} \cdot q_{L,pot} / \quad /50/$$

Analogicky se tvoří chemický potenciál monomolekulárně adsorbovaného barviva $\mu_{S,ads}$ na PES-substrátu.

$$\mu_{S,ads} = - K \cdot T \ln \frac{q_{S,ads}}{N_{S,ads}} \quad /51/$$

I taky se vztahuje rozdělovací funkce $q_{S,ads}$ na jednotku povrchu substrátu A .

$$q_A = \frac{q_{S,ads}}{A} \quad /52/$$

Z toho vyplývá

$$\mu_{S,ads} = - K \cdot T \ln \frac{q_A \cdot A}{N_{S,ads}} \quad /53/$$

$N_{S,ads}/A$ je povrchová koncentrace monomolekulárně adsorbovaného barviva $C_{S,ads}$. $\mu_{S,ads}$ se potom popíše rovnicí /54/:

$$\mu_{S,ads} = K \cdot T \ln C_{S,ads} - K \cdot T \ln q_{S,pot} \cdot q_{S,kin} \quad /54/$$

$q_{S,pot}$ charakterizuje intenzitu vzájemného působení mezi barvivem a PES, a $q_{S,kin}$ vyjadřuje kinetickou energii, která zůstala adsorbovanému barvivu.

Ve stavu adsorpční rovnováhy jsou si chemické potenciály barviva rovny.

$$\mu_{S,ads} = \mu_L \quad /55/$$

Z toho vyplývá

$$\frac{q_{S,ads}}{q_L} = \frac{q_{S,pot} \cdot q_{S,kin}}{q_{L,pot} \cdot q_{L,kin}} = K_{ads} \quad /56/$$

Adsorpční rovnováha je bezprostředně určena poměrem rozdělovacích funkcí potenciální a kinetické energie.

Rozdělovací funkce q má obecný tvar

$$q = e^{-\frac{\epsilon}{K \cdot T}} \quad /57/$$

ϵ ...energie jedné molekuly,

$$K = h/R$$

Stím lze rovnici /56/ napsat takto

$$\ln K_{ads} = \frac{h/\epsilon_{L,pot} - \epsilon_{S,pot}}{R \cdot T} + \frac{h/\epsilon_{L,kin} - \epsilon_{S,kin}}{R \cdot T} \quad /58/$$

Klasická termodynamika dává následující fundamentální rovnici.

$$\Delta G_{ads} = - R \cdot T \ln K_{ads} = \Delta H_{ads} - T \cdot \Delta S_{ads} \quad /59/$$

Porovnáním vztahů /58/ a /59/ se získají odpovídající členy /pro molární veličiny/

$$-\Delta H_{ads} = h/\epsilon_{L,pot} - \epsilon_{S,pot} \quad /60/$$

$$\Delta S_{ads} = \frac{h/\epsilon_{L,kin} - \epsilon_{S,kin}}{T} \quad /61/$$

1.2.4. Vliv přenašeče a urychlovače na barvicí proces

Přenašeče jsou sloučeniny organického původu a to buď z řady aromatických, nebo hydroaromatických látek. Přenašeče usnadňují ve větší či menší míře barvení syntetických vláken. Při barvení polyesterového vlákna se používají přenašeče za normálních atmosférických podmínek, tj. do 100°C/, popřípadě u směsovců přízí a tkanin PES/vlna do 106 až 108°C/. Polyesterová vlákna se v první řadě barví disperzními barvivy. Protože tento druh barviva má malý koeficient difúze, používají se k urychlení barvení a k dosažení dobrého barvivařského výsledku přenašeče. Jejich přítomnost je nezbytná u sytých a především u černých odstínů.

Přenašeče by měly splňovat následující podmínky:

- a/ nemá toxicky nebo dráždivě působit na lidský organismus
- b/ nemá mít pronikavý a nepříjemný zápach
- c/ musí urychlovat barvení a zvyšovat sytost vybarvení
- d/ nemá zabarvovat ostatní vlákna ve směsi
- e/ nemá měnit odstín vybarvení
- f/ musí být levný a snadno dosažitelný
- g/ snadno odstranitelný z vlákna po barvení
- h/ netěkavý a nesublímující

V praxi tyto vlastnosti nespĺňuje žádný z užívaných přenašečů. Většina z nich vyvolává při barvení i změnu vlastností vláken, např. pracovní křivky, oblasti měknutí nebo tání vlákna apod. Navíc je většina přenašečů více nebo méně toxická a těkají jak samotná, tak s vodní párou.

Přenašeče jsou za normální teploty látky v kapalném nebo pevném stavu. Mohou být aplikovány v disperzi, emulzi nebo roztoku.

V praxi se používají přenašeče

- a/ fenoly
- b/ aromatické étery
- c/ estery aromatických kyselin
- d/ aromatické, hydroaromatické nebo substituované aromatické uhlovodíky

V následující tabulce jsou uvedeny některé používané přenašeče, jejich výrobce a jejich základní účinná složka.

Tab. 3:

výrobce	obchodní název	základní složka přenašeče
Tanatex	Carolid	o-fenylfenol
	Carolid JF	difenyl
	Carolid KLF-C	difenyl
Sandoz	Dilatin TC	směs di- a trichlorbenzenů
	Dilatin TCR	směs di- a trichlorbenzenů
	Dilatin OD	o-fenylfenolát sodný
Geigy	Irgacarrier TA	směs mono-, di- a trichlorbenzenů
	Irgacarrier TC	směs mono-, di- a trichlorbenzenů
Bayer	Levagel TBE	směs di- a trichlorbenzenů
BASF	Palanilcarrier A	oxethylovaný p-chlorfenol
	Palanilcarrier B	směs di- a trichlorbenzenů
	Palanilcarrier PE	o-fenylfenol
Farbwerke Hoechst	Remol TRV, TRF	o-fenylfenol
ICI	Tumescal D	difenyl
	Tumescal DF	o-fenylfenolát sodný
	Tumescal PH	o-fenylfenol
chem. záv. W.Piecka Nováky	Slovapren EF	oxethylovaný p-chlorfenol
	Slovapren NF	difenyl + naftalen
	Slovapren PF	oxpropylenovaný p-chlorfenol

O působení přenašečů v barvici lázni existuje několik teorií. Jejich základy jsou následující:

- a/ přenašeče uvolní botanám strukturu vlákna a dojde k zrychlení difúze
- b/ přenašeče sorbují ve vlákne, to vyvolává botanám vlákna a tím probíhá rychlejší difúze barviva do vlákna
- c/ přenašeče zlepšují rozpustnost barviva v lázni
- d/ přenašeče způsobují změnu disperzity barviva.

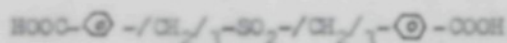
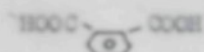
1.2.4.1. Barvení PES-vláken bez použití přenášedů

Zatím bylo možné barvit PES-vlákná při teplotě varu a normálním tlaku jenom pomocí přenášedů, které ale hodně zatěžovali přírodní prostředí. Barvení při vysokých teplotách přineslo problémy u smísel polyesteru s citlivými vlákny /např. vlnou, acrylovým vláknem/. Proto je snazší vyvíjet polyesterové vlákna, které se dají barvit za nižších teplot bez přenášedů. Na vývoji takových vláken se ve světě ještě intenzivně pracuje.

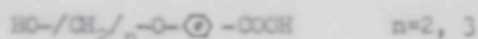
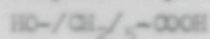
Základní myšlenka je, ovlivňovat PES-vlákná tak, aby docházelo k rozvolňování struktury vlákna. To ale nesmí ovlivňovat technologické vlastnosti vlákna. K zlepšení barvitelské vlastnosti dochází dobudováním alifatické dikarbonkyseliny, hydroxykarbonkyseliny nebo vysoce molekulárního diolu.

Např.:

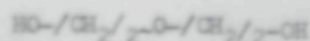
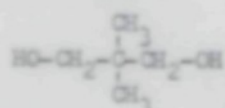
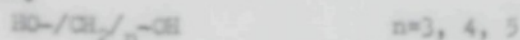
-dikarbonkyseliny



-hydroxykarbonkyseliny

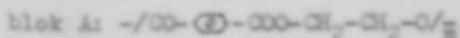
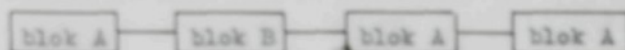


-dioly

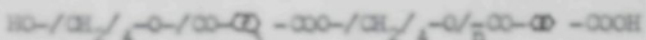


2 příklady polyesterů, které jsou ovlivněny tak, aby se daly zabarvit bez přenášedla.

1. polyethyltereftalát - polyetylenoxid - blokový polymer



2. polybutyltereftalát



Podle vlastností se používá první typ vlákna pro výrobu oděvů /PES-vlákna/ a druhý typ pro výrobu koberce /PET-vlákna/. PET-vlákna se dají barvit hlavně na hašplí při 103°C/ a na druhou stranu se dají barvit na kontinuálním zařízení s disperzními barvivy v nasycených parách při teplotě okolo 100°C/

Uvedu tedy typový program polyesterových vláken, které se dají barvit bez přenášedla.

Tab. 4: Typový program PES-vláken, které se barví bez přenášedla

firma	druh vláken	titr	poznámky
Du Pont	Dacron T 768	13	pro koberce, hluboko disperzní lesklý, trojlaločný
	T 778	13	pro koberce, hluboko disperzní vysoce lesklý
	Tl 169	13	pro koberce, bazický, trojlaločný lesklý
	T 774	6,7	podobně T 169 ale vysoce lesklý
Enka AG	Diolen 742	2,4	bez šmolků, pro pleteniny a
		3,0	tkaniny, polomatný lesk
		3,6	
		42	1,7 lesklý, jemné vlákno pro samet
Hoechst AG	Trevira 210	44	0,6 lesklý, jemné vlákno pro pleteniny
		17	speciální typ pro samet
		810	pro koberce, kruhový, lesklý
		853	pro koberce, trojlaločný, polomatný
		310	2,4 bez šmolků, směsí s vlnou, pro pleteniny a tkaniny

II. Barvicí zařízení pro barvení polyesteru a jeho směsí

Zařízení pro barvení polyesteru a jeho směsí můžeme rozdělit do několika skupin, a to diskontinuální, polokontinuální popř. kontinuální zařízení. Na diskontinuálním principu pracují např. hašple, džigr, tryskové barvicí stroje, aparáty pro barvení tkanin v návinu, aparáty pro barvení cívky a osnovní vály, overflow barvicí stroje atd. Stroje pro polokontinuální barvení využívají různé principy. Jsou to např. Pad - Batch, Pad - Roll, Termosol - Pad - Batch, Termosol - džigr spod. U kontinuálního zařízení jsou obvykle sestaveny jednodřelové stroje do linky /např. fulár - sušicí zařízení - pařák - prací stroj - sušicí zařízení/. Strojní zařízení se jmenují potom Pad - steam, Termosol, Termosol - Pad - Steam, Termosol - Pad - Roll spod.

II.1. Rozdělení diskontinuálních barvicích strojů

II.1.1. Jet barvicí stroje

Tab. 5: Přehled jet barvicích strojů pracujících s krátkou délkou lázně

Název stroje	Výrobce	Podíl zdrobnutí	Objem zdrobnutí [kg zdrobn.]	Objem barvici [l / tryška]	Průměr [mm]	Maximální teplota [°C]	Průtok zdrobn.	Průměrná rychlost [m / min]	Oběžná doba [s / min]	Rychlost odpovědi [s / min]
Economy - Flow A	Thien	1-6	120	600 - 1200	1.5 až 1.80	98	tryška, barvici	35 - 330	max. 3.5	4-5
Economy - Flow NT	Thien	1-6	120	600 - 1200	1.5 až 1.80	140	tryška, barvici	35 - 330	max. 3.5	4
R - Jet 95	Thies	1-6	100 - 120	800 - 800	1.5 až 1.8	98	tryška, barvici	40 - 450	3-6	4-5
R - Jet 140	Thies	1-6	98 - 150	800 - 800	1.5 až 1.8	140	tryška, barvici a proužky	40 - 450	3-6	4-5
Roto - Stream NT	Thies	1-6	80 - 120	400 - 4500	1.4 až 1.15	98	proužky zdrobn. a barvici	85 - 500	3-6	4-5
Roto - Stream NT	Thies	1-6	80 - 120	400 - 1500	1.4 až 1.15	140	proužky zdrobn. a barvici	85 - 500	3-6	4-5

Název stroje	Výrobce	Model stroje	Objem nádobí [kg stroje]	Objem nádobí [l/roztok]	Plnění [l/min]	Maximální teplota [°C]	Plnění stroje	Pracovní teplota [°C/min]	Období lidské [l/min]	Pracovní teplota [°C/min]
Jellflow BT	ATYC	1-4	af 150	400 - 1000	1-5	75	našle, tryška a vnitřní	0 - 350	1-5	5-6
Minifloft typ OMF	ESPA	1-5	10 - 125	200 - 1000	1-3 až 1-10	75	našle, tryška doprostřed	50 - 350	1-5	6
Aquaflow	Gaston County	1-6	af 140	300 - 1200	1-3 až 1-8	75	našle a tryška	0 - 400	1-5	5-6
Aquaflow MT	Gaston County	1-6	af 140	300 - 1200	1-3 až 1-8	75	našle, tryška a vnitřní	0 - 400	1-5	5-6
MT Ultimast	Mendrikson	2	80 - 125	200 - 1800	1-5 až 1-7	75	našle, tryška a vnitřní	60 - 400	3-4	6
Flow Flow NT	Jagri	1	af 200	600 - 1200	1-4 až 1-10	75	našle, tryška a vnitřní	800	1-5	5
Flow Flow MT	Jagri	1	af 200	600 - 1200	1-4 až 1-10	75	našle, tryška a vnitřní	800	1-5	5
Flow Flow MT	Krona	1-4	af 120	max. 850	1-4 až 1-8	75	našle, tryška a vnitřní	20 - 350	af 2	5
Flow Flow MT	MSC	1-5	af 150	400 - 1500	1-5 až 1-15	75	našle, tryška a vnitřní	af 450	3-3	5
Flow Flow MT	Obermaier	1-6	40 - 120	420 - 840	1-5 až 1-12	90	našle, tryška a vnitřní	80 - 400	3	4-5
Flow Flow MT	Obermaier	1-6	40 - 120	840	1-5 až 1-12	104	našle, tryška a vnitřní	80 - 400	3	4-5
Flow Flow MT	Obermaier	1-6	40 - 120	420 - 840	1-5 až 1-12	140	našle, tryška a vnitřní	80 - 400	3	4-5
Flow Flow MT	Platt-Langloose Textile	1-4	af 125	400 - 1200	1-6 až 1-10	140	našle, tryška a vnitřní	0 - 450	1-3	5
Flow Flow MT	Processing Textile	1-6	90 - 130	600 - 1500	1-6 až 1-10	140	našle, tryška a vnitřní	0 - 500	1-5-2	5
Flow Flow MT	Processing Textile	1-6	90 - 130	300 - 1500	1-3 až 1-10	75	našle, tryška a vnitřní	0 - 500	af 2-2	5

II.1.2. Rozdělení jet barvicích zařízení

1. skupina: Úplně a částečně zaplněné jet barvicí stroje s hydraulickým transportem zboží přes venturovou trysku

Tyto stroje byly vyvinuty k barvení textilního materiálu z nekonečných syntetických vláken. Mají vysokou rychlost oběhu barvicí lázně ve venturové trysce a působí tvrdě na textilní materiál. Stroje, které jsou částečně zaplněné, mají v závislosti na pozici trysky se zřetel na hraniční plochy vzduch - voda tendenci k tvoření pěny.

Následující stroje se řadí do této skupiny:

Tab. 6: Barvicí stroje s venturovou tryskou

stroj	firma	poznámky
1. Circular Jet Out V	Mezzera-Itálie	částečně zaplněný stroj
2. VM-jet SLA	V. Henriksen-Dánsko	úplně zaplavený stroj
3. Bijet	Serracant-Spanělsko	úplně zaplavený stroj

2. skupina: Overflow barvicí stroje s poháněnou hašplí
Stroje tohoto typu používají kombinaci poháněné hašple a hydraulického transportu. Zboží bude od hašple přiváděno k overflowu, kde kaskáda lázně doprovodí zboží malou rychlostí nesoufující se trubicí k prodlévací komoře. Stroje nemají trysku a jsou částečně zaplněné.

Následující stroje patří k této skupině:

Tab. 7: Barvicí stroje s overflowem a s poháněnou hašplí

stroj	firma	poznámky
1. Lilac OF 71	Jagri-Mar	Jagri vyrábí licenci fy Hokuriku /Japonsko/
2. Mezzeraflux	Mezzera-Itálie	
3. Supersoft	Pegg-Velká Británie	
4. Overflow M.B.C.	Brazzoli-Itálie	
5. Jetflow BII	ATTC-Spanělsko	

3. skupina: Barvicí stroje s poháněnou hašplí a jet-tryskou
 Zboží bude dodáváno k jet-trysce přes poháněnou hašplí,
 které dopraví textilii do zbožívého zásobníku.
 Existují dva konstrukční typy. Jeden je tryskový barvicí
 stroj se zásobníkem zboží ve tvaru J-box. Pracuje s krátkou
 délkou lázně. Druhý má standardní prodlévací komoru a pracuje
 s další délkou lázně od 1:10 až 1:15.

K této skupině patří:

Tab. 8: Tryskové barvicí stroje s poháněnou hašplí

stroj	firma	poznámky
1. tryskový stroj	Obermaier- NSR	
2. Fable	Pegg-VB	
3. B-Jet 95	Thies-NSR	
4. Flowmatic	Argathen- Israel	
5. Mark V-A jet	Gaston County USA	stroj se používá pro mščí PES/vlna
6. MOD W/75	Omlí-Itálie	

4. skupina: Kombinované overflow/tryskové jet stroje s poháněnou hašplí

Transport zboží může být řízený použitím variabilní kombinace
 overflowu s nastavitelným tlakem trysky a poháněnou hašplí.
 Stroje jsou jenom částečně zaplavené, i když je textilie
 ve zbožívého zásobníku úplně ponořena.
 Konstrukční princip je mnohostranný a v poslední době se
 objevili na trhu různé varianty.

V této skupině existují uvedené stroje.

Tab. 9: Kombinované stroje overflow-tryska-hašple

stroj	firma	poznámky
1. Rapidsam	ATCO- Španělsko	Je to jeden z nejrozšíře- nějších strojů v Evropě.
22. Beneflow CBC	Bene-Francie	Stroj používá vzduchový tryskový systém a pracuje podle Sancewad-společnosti
3. Supra Jet	Brückner-NSR	Sancewad-technika
4. Aqualuft	Gaston County USA	
5. Univerjet	Ilma-Itálie	
6. KPM 5	Kranta-NSR	
7. Rapid Uni-Ace	Nippon Japonsko	
8. Uniflow	Flatt Long- close-VB	
9. Universal	Pegg-VB	
10. Thenflow	Then-NSR	
11. Alpharn	Scholl- Dvycarsko	
12. Compact	Scholl- Dvycarsko	

5. skupina: Stroje, které k podpoře transportu zboží vedle hašplí a jet/overflow systému používají ještě mechanické dopravní prostředky.

Většina typů těchto strojů má horizontálně poháněný otáčející koš.

Do této skupiny patří např.: Tab. 10

stroj	firma	poznámky
1. Gyrostock	Barriquand- Francie	stroj pracuje s délkou lázně 1:2
2. Miniflott Jet CMF	Espe-NSR	stroj má jako mechanický dopravní prostředek hori- zontální dopravní pás
3. VB-Ultimat	V. Henriksen Dánsko	
4. Orbitflow	Jagri-NSR	
5. Carroussel	Serrecant Španělsko	
6. Rotostream	Thies-NSR	

II.1.2.1. Porovnání vybraných barvicích zařízení z hlediska výkonnosti a použitelnosti

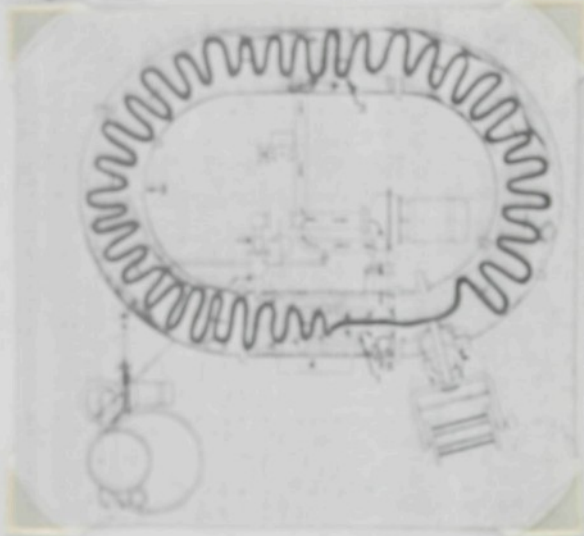
Tab. 11: Hlavní charakteristiky tryskových barvicích strojů

firma	Henri- ksen	Serre- cent	Oali	Then	ATYC	Krants	Scholl	Pegg	Thies	Espa	Jagri
stroj	VH-jet SLA	Bi-jet 120/1	MCD M/75	Then flow 120	Rapid susu	KPM5	HTCom- pact	Uni- ver- sal	Roto- stre- am140	Mini flot jet	Orbit flow
počet trubek	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kapacita zboží kg	200	120	100	120	150	170	150	150	130	100	200
kapacita lázně l	1650	1400	1000	1500	1650	600- 1600	900- 1200	750- 1800	600- 2000	600- 1000	600- 2500
poměr lázně	1:8/ 1:12	1:12	1:10	1:11	1:11	1:9	1:6/ 1:10	1:5/ 1:12	1:4/ 1:15	1:6/ 1:10	1:4/ 1:8
rychlost zboží	50- 150	50- 150	50- 180	max. 300	max. 300	25- 220	50- 350	20- 400	max. 600	max. 350	max. 240
vymění- telné trysky	ano	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ne	ano	ano	ne
maximál. teplota	140	140	98	140	140	140	140	140	140	98	140
v/kon motoru čerpadla	22	15		11	22,5	18,5	7,5	11	15	11	11
potřeba míst/dél ka, šířka vřtka/	3700 3700 1220	2000 1500 4200	6415 2000 2500	5800 1800 2100	8200 2910 3850	5500 2800 2800	4960 3030 3050	3050 3350 3650	3350 3700 3400	6200 2900 1100	3300 2975 2800

Výstavba a hlavní součásti jednotlivých strojů vysvětlují
k lepšímu rozumnění pracovního způsobu jednotlivých strojů.

II.1.2.1.1, VH-jet SLA, fy Henriksen

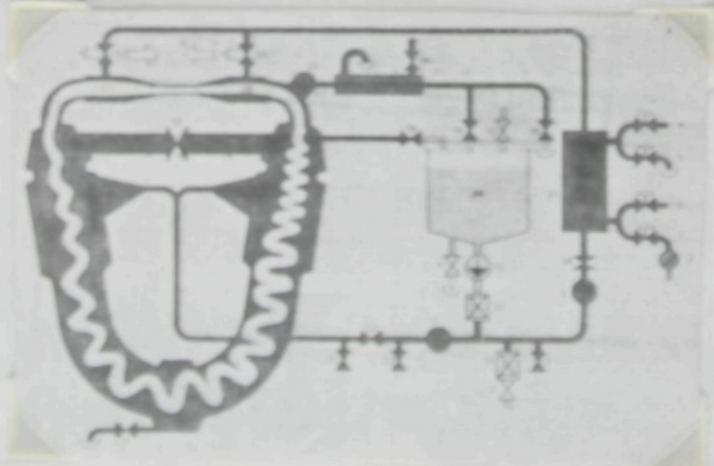
Obr. 7: VH-jet SLA



- 1...tryska
- 2...číslovník zboží
- 3...sací zóna
- 4...regulátor rychlosti zboží
- 5...automatické plnění zařízení

II.1.2.1.2. BiJet, fy Serracant

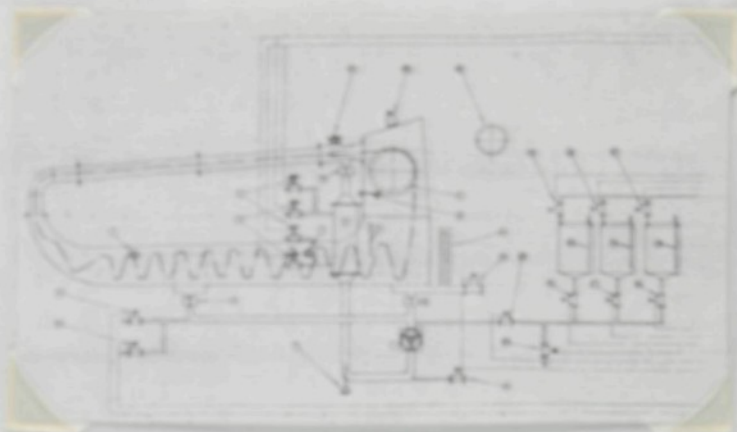
Obr. 8: BiJet



- 1...hlavní vypouštěcí ventil
- 2...přívodní ventil pro vodu
- 3...odtok z oběhu barvicí lázně
- 4...vstupní ventil - vyhřívání
- 5...výstupní ventil - chlazení
- 6...vstupní ventil - chlazení
- 7...uzavírací ventil - kondenzační hrnec
- 8...kondenzační hrnec
- 9...hlavní čerpadlo - cirkulace lázně
- 10..čerpadlo pro přísady a statický tlak
- 11..vypouštěcí ventil - nádoba pro přípravu barvicí lázně
- 12..filtr pro lázeň
- 13..škrťací klapka pro vedlejší tok
- 14..ventil pro dodržování počáteční drovně
- 15..ventil pro zpětný tok
- 16..odtok pro praní
- 17..přítok vody do přidavné nádrže
- 18..vstupní ventil pro chladicí vodu
- 19-20...vstříkovací ventily
- 21-23...ventily pro sdružené zařízení
- 24..otevřená expanzní nádoba
- 25..výměník tepla pro ohřev lázně
- 26..oběh sbořů
- 26-27...vstříkování do jetu
- 29..sbořový, ukládací a vykládací otvor
- 30-31...sací potrubí - hlavní čerpadlo
- 32-33...zpětné ventily
- 34..regulační ventil pro cirkulaci lázně

II.1,2.1,3. MOD M/75, fy Omlí

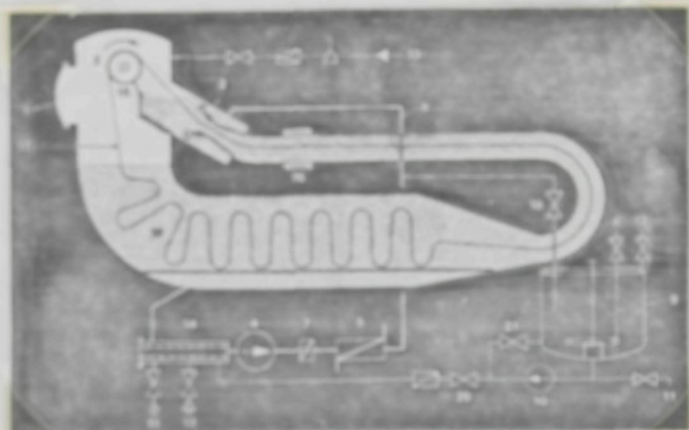
Obr. 9: MJD M/75



- 1...čerpadlo pro cirkulaci lázně
- 2...pneumatický topicí ventil
- 3...pneumatický chladicí ventil
- 4...sonda ke kontrole drovně barvicí lázně
- 5...termometr
- 6...výměník tepla
- 7...kontrolní okna
- 8...kontrolní zařízení pro cirkulaci zboží
- 9...škrťací klapky
- 10...přetečení
- 11...hašple k cirkulaci zboží
- 12...přívodní ventil pro vodu
- 13...oplachovací ventil
- 14...ventil pro odtok barvicí lázně
- 15...přestavný ventil
- 16...18...ventily pro odběr z přípravné nádoby 1-3
- 19...21...oplachovací ventily pro nádoby 1-3
- 22...spojovací ventil
- 23...odtokový ventil
- 24...hašple k vyprázdňování stroje
- 25...světlo
- 33...sondy v tanku

II.3.2.1.4. Thenflow, Cy Then

Obr. 10: Thenflow

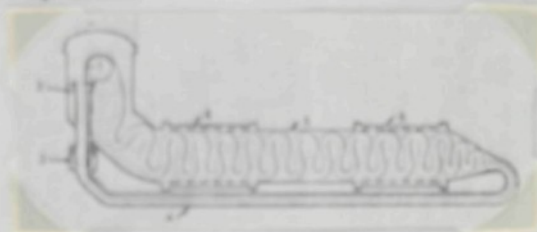


- 1...Výko s kloubovým závěsem
- 2...hadšple
- 3...vstříkovač zařízení s hydraulickým těsněním
- 4...čerpadlo barvicí lázně
- 5...výměník tepla
- 6...připojení pro páru
- 7...regulace proudění lázně
- 8...cirkulační systém
- 9...nádobu k přípravě barvicí lázně
- 10...vedlejší čerpadlo
- 11...výstupní ventil
- 12...připoj vody
- 13...připoj tlakového vzduchu
- 14...filtr pro barvicí lázeň
- 15...uzavírací ventil
- 16...ukazovač švu
- 17...zařízení k stříhání vzorku
- 18...spětný tok
- 19...zábranník zboží
- 20...připojovací ventil pro nádobu s barvicí lázní
- 21...mísací ventil

II.1.2.1.5. Rapidsuma, ř. ATYC

Je to barvicí stroj, který používá k transportu zboží trojkombinaci overflow-tryska-poháněná hašple. Můžeme na něm barvit citlivé, jemné acrylové pleteniny s hmotností 80 /g/ na běžný metr, až těžké kvality pleteniny ze směsi PES/vlna s hmotností 600 /g/ na běžný metr.

Obr. 11: Rapidsuma



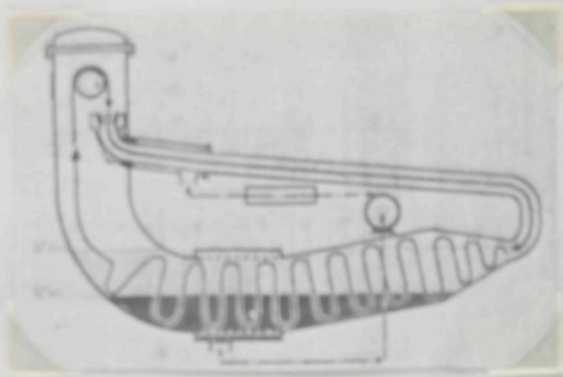
- 1...poháněná hašple
- 2...sací nálevka
- 3...tryska jetu
- 4...transportní potrubí
- 5...sací zóny

Technické parametry:

- obsah zboží v potrubí: 350 /kg/
- maximálně se dají kombinovat 4 potrubí /1400 kg/
- poměr lázní: 1:11
- rychlost pohybu zboží: 300 /min.⁻¹/
- ohřevací doba od 20/°C/ na 130/°C/: 20/min./
- rychlost ohřevu: 5 - 6 /°Cmin.⁻¹/

II.1.2.1.6. KPM 5, ř. Krantz

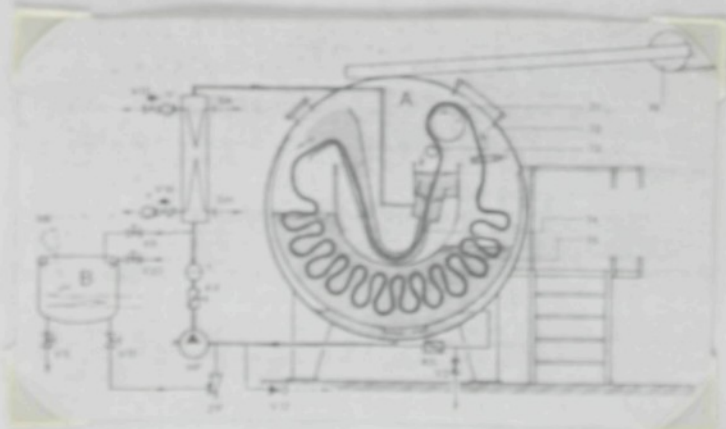
Obr. 12: KPM 5



- 1...zásobník zboží
- 2...zrychlovací potrubí
- 3...odstředivé čerpadlo
- 4...řízení odsávání lázně
- 5...výměník
- 6...regulace proudění barvicí lázně tryskou k transportu
- 7...Soft-Flow vstříkovací tryska
- 8...směr pohybu zboží
- 9...poháněná hašple na transport zboží

II.1.2.1.7. HT-Compact, fy Scholl

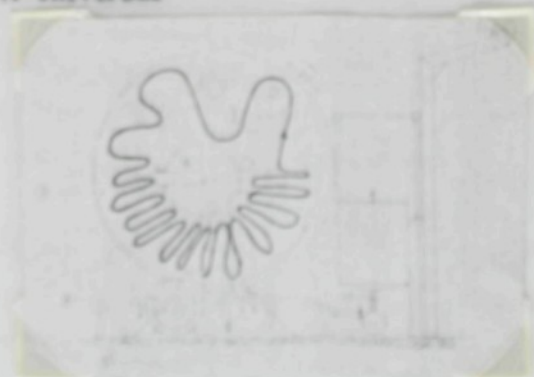
Obr. 13: HT-Compact



A...autokláv
 B...nádobu pro přípravu chemikálií
 HP...hlavní čerpadlo
 HB...nádrž
 SH...ohřívací zařízení
 SK...chladičové zařízení
 I...filtr
 ZP...přídavní čerpadlo
 K9...škrtková klapka
 K11...škrtková klapka
 V3...výstupní ventil - autokláv
 V5...výstupní ventil - pomocná nádoba
 V9...přetečovací ventil
 V11...přídavní ventil
 V12...ventil pro čerstvou vodu
 V16...regulační ventil - topení
 V17...regulační ventil - chlazení
 V20...ventil - přetečná nádoba
 T0...ukládací a vykládací hašple
 T1...hlavní hašple
 T2...kontrola oběhu zboží
 T3...zařízení pro hledání švu
 T4...zařízení pro zrychlení lázně
 T5...zásobník zboží

II.1.2.1.8. Universal, fy Pegg

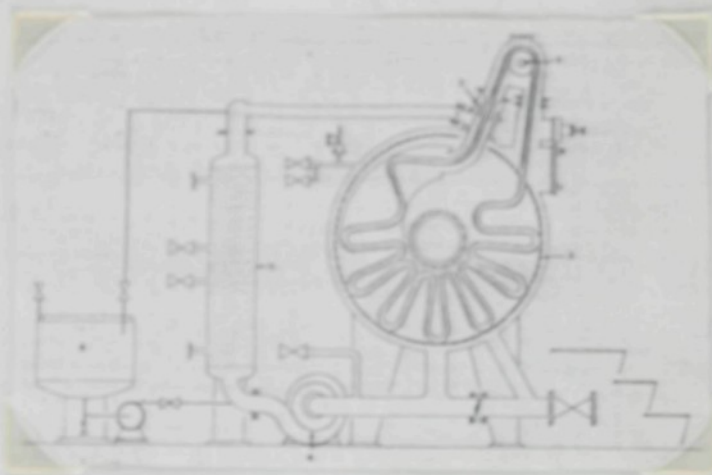
Obr. 14: Universal



- 1...poháněná hašple
- 2...urychlovač barvicí lázně
- 3...zásobník zboží
- 4...čerpadlo
- 5...hlavní poháněcí ventil
- 6...filtr

II.1.2.1.9b. Roto-Stream 140, Cy Thies

Roto-Stream 140 je diskontinuální barvicí stroj pro barvení textilie v provazci. Lze ho používat s variabilní délkou lázně a v mnohých oblastech. Tlakový kotel je částečně naplněn barvicí lázní. Provazec se pohybuje pomocí kombinace hašple, trysek a mechanicky otáčejícího vnitřního bubnu. Obr. 15: Roto-Stream



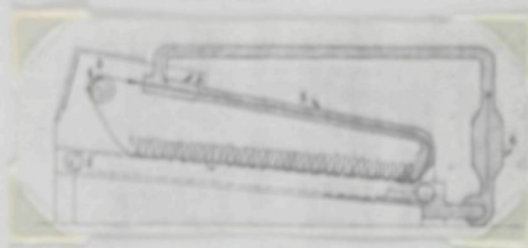
- 1...poháněná hašple
- 2...venturová tryska
- 3...tlakový kotel s vnitřním bubnem
- 4...hlavní obšhové čerpadlo
- 5...výměník tepla
- 6...přípravní nádoba

Technické parametry:

typ stroje	14Q/1	14Q/2	14Q/3	14Q/4	14Q/5	14Q/6
počet tlakových kotlů	1	2	3	4	5	6
hmotnost zboží/kg/	80-130	160-260	240-390	320-520	400-650	480-780
délka lázně	1:4 - 1:15					
maximální tlak	$3,5 \cdot 10^5$ Pa/ při 140°C/					
výkon topení při 6 . lo ³ /Pa/nasycení	4 °Cmin. ⁻¹ /					
poměr v oblasti 20-140°C	4 °Cmin. ⁻¹ /					
rychlost ochlazení při tlaku $3 \cdot 10^5$ Pa/	4 °Cmin. ⁻¹ /					
teplota ochl. vody 20°C	4 °Cmin. ⁻¹ /					
výkon motoru /kW/	15	30	30	37	37	55
rychlost oběhu zboží	až 600 /min. ⁻¹ /					
počet oběhu lázně	2-6 /ob.min. ⁻¹ /					

II.1.2.1.10. Miniflott Jet OMF 1D, fy Espe

Obr. 16: Miniflott Jet OMF

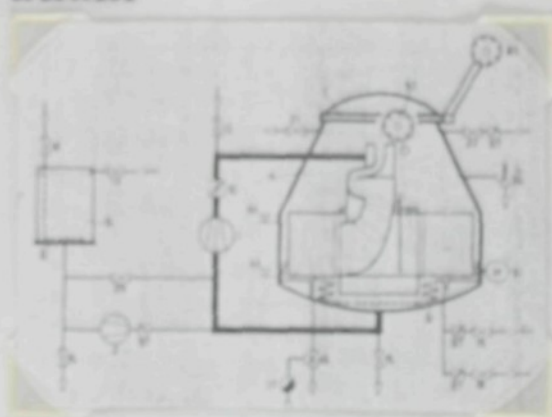


- 1...nádobník zboží
- 2...dopravní pás s motorovým pohonem
- 3...hášple
- 4...tryska jetu
- 5...dopravní potrubí
- 6...výměník tepla
- 7...hlavní oběhové čerpadlo

II.1.2.1.11. Orbitflow, fy Jagri

Barvicí stroj může řídit transport zboží overflowem, tryskou, nebo jejich kombinací s hašplí. Je to konstrukční řešení pro beznapětový chod zboží v horizontální oběhové dráze. Barví se na něm kusové zboží. Stroj má rotující zbožíovou komoru, kde se odleží materiál velmi klidně. Oběhové časy barvicí lázně se dají regulovat. Úroveň lázně v rotující komoře lze plynule nastavit. Při každém cyklu probíhá materiál overflow zařízením, po kterém se provazec dostane do nálevky a potom se znovu nechá odlejet v pomalu rotující komoře. Krátká délka lázně umožňuje poměrně velké depory energie, vody, pomocných přípravků a malé zatížení odpadové vody. Orbitflow je staven ve dvou typech a to k barvení do 100°C a do 140°C .

Obr. 17: Orbitflow



- A...tlaková barvicí nádoba
- B...nádoba na přípravu barvicí lázně
- Q...výměník tepla
- T...uzavírací víko
- 1...oběhové čerpadlo
- 2...pomocné čerpadlo
- S...náklad
- 10...regulace tlaku

- 13...ventil pro vodu
- 15...odtokový ventil
- 16...topící ventil
- 17...kondenzační hrnec
- 18...chladič ventil
- 21...spouštěcí vzduchu
- 22...vstup vzduchu
- 29...sací ventil
- 44...dřevěná barvicí lázně
- 49...regulační ventil
- 61...pohon pro otáčející koš
- 62...hašple
- 63...vykládací hašple
- 97...zpětný ventil
- 98...pojistný ventil

Technické parametry:

- obsah aparátu: 20 - 250 /kg/
- možnost kombinace 2 aparátů
- délka lázně 1:4 až 1:8
- rychlost pohybu zboží: 100 - 140 /min.⁻¹/

II.1.3. zařízení pro barvení textilií v provozu

Jiná možnost rozdělení barvicích strojů a aparátů je podle jejich centrálního /hlavního/ poháněcího stroje. Pro barvení textilií v provozu lze tyto principy rozdělit a/ pomocí hašple

- b/ jet zařízení
- c/ overflow zařízení
- d/ softflow zařízení

Mimo poháněcího stroje se mohou zařízení lišit ještě v stupni zaplnění barvicího tělesa /úplně nebo částečně zaplněné/, v poloze barvicího kotle /horizontální či vertikální/ a i v technických parametrech /výkon ohřevacího zařízení, délka lázně, obsah zásobníku atd./.

II.1.3.1. Hašple

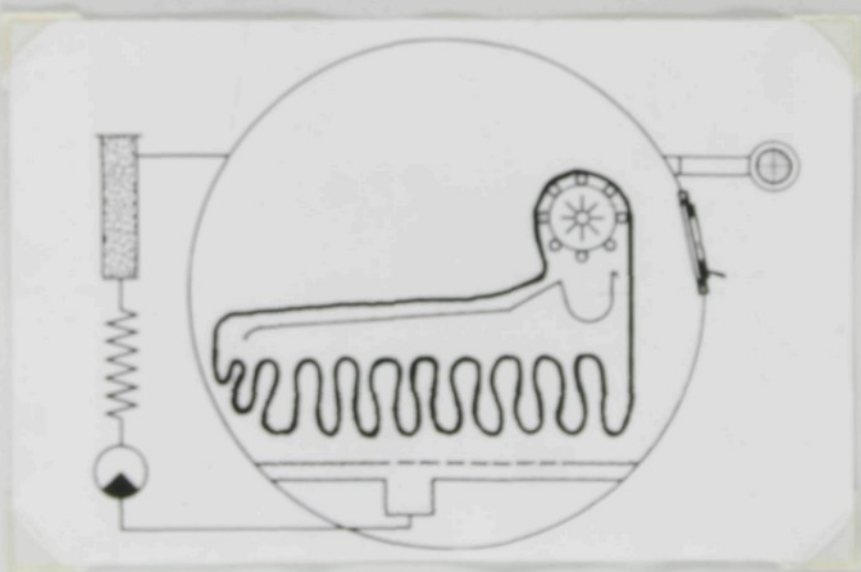
II.1.3.1.1. Hašple KFA, fy Then, Schwebsisch Hall

V Hannoveru představila fa Then hašpli, která pracuje s krátkou lázní. Místo jednotlivých zásobníků zboží má hašple KFA speciální klouzavé stěny ve společné barvicí nádobě. Třecí odpor textilie s stěnou se snižuje tím, že se zboží během oběhu rovnoměrně rozkládá. Na celou šířku je místo trysky instalováno potápěcí zařízení, které nanáší opatrně lázeň na zboží. Cirkulační čerpadlo dodává lázeň přes filtr k potápěcímu zařízení. Pohyb lázně vede provazec transpoční dráhou zpátky do zásobníku. Hmotnost materiálu se pohybuje od 100 do 600 kg. Hašple je možno automaticky řídit.

II.1.3.1.2. Surfer HT-KS, fy Espe, Erbach

Princip stroje je vidět na obr.

Obr. 18: Surfer HT-KS, fy Espe

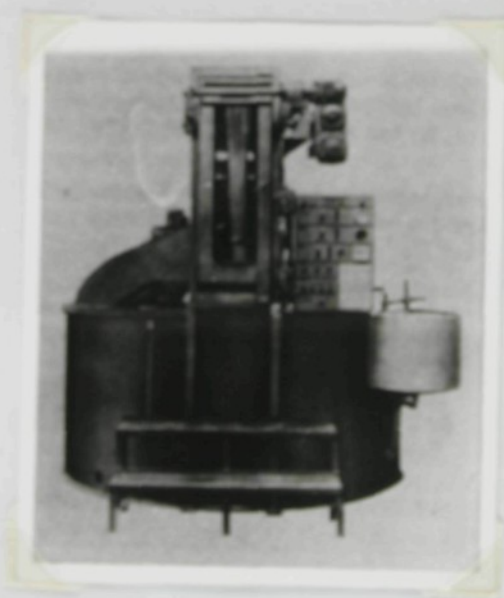


Z obr. lze poznat hlavní součásti stroje, to jsou transportní hašple, vykládací a ukládací hašple, "surfer", čerpadlo, výměník tepla a filtr pro barvicí lázeň. "Surfer" je nový přepadový systém. Hašple převezme zboží z vazy a dodává ji do surferu, kde kolem ní cirkuluje lázeň. Potom se dostane zpátky do zásobníku zboží. Tím je zajištěn bezspřetový oběh materiálu. Délka lázně je variabilní a nastaví se podle kvality materiálu. Čerpadlo umožňuje oběh lázně. Výměník tepla leží pod hašplí.

II.1.3.1.3. Barvicí stroje Gyrostock, fy Barriquand

Barvicí stroj od Barriquand /Roanne/ typ Gyrostock pracuje s velmi krátkou délkou lázně. Délka lázně se pohybuje od 1:1,15 /pro mokré zboží/ až 1:3,5 /pro suché zboží/. Rychlost pohybu zboží je 300 m/min./. Lázeň se používá pouze k barvení a pohyb zboží zajišťuje pohyblivá hašple a rotační zásobník.

Obr.19: Gyrostock



Tab. 12: Hodnocení celého procesu zpracování: praní, bělení, barvení, oxidace, mydlení v porovnání s klasickými postupy.

	délka mokrý zboží	lázna suché zboží	kapacita /kg/	kWh	pára /kg/	vođa /m ³ /	odp. vođa /m ³ /	bar- vivo /kg/	chemi- kálie
hašple	1:23	1:25	200	9,5	3388	51	51	4,6	2,33
			400	14,3	6776	102	102	9,2	2,33
			600	23,8	10164	153	153	13,8	2,33
jet	1:10	1:12	200	63,8	1588	32,4	32,4	4,3	1,56
			400	94,4	3176	64,8	64,8	8,6	1,56
			600	153,8	4764	97,2	97,2	12,9	1,56
jet	1:6	1:8	200	58,0	1035	25,6	25,6	4,2	1,29
			400	85,8	2070	51,2	51,2	8,4	1,29
			600	139,8	3105	76,8	76,8	12,6	1,29
Gyrostock	1:1,5	1:1,5	200	28,6	412	12,7	12,7	1	1
			400	81,3	824	25,4	25,4	1	1
			600	108,8	1236	38,1	38,1	1	1

II.1.3.2. Jet zařízení

II.1.3.2.1. WJ-jet SLA, fy Henriksen, Soeborg

Stroj je popsán už v kapitole II.1.2.1.1. Je to úplně zaplněný vysoko-tlaký barvicí stroj pro barvení kusového zboží. Transport zboží probíhá v horizontálním směru. Bez hašple nebo válečků se pohybuje provazec jen prouděním lázně. Stroj má dvě nad sebe uspořádané jet-kroužky, které pracují kombinovaně.

II.1.3.2.2. Aqualuft, fy Gaston County, Stanley

Na výstavě ITMA 1979 představil Gaston County pod jménem Aqualuft nový model barvicího stroje. Je to vysokotlaký tryskový barvicí stroj.

Velký cylindrický tlakový kotel je perforovanými meziklady rozdělen do několika komor. Flymule regulované transportní hašple vede zboží provazec. Odšťědivé šerpadlo tlačí lázeň do trysky,

skrz kterou je veden provazec, když přijde od halsple. Proudící rychlost lázně skrz trysku je nastavitelná. S průměrnou ukládací hmotností 180 kg/komoru, má 6-komorový model barvit najednou 1080 kg. Aqualuft existuje jako vysokotlaký i nízkotlaký barvicí stroj.

V poslední době se zlepšil pohon zboží pomocí regulace obtokovým ventilem, tzv. Bypass-regulace, která je vidět na obrázku.

Tento stroj je znám pod jménem Aqualuft II.

Obr. 20: Aqualuft II



II.1.3.2.3. Miniflott jet OMF, fy Epa, Erbach

V Miniflott jetu OMF nebude mokrý provazec odložen do vany, ale na transportní pás. Předtím byl impregnován rovnoměrně s lázní. Délka lázně je velice krátká a zboží se odloží velmi šetrně na pás. Jedno potrubí má obsahovat až 1000 m zboží. Rychlost zboží ve trysece se pohybuje kolem 200 /m/min./.

II.1.3.2.4. K-jet, fy Krentz, Aachen

KPK-jet je barvicí stroj s krátkou délkou lázně. Výborně se dají na něm barvit např. bavlněné a PAD-provazce, froté, plyš sešel ba/PES a VS/PES. Normálně se barví při teplotě až 106°C. Zásobník zboží se dá nastavit na tři velikosti. Je to závislé na kvalitě zboží - lehké, střední a těžké kvality. Štartovací klapky regulují oběh lázně. Existují čtyři různé průměry trysky, které se dají vyměnit/také v závislosti na kvalitě materiálu/. Základní pracovní funkce jsou zahrnuty v skříňovém rozváděči.

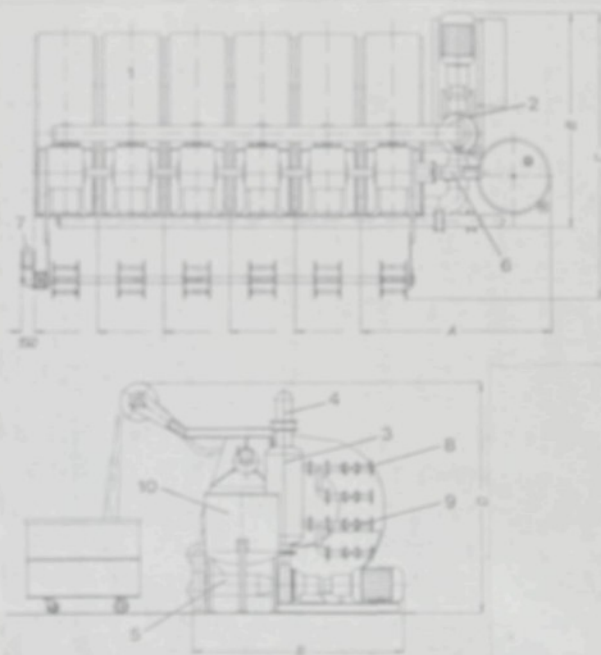
Technické parametry:

- obsah zboží v jedné komoře: 100-150 kg
- délka lázně: 1:5 až 1:10
- rychlost pohybu zboží: 80 - 400 /m/min./

II.1.3.2.5. R-jet 95, ty Thies, Coesfeld

Barvicí stroj R-jet 95 je ideální náhrada za neefektivní hašple. Používá krátkou délku lázně v poměru 1:5 až 1:8 a má vysokou produkci. Na stroji lze barvit přírodní, syntetické i směsové materiály. Pohyb materiálu je zajištěn pomocí hašple. Rychlost pohybu lze nastavit až na 400 /m/min./

Obr. 21: R-jet 95



- 1...kondenzátor tepla
 - 2...cirkulační čerpadlo
 - 3...výměník tepla
 - 4...tlakové potrubí
 - 5...sací potrubí
 - 6...převod s plynulou regulací pro hašplí
 - 7...ukládací a vykládací hašple s poháněcím motorem
 - 8,9.chlívací, či chladič ventily
 - 10..vzorovací nádob
- A a B jsou rozměrové délky stroje a jsou závislé na počtu barvicích strojů.

Technické parametry: Tab.1)

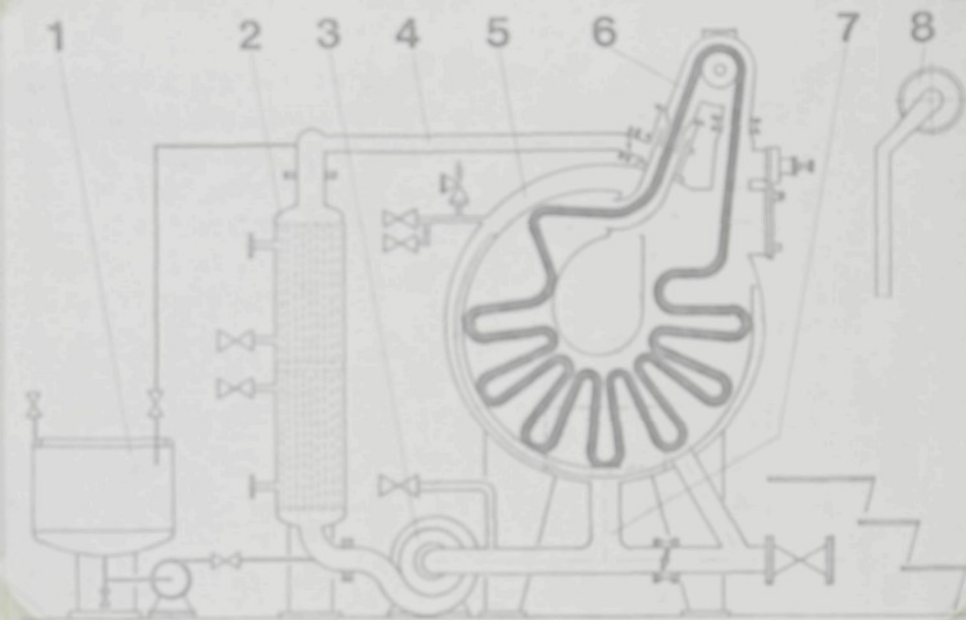
typ stroje	95/100 95/130	95/200 95/260	95/300 95/390	95/400 95/520	95/500 95/650	95/600 95/780
roční obsah barvicí lázně	500- 650	1000- 1300	1500- 1950	2000- 2600	2500- 3250	3000- 3900
poměr lázně	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5	1:5
vzorovací ná- doba-obah l	500	300	300	500	500	500
výkon motoru cirk.čerpadla 1500ot./min. v /kW/	11	15	22	30	37	45
poháněcí haš- ple v /kW/	1,5			2,2		
motor k vyklá- dání zboží/kW	0,55					

II.1.3:2.6. R-jet 140, fy Thies, Coesfeld

Stroj pro barvení kusového zboží R-jet 140 lze používat k barvení pleteniny a tkaniny ze syntetických nebo přírodních vláken. Stroj pracuje s délkou lázně 1:5 až 1:8. Transport zboží je realizován pomocí hašple a trysek. Rychlost pohybu zboží lze regulovat od 50 do 500 /m/min./. Spojením mezi hašplí a měkkým intenzivním transportem zboží při plném vyrovnání provazce po intenzivní dráze, umožňují bezproblémové zušlechťování.

H-jet je ideální stroj pro hromadnou výrobu.

Obr.22: H-jet 140



1...náseční nádoba

2...výměník tepla

3...cirkulační čerpadlo

4...tlakové potrubí

5...vysokotlaký kotel s vnitřním bubnem

6...pohon hašple

7...sací potrubí

8...ukládací a vykládací hašple

Technické parametry:

obsah každého zásobníku: 140 kg

počet zásobníků: 1 až 6

oběh lázně: 1,5 až 4 oběhů/min.

II.1.3.2.7. Rapid Jet HT, fy Messera, Milano

Je to rychlebarvicí stroj pro barvení polyesterové pleteniny a tkaniny v provazci. Jet pracuje pod tlakem 5 /kg/cm²/ a při vysokých teplotách/140 °C/. Poměr lázně se pohybuje od 1:5,5 až 1:8,5. Zvláštní konstrukce a technické zlepšení dovolují barvení texturovaného polyesteru za 100minut a to s výbornými kvalitativními výsledky.

Tab.14: Technické parametry

Rapid Jet HT	Out-FL-1	Out-FL-2	Out-FL-3
počet barvicích potrubí	1	2	3
obsah zboží/kg	120-180	240-360	360-540
min. obsah barvicí lázně	700	1400	2100
max. obsah barvicí lázně	1200	2400	3600

II.1.3.2.8. Cirkular Rapid Out R, fy Messera, Milano

Stroj typu Circular Rapid Out-R vznikl ve spolupráci firmy Messera SpA a Hlaaka Works.

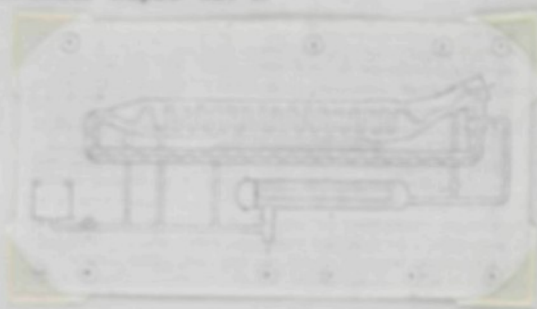
Dá se v něm barvit provazec pleteného zboží z tvarovaného polyesteru při normálním tlaku nebo pod tlakem, ale i jeho směsí s bavlnou, s vlnou a s viskózou. Při délce lázně 1:7 a barvicí době od 60 min. /pro 100% PES/ se může stroj používat i pro citlivé zboží. Rychlost zboží se dá nastavit až na 450 /m/min./ a oběh lázně na 2,5 až 4. Rychlost ohřevu je 7 °C/min./ a rychlost ochlazení je 5 °C/min./. Dlouhý tvar potrubí pro provazec umožňuje lepší rovnoměrnost zboží a s tím pravidelnější podmínky oběhu.

Trubka k transportu textilie od jetu na protilehlou stranu má menší průměr asi o 180 /mm/. To umožňuje velkou rychlost lázně vždy s důkyn kontaktem se zbožím a obnovení filmu mezi textilií a lázní. Velká rychlost lázně v dopravní trubce dovoluje snížení tlaku v jetu a tím bude redukován i tlak lázně na zboží

k zachování strukturální vlastnosti.

Tento jet je úplně naplněn barvicí lázní. Maximální obsah textilie je 150 kg, množství barvicí lázně 1000 l a maximální barvicí teplota 140 °C.

Obr.23: Cirkular Rapid Out R



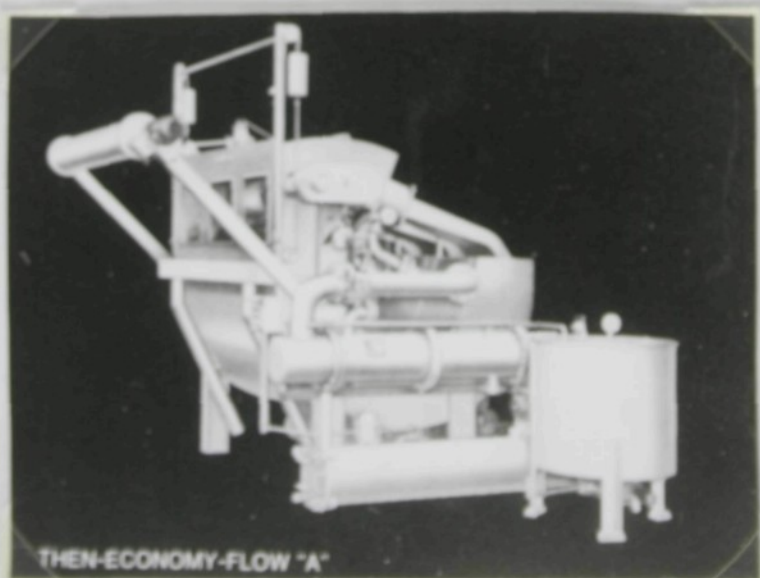
- 1...podšvací otvor
- 2...háčple
- 3...barvicí trubka
- 4...regulační ventil
- 5...fixení množství barvicí lázně
- 6...regulační ventil
- 7...výměník tepla
- 8...hlavní čerpadlo pro oběh lázně
- 9...elektrické vstřikovací čerpadlo
- 10...nádobu pro přípravu barvicí lázně

II.1.3.2.9. Then-economy-flow, fy Then

Tento trykový barvicí stroj umožňuje velké dávky tepla, vody, chemikálií, pomocných prostředků, zpracovací doby a i omezené použití barviva. Lze v něm barvit pleteniny i tkaniny. Stroj má širokou trysku, za níž je dopravní dráha, sloužící k rozvíření provazce. Regulace rychlosti zboží je plynulá. Then-economy-flow se vyrábí s 1 až 6 zásobníky a má poloautomatické nebo plnoautomatické fixení.

Je to první jet s krátkou lázní pro izotermní barvení. S ním se lepšily podafinky pro barvení tkaniny z směsovcch vláken /v první fázi PES/cel., PES/ba/.

Obr.24: Then-economy-flow



Technické parametry:

- maximální barvicí teplota
Then-economy-flow A 95 °C
Then-economy-flow HT 140 °C
- délka lázně: 1:5 až 1:12
- obsah zboží v zásobníku: 100 - 130 kg

II.1.3.3. Overflow zařízení

Ujetu se pohybuje zboží prouděním lázně, které vyvolá šerpado a tryska. Při velmi citlivém zboží nelze proud lázně řídit tak, aby na zboží nenastaly škody. Při overflow barvicím stroji je to jinak a proto se tyto stroje používají hlavně pro velmi citlivé textilie.

II.1.3.3.1. Thenflow, fy Then, Schwebisch Hall

Je to stroj, který je konstruován na základě vysoké výkonnosti. Stroj má 4 zásobníky, které lze separátně uzavřít. Je konstruován pro použití krátké lázně. Pohyb zboží je velmi šetrný, díky vhodné kombinaci overflow-hašple-jet.

II.1.3.3.2. Orbit-Flow, fy Jagri, Gescher

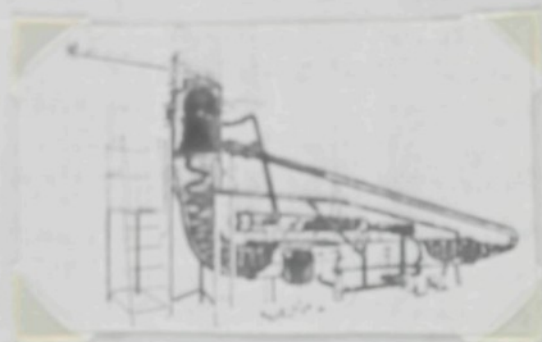
Podrobněji je stroj popsán v kapitole II.1.2.1.11.

II.1.3.3.3. Univerjet, fy ILMA, Schio

Univerjet je vysokotlaký barvicí stroj. V cylindrickém vertikální části autoklávu je zboží vedeno hašplí, pod kterou je zařízení, které vypíná hašplí, když se provazec sváže do uzlu. Blízko pod hašplí je overflow a podávací tryska. Pro rozdílné zboží hmotnosti existuje 5 rozdílných trysek, které se dají vyměnit. Overflow a tryska mohou pracovat spolu nebo každý zvlášť. Pro citlivé zboží, které nevydrží velké oběhové rychlosti, pracuje jenom overflow. V horizontální části stroje bude

odložen provazem. Tento desk potrubí má částečně dvojnás plášť, kde bude lázeň odsávána skrz vnitřní perforovanou část a odsud doprovázena do autoklavu. Cirkulace lázně zajišťuje odstředivé čerpadlo. Zboží se může pohybovat rychlostí 0 až 400 /m/min./ . Čerpadlo umožňuje oběh lázně 1krát za minutu. Takováhle rychlosti s odpovídajícím počtem kontaktů působí především dobře na egalitu vybarvení a zabráňují vzniku záhybů, lomů, vzpěrů a podobných chyb. Délka lázně je 1:8. Zbožový zásobník má kapacitu 150 kg na jedno potrubí.

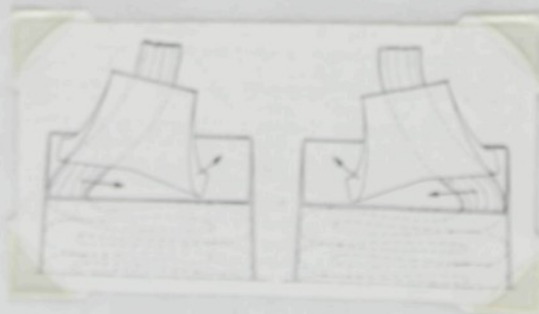
Obr.25: Univerjet



II.1.3.3.4. Oscill-O-Flow, fy Obermaier

Nový barvicí stroj Oscill-O-Flow je stroj, který je pokračováním krátkolozňové serie s cílem, umožnit transport zboží ještě šetrnější a ještě bezpečnější. Dá se barvit i extrémně povrchově citlivé zboží. Stroj má k tomu kyvadlové zařízení k odlešení zboží v plné šíři s pneumatickým pohonem.

Obr.26: Zařízení k odlešení zboží



Tento pohon zajišťuje rovnoměrné a široké ukládání zboží. Stroj má maximální obsah 170-200 kg, tzn. že se může barvit v 6 sekcích najednou až 1200 kg zboží. Délka lázně se může pohybovat mezi 1:4 až 1:10, což umožňuje šetrnou a kontrolovanou spotřebu vody, chemikálií a energií. Další novinkou je to, že povrch zásobníku zboží je opatřen teflonem, což umožňuje lepší kluzání zboží. Teflon má antiadhezivní charakter a proto se zboží nenalepí na podlahu zásobníku.

Oscill-O-Flow se vyrábí ve 3 variantách /atmosferický, nízkotlaký při 106 °C a vysokotlaký při 140 °C/. Další technické charakteristiky jsou:

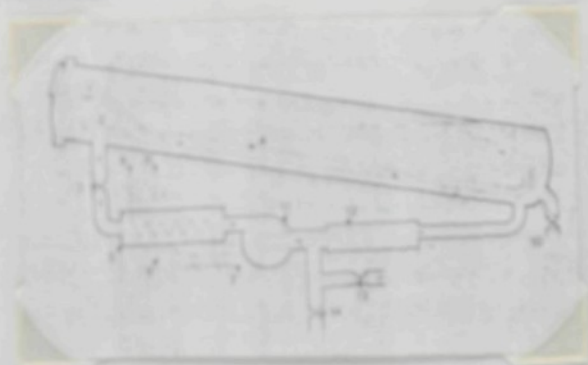
- elektronická regulace naplnění a poplachování
- regulace množství nanášené lázně na zboží
- regulace rychlosti zboží
- regulovaný obratný válec pro bezpečný transport, který se používá i k odšidlování při vykládání zboží
- zařízení pro přidání pomocných látek
- lehce vyměnitelné filtry
- automatická regulace teploty
- skupinové přepínání ventilů aparátu

II.1.3.3.5. Uniflow, fy Platt Longelose

Je to vysokotlaký barvicí stroj pro barvení syntetických materiálů a jejich směsí /PES/ba/ při vyšších teplotách. Pohyb zboží je realizován poháněnou hašplí a overflow systémem. Rychlost pohybu je podle kvality materiálu nastavitelná od 25 až 590 /m/min./. Krátká délka lázně 1:5 zajišťuje optimální využití barvicí lázně. Overflow umožňuje šetrný pohyb zboží při malém tlaku.

Stroj je možno zařadit do linek s jedním, dvěma, třemi nebo čtyřmi zásobníky. Kapacita jednoho zásobníku se pohybuje kolem 150 kg zboží. Maximální teplota lázně je 140 °C.

Obr. 17: Uniflow

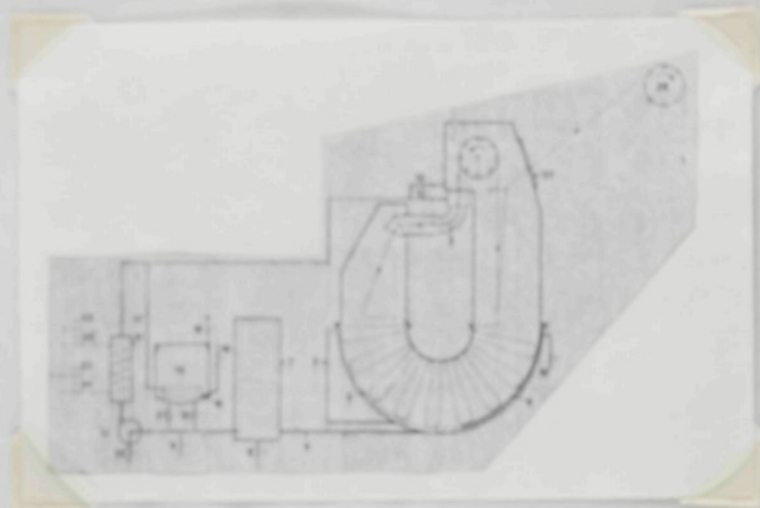


- 1...pohoněná hašple
- 2...dřevěná zaplavená hubice
- 3...kontrola proudění lázně
- 4...výtoková trubice
- 5...výměník tepla
- 6...vstup páry do ohříváče
- 7...vstup chladicí vody
- 8...výstup chladicí vody
- 9...výstup kondenzátu
- 10...odvodňovací kanál po pláchnutí
- 11...hlavní čerpadlo
- 12...filtr
- 13...přítok vody
- 14...odtok

II.1.3.3.6. Softflow, fy Platt Longelose

Je to barvicí stroj pro barvení citlivých pletenin a tkanin. Barvení probíhá při atmosférickém tlaku /např. směsí vlna/PES/ a rychlost pohybu zboží lze zvýšit až na 500 /m/min./. Barvicí nádrž je speciálně konstruována, aby nedošlo k poškození textilie třením a přehybáním. Délka lázně se pohybuje kolem 1:5. Pohyb zboží je realizován pomocí hašple a overflow zařízení. Vedle sebe se dají zařadit jeden, dva, tři nebo čtyři stroje s kapacitou pro stroj 150 kg.

Obr. 28: Softflow



- 1...pohyblivá se hašple
- 2...výtlačná trubice
- 3...perforovaný vnútorný plášť
- 4...PTFE-vnútorný povlak
- 5...libela
- 6...spätná trubka
- 7...filtr
- 8...vypúšťací ventil
- 9...ventil pre vodu
- 10...šerpadlo
- 11...výmenník tepla
- 12...škrtková klapka pre prepád a zaplavení
- 13...škrtková klapka pre zrýchlení lázně
- 14...ventil pre oplachnutí
- 15...nádrž pre prímesi
- 16...ventil pre spustění vody do pomocné nádrže
- 17...ventil pre lázně do pomocné nádrže

- 18..rychlé míchací zařízení
- 19..přítok páry
- 20..ventil pro přísady
- 21..vypouštěcí ventil - pomocná nádoba
- 22..vstup páry pro topení
- 23..výstup kondenzátu
- 24..vstup chladicí vody
- 25..výstup chladicí vody
- 26..čerpadlo pro chlazení
- 27..ukládací a vykládací otvor
- 28..ukládací a vykládací hašple

II.1.3.4. Soft-zařízení

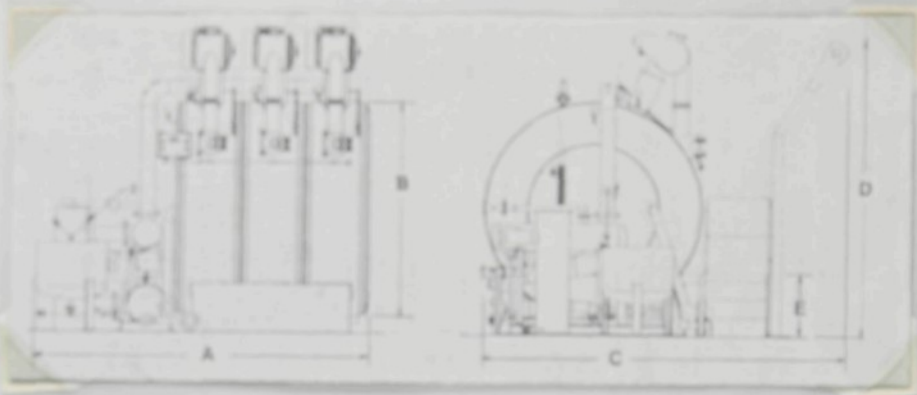
II.1.3.4.1. Eco-Soft, ty Thies, Coesfeld

Je to barvicí stroj s krátkou lázní pro pleteniny a tkaniny z přírodních a syntetických vláken a jejich směsí, s měnitelným poměrem lázně.

Konstrukce:

Barvicí stroj k barvení nad 100 °C se skládá z 1-6 zásobníků. Maximální obsah každého zásobníku je 150 kilogramů. Základní typ se skládá ze zásobníku s hašplí, soft-trysky, cirkulačního čerpadla se spojovacím potrubím, výměníku tepla, ukládacího a vykládacího zařízení, škrtících a řídících organů. Soft-tryska s podobným charakterem jako overflow směsí a otvírá provazec. Vysoká produktivita je zajištěna optimálním transportem zboží. Rychlost zboží se pohybuje od 40-400 /m/min./ a lázeň oběhne 2 až 4krát za minutu. Poměr lázně je 1:4 až 1:5. Větší délka lázně se používá pro citlivé zboží. Obaluhu a řízení stroje je možno provádět ručně, polo- nebo plnoautomaticky.

Obr.29: Eco-Soft



A až E jsou rozměrové údaje.

Technické parametry:

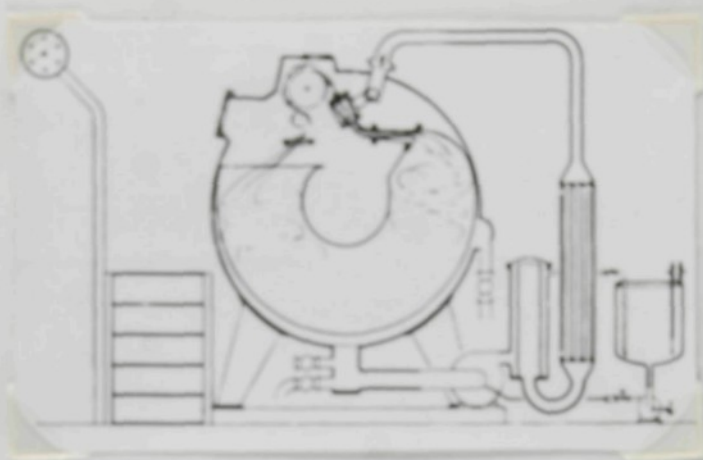
- barvicí teplota: až 103 °C
- topicí výkon: 2-3 °C/min./
- chladičí výkon: 2-2,5 °C/min./
- chel opědní hašple: 180°

II.1.3.4.2. Softkufe, fy Obermaier, Heustadt/Weinstr.

Barvicí stroj Softkufe pro barvení kusového zboží existuje ve dvou variantách: za a/ pro barvicí teploty do 100 °C a za b/ nad 100°C.

Plynule poháněná hašple převezme transport zboží. Overflow zařízení smáčí provazec barvicí lázní. Kombinace transportní hašple a přepačového zařízení zajišťuje bezproblémový běh těžkého zboží při 40 /m/min./ ale i lehkých pleteninypři 400 /m/min./. Poměr lázně se pohybuje mezi 1:4 a 1:12. Každá komora obsahuje 100-120 kg zboží. Stroj může mít až 6 komor. Speciální dprava vnitřní vratky stroje garantuje besporuchový oběh zboží.

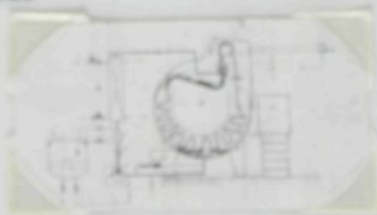
Obr.30: HT-Softkufe



II.1.3.4.2. Subtilo, fy Schell, Zofingen

Barvicí stroj Subtilo je rychlebarvicí, krátkoláznový tryskový barvicí stroj pro barvení kusového zboží v provozu. Zboží se pohybuje pomocí plynně regulovatelnou hašplí, kombinovanou s velice šetrně pracující soft-tryskou. Tryska slouží spolu s následující intenzivní drážkou k otevírání a ukládání zboží, a pro bezvadnou výměnu barviva a energie mezi lázní a materiálem. Pro šetrné zpracování materiálu se pracuje s tryskovým tlakem 0,1 až 0,2 bar /0,1 až 0,2 · 10⁵ Pa/, se kterým lze barvit i povrchově citlivé zboží. Poměr lázní se pohybuje mezi 1:5 a 1:7. Subtilo je nabízen ve 3 formách: bez tlaku, nízkotlaký stroj pro teploty do 108 °C a vysokotlaký stroj /až 140 °C/. Se dvěma komorami má kapacitu 350 kg zboží. V kombinaci s dalšími Subtilo-zařízením se dají barvit partie až 1600 kg. Stroj je založen na plno- či poloautomatickém provozu.

Obr. 11: Subtilo



- 70...ukládací a vykládací hašple
- 71...hlavní hašple
- 72...kontrola oběhu zboží
- 73...zařízení k hledání švu
- 74...zařízení k zrychlení pohybu lázně
- 75...zásobník zboží

II.1.3.4.4. Soft-Stream SIV, fy Thies, Coesfeld

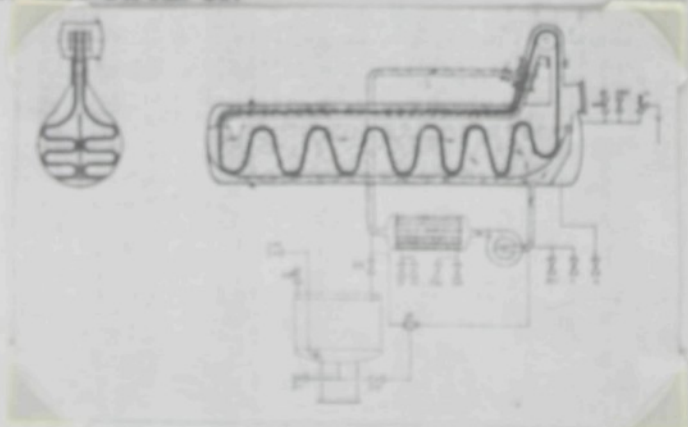
Soft-Stream SIV je barvicí stroj pro kusové zboží, který vznikl v důsledku dalšího rozvoje firmy Thies.

Jeho hlavní charakteristiky jsou:

- široká oblast použití
- velmi šetrné zpracování textilního materiálu
- krátké oběhové časy lázně při nízké rychlosti zboží
- výborná egalita v nejkratší zpracovací době
- racionální barvení
- variabilní délka lázně 1:8 až 1:20
- doprava místa menšími rozměry
- rychlá montáž
- přizemní řízení
- variabilita pro různé velikosti partí

Stroj lze mnohostranně použít pro mokré sušlechťování povrchově citlivé pleteniny a tkaniny z přírodních a syntetických vláken a jich směsí s hmotností 80-800 gramů na běžný metr.

Obr. 32: Soft-Stream SIV



- 1...regulační klapka
- 3...cirkulační čerpadlo
- 11..odtok
- 12..topení - vstup
- 12a.kondenzát - odtok
- 13..chlazení - vstup
- 13a.chlazení - výstup
- 14..bezpečnostní ventil
- 15..proplachování
- 17..injektor
- 82..zpětný ventil
- 390.voda
- 608.přívod vody do nádoby k přípravě barvicí lázně
- 610.zpětný tok - aparát
- 611.odtok - násední nádoba
- 615.zpětný tok - nádoba k přípravě lázně
- 688.přívod páry do nádoby k přípravě barvicí lázně
- 1360.tlakový vzduch - výstup

Soft-Stream SIV má rozděleny barvicí zásobník pro 2 provazce. S intenzivní dráhou a tryskou se získá nejnižší proudící tlak, který zajistí při malé rychlosti zboží krátké časy oběhu lázně. Pohon a regulátorem pro počet otáček hašple umožňuje jemný a šetrný rozběh až k předem určené rychlosti zboží. Nadprůměrně topné a chladicí výkony a velké množství barvicí lázně při oběhu realizují nejkratší barvicí doby.

Technické parametry:

- počet zásobníky	1	2	3	4	5	6
- hmotnost zboží kg	80- 130	160- 260	240- 390	320- 520	400- 650	480- 780
- délka lázně	1:8 až 1:20					
- maximální teplota	140 °C					
- šířka stroje/mm/	2400	3600	4800	6000	7200	8400
- výška stroje/mm/	3000					
- délka stroje/mm/	4200					

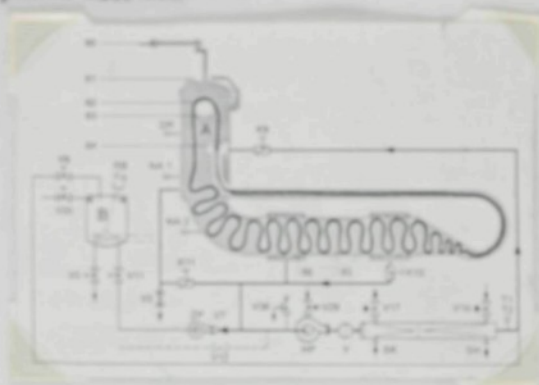
Bezpečnost a hospodárnost Soft-Stream SIV garantuje automatizační zařízení. Plná automatizace je realizovaná pomocí elektronického řízení s mikroprocesorem k řízení teplotního a časového režimu barvení. Charakteristiky jsou:

- vysoká přesnost, spolehlivost, snadná údržba, jednoduché rychlé a logické programování přes tlačítka
- elektronická paměť pro 20 programů, podprogramová technika
- číslíkové oznámení pro přehled procesu, programování a ukládání do paměti
- minimální nároky na prostor
- kontrolování průběhu procesu a jmenovitých hodnot, automatické oznámení chyb
- možnost rozšíření pro centrální registraci hodnot

II.1.3.4.5. Alphorn, fy Schell, Zofingen

Je to vysokotlaký rychlobarvicí stroj pro kusové zboží.

Obr.33: Alphorn 135/601



A...motor

B...nádrž k přípravě barvicí lázně

HP...hlavní čerpadlo

SH...topící články

SK...chladicí články

- 2F...pomocná čerpadla
- 2H...měnění tlaku
- 3A...měnění drobné barvicí lázně v autoklávě
- 3E...míchací zařízení
- 7...měnění teploty lázní
- K9...škrťací klapka pro urychlení pohybu lázně
- K10...škrťací klapka pro vzdušní odsávání
- K11...škrťací klapka pro přední odsávání
- V1...spouštěcí ventil
- V5...spouštěcí ventil pro náhradní nádobu
- V7...zpětný ventil
- V9...přepadový ventil
- V11...přídavný ventil
- V12...ventil pro čerstvou vodu
- V16...regulační ventil - topení
- V17...regulační ventil - chlazení
- V20...ventil k stříkacímu kroužku
- V29...ventil pro chlazení čerpadla
- V38...bezpečnostní ventil
- 60...ukládací a vykládací hašple
- 61...okna s lampou
- 62...hlavní hašple
- 63...kontrola pro chod stěží
- 64...zařízení k urychlení barvicí lázně
- 65...potrubí materiálu
- 66...perforace pro odsávání

Technické parametry:

- za 2,5 /min./ můžeme stroj vyprázdnit
- maximální obsah barvicí lázně: 1500 l
- délka lázně: 1:10

II.1.4. Barvicí zařízení pro barvení křížových cívek a barvení na válu

II.1.4.1. GUN Internix, fy. Henriksen, Soeberg

Na výstavě ITMA 79 představil tento výrobce nový rychlobarvící aparát GUN Internix. U něho lze dosáhnout speciálního dřevěncového propulorem větší výkon čerpadla a větší dimenzovanou topičím agregátem rychlejší ohřev lázně. Nosníky materiálu pro různé podoby přece /měkké a tvrdé návin, předené, česance, vložky, spřádací kábel/ mají zařízení k rychlému upevnění materiálu, které zabraňuje špatnému vedení při ukládání, či vykládání materiálu do barvícího kotle.

Aparát má automatické řízení, které reguluje směr pohybu lázně a které je nastaveno na plynulé změny směru lázně od 1,5 - 12 min. do každého směru. Programovací regulátor pro barvící dobu, rychlost ohřevu a dobu topení pracuje podle zadaného programu 3 nebo 6 hodin samostatně bez mechanického řízení.

Obr. 14 : GUN Internix



II.1.4.2. Simplex, fy. Ilma, Schio

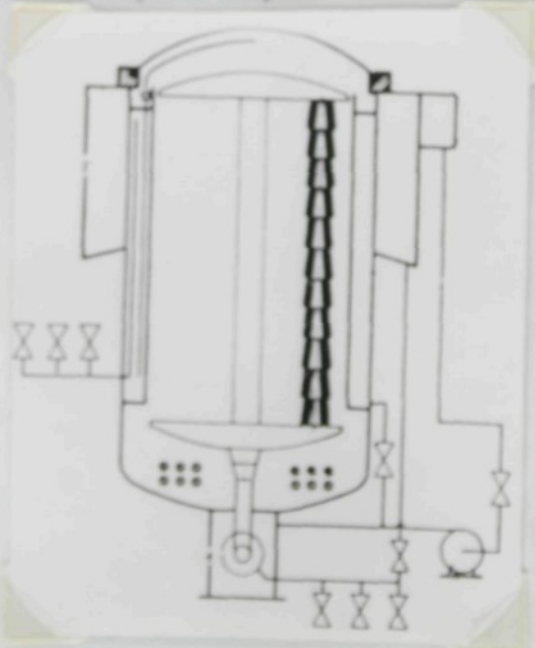
Simplex/T - U 200 je nový vysokotlaký barvící aparát pro zpracování křížových nebo plochých cívek, přádnicích potáčů, osnovních válnů, přaden, česanců a vložky. Dvoustupňové turbínové čerpadlo tlačí lázeň v nastavitelném množství

skrz materiál. Délka lázně je 1:11, hmotnost materiálu až 2000 kg. Simplex S je vertikální barvicí aparát k barvení měkkých cívek a předních potáčů do 110° C.

II.1.4.3. Barvicí aparát Kompakt, fy. Jasper, Velen

U kompaktního barvicího aparátu fy Jasper se nachází expanzní nádoba uvnitř vlastního barvicího kotle. Vzorovací nádoba může být umístěna kolem barvicího kotle nebo jako separátní nádoba vedle aparátu. Způsob uložení vzorovací nádoby kolem kotle šetří místo a spojovací větve jsou poměrně krátké. Odtědivé čerpadlo pracuje přímo pod barvicím kotlem, umožňuje proudící i směrovací změny bez změny směru otáček motoru. Aparát se dá částečně nebo úplně naplnit barvicí lázní. Detailní zařízení k větrání a oplachování jsou uvnitř kotle. Maximální průměr tohoto stroje je 1000 mm. Vedle křídlových cívek se dají barvit i přední potáče, kabely atd. Zvláštní vysokotlaké odtokové zařízení zaručuje i rychlý odtok barvicí lázně při teplotě kolem 135 °C, což je pro barvení polyesteru účelné. K chlazení stačí špinavá voda.

Obr. 15 : Barvicí aparát Kompakt



II.1.4.4. K-HTD, fy Krantz, Aachen

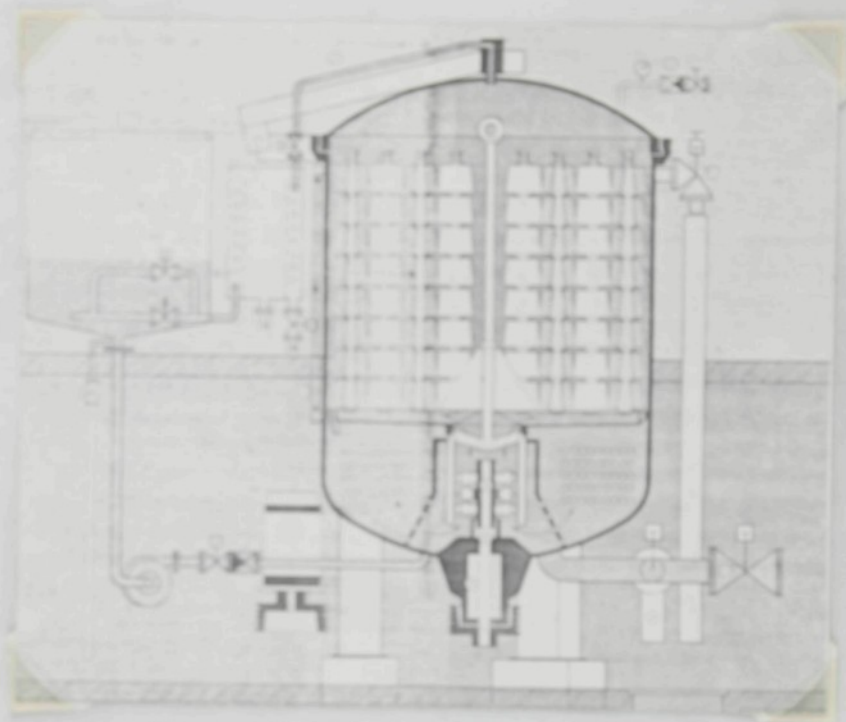
Je to vysokotepelný barvicí aparát pro provoz s tlakovým polštářem a krátkou lázní.

Aparát byl vyvinut s ohledem na dopravu chemikálií, barviv a energie. Prostřednictvím plovákových kontaktů je poměr lázně 1:6 - 1:10 plynule nastavitelný. Maximální využití kapacity je zajištěno použitím velkých válcových nebo konických cívek s přesným vinutím /420 - 450 g/l/. Aparát je vybaven plnoautomatickým řízením průběhu barvicího procesu.

Tab. 15 : Porovnání výkonosti HTD aparátu pro různé druhy cívek

HTD aparát	konické X-cívky 6"	precizní X-cívky	Biko Press cívky
	= 320g/l d=165mm	= 450g/l d=240mm	= 450g/l d=240mm
cívky	plné potápění střídavé	plné potápění střídavé	plné potápění střídavé
směr proudění lázně			
obeah	320 kg	400 kg	450 kg
délka lázně	1:9,2	1:7,4	1:6,5
počet oběhů	2,65ot/min	2,2ot/min	2,2ot/min
produktivita	100 %	125 %	140 %
spotřeba vody /kg/	100 %	80 %	71 %
spotřeba tepelné energie /kg/	100 %	80 %	71 %
spotřeba elektr. energie /kg/	100 %	80 %	71 %

Obr. 16 : K-HTD barvicí aparát



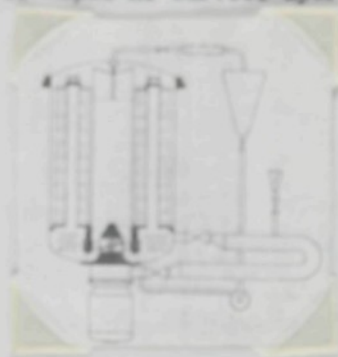
- 1...potrubí k propíchnutí
- 2...přípoj pro tlakový vzduch nebo netečný plyn s tlakoměrem
- 3...sekundární cirkulace s tlakovou chladicí nádobou
- 4...kontakty k určení drovně lázně pro krátkolázněnou techniku
- 5...obtok k překlenutí redukčního ventilu pro rychlé vypouštění lázně
- 6...redukční ventil k nastavení statického tlaku v dplně zaplavené nádobě
- 7...pomocná nádoba se stříkacími kroužky k čištění stěny nádoby a s separátním vypouštěcím ventilem
- 8...sdvojené axiální čerpadlo
- 9...těsnění a chlazení vody

- 10...ložiště pro axiální čerpadlo
- 11...uzavírací ventil se zpětnou klapkou
- 12...pomocné čerpadlo k dodržování potřebného tlaku
- 13...připoj čerstvé vody
- 14...vyprázdňování

II.1.4.5. Turbo-Rapid HT, fy Obermaier, Neustadt

V tohoto barvicího aparátu lze změnit směr proudění lázně nastavením polyblivých sklopných hřídel čerpadla během velmi krátké doby a regulovat výkon čerpadla od pomalejšího běhu na plný výkon. Axiální čerpadlo pro sklopné hřídele je umístěno v autoklávu a pracuje bez potrubí, přímo na textilním materiálu. Barvit se může s částečně nebo úplně zaplavenou nádobou. Stroj se může používat i pro izotermní barvicí techniku.

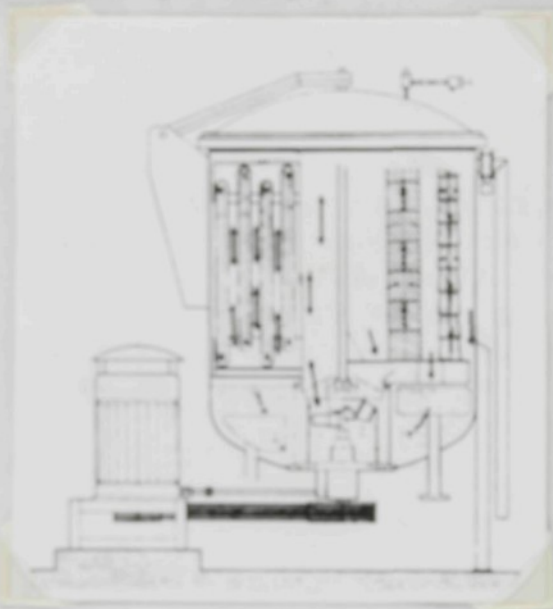
Obr. 37: Turbo-Rapid HT barvicí aparát.



II.1.4.6. Tempo, fy Scholl

Nová koncepce má vysokotlaký barvicí aparát s krátkou délkou lázně, Tempo. Při barvení s částečně zaplněným kotlem lze dosáhnout poměr lázně 1:4. Speciální čerpadlo transportuje lázeň jen jedním směrem. Dodává 6 - 8 krát lázeň za minutu. Ohřívací rychlost lázně je 6 °C/min. I v kritické teplotní

oblasti projde materiálem dostatečné množství lázně. Proto stačí i cirkulace lázně do jednoho směru. Zařízení má různé automatizační stupně až k plnoautomatickému řízení procesu.
Obr. 38: HT-barvicí aparát Tempo



II.1.4.7. EOO-mat, fy Thies, Coesfeld

Tento barvicí aparát umožňuje práci s velmi krátkou lázní a používá se pro křídlové cívky, vložky, kabílky, prameny a osnovní vály. Tato univerzálnost použití je dnes v textilním průmyslu velice důležitá, protože se rychle mění druh zboží.

Aparát pracuje podle nového krátkoláznového barvicího postupu při délkě lázně 1:3,5 až 1:6 v závislosti na hustotě zboží a jeho adjustaci. Pro texturované PES příze nebo příze z bavlny, vlny a jejich směsí se syntetickými vlákny se používá

poměr lázně 1:4 až 1:8.

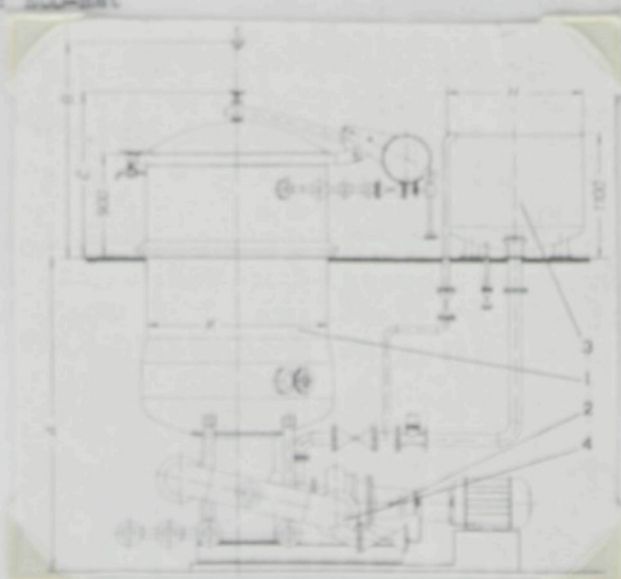
Díky této krátké lázni existují dobré hospodářské předpoklady. Čepory se docilují u vody, odpadové vody, tepelné energii, chemikálií a barviv.

ECO-mat může mít otevřenou nádrž pro barvicí lázeň. Barvicí kotly se používají podobně jako u starších barvicích aparátů. V dolní části kotle je umístěn močál, který je technicky / z hlediska proudění lázně / zvlášť vyvinut. Jenom močál barvicího kotle bude naplněn barvicí lázní. Horní část se naplní plynem / tlakový vzduch či dusík podle barvicího způsobu /. Cirkulační čerpadlo máje barvicí lázeň z močálu barvicího kotle a čerpá lázeň z vnitřní na vnější stranu skrz zboží. Na vnější stranu vystupující barvicí lázeň teče zpět do močálu a tam je znovu odesávána čerpadlem. Lázeň cirkuluje jenom ve směru "vnitřek - vnějšek". Tím se zabrání neegalitě, která by mohla vzniknout u rychle vytahujících barviv nebo při rychlobarvicích postupech.

Maximální obsah ECO-mat barvicího aparátu je až 420 kg.

Výkon čerpadla má podle použití 3 různé stupně a to 3-4 obraty za minutu, 6-8 obrátů za minutu, a 9-12 obrátů za min. pro krátkou lázeň. Provozní tlak je 4,5 bar / $4,5 \cdot 10^5$ Pa/ při 140 °C.

Obr. 19 : ECO-mat

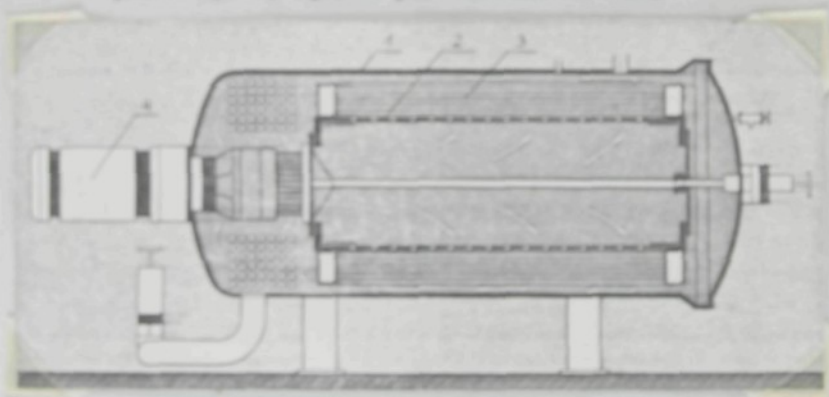


- 1...barvičí kotel
- 2...cirkulační čerpadlo s motorem
- 3...míchací nádoba
- 4...spojovací potrubí čerpadlo - barvičí kotel

II.1.4.8. Vysokotepelný aparát pro barvení na válu, ty Krants

Je to barvičí aparát pro barvení kusového zboží s průměrem nádrže 1000, 1200 nebo 1500 mm a pracovní šířkou až 4000 mm. Provozní tlak je maximálně 0,39 MPa a maximální barvičí teplota se pohybuje kolem 135 °C. Průměr válu je variabilní a může být 500, 600, 700, 800 mm. V závislosti na hustotě tkaniny. Délka lázně se pohybuje od 1:10 až 1:12. Na barvičím aparátu se dají barvit všechny druhy tkanin a pletenin. U zboží ze syntetických vláken je možná hydrofixace a u směsí vl/PES mokrá dekatura.

Obr. 40 : Vysokotepelný aparát pro barvení na válu

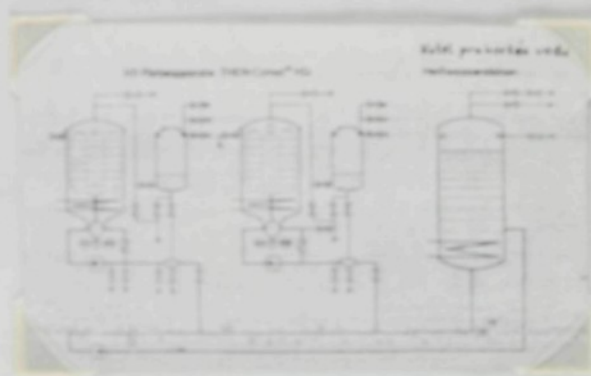


- 1...barvičí autokláv
- 2...zbojový váh
- 3...zboží
- 4...elektromotor a odtědivé čerpadlo
- 5...speciální navinovací stroj

II.1.4.9. Then-Comat, fy Then

U fy Then existují 4 různé barvicí aparáty pro barvení přise. V kapitole "Isotermní rychlobarvicí postup pro barvení PES" jsou pracovní způsoby a vstavy podrobněji vysvětleny. Uvedu proto jenom rozdíly a zvláštnosti mezi těmito 4 typy. Typ HK je krátkolázněvý barvicí aparát /1:4 až 1:6/ s jednostrannou cirkulací lázně /sevnitř - ven/. Pro následující spravy /propláchnutí, praní atd./ se může naplnit i úplně. Typ HR má navíc oboustrannou cirkulaci lázně a pracuje při úplném zaplnění s otevřeným vedlejším proudem. Typ HSE má větší protékající množství lázně a VT-odtok a při úplném zaplnění uzavřený vedlejší proud. Then-Comat HSI má ještě přípoj páry v horní části kotle a uzavřený vedlejší kotel, příp. zařízení pro horkou vodu. Poslední typ je nejvariabilnější, je schopen pracovat s krátkou lázní ale i s isotermní barvicí technikou. Při normálním obsahu zboží se docílí ještě délka lázně 1:8.

Obr. 41: Then-Comat HSI



II.1.5. Speciální barvicí stroje

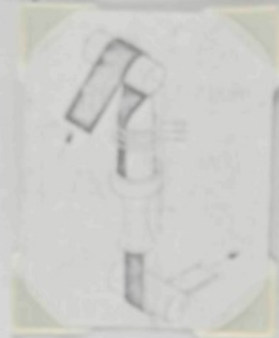
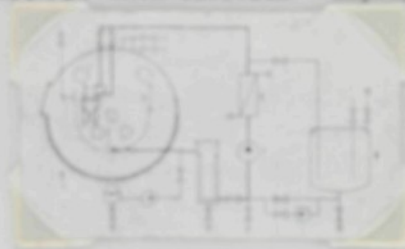
II.1.5.1. Then-Tuboflex, fy Then

Na výstavě ITMA 79 představil Then nový barvicí systém

pod názvem Then-Tuboflex. Je to zařízení, které je v průměru měnitelné a tím může dojít k intenzivní impregnaci. U tohoto systému není použito ani trysky a ani přepačového systému. Lázeň bude nanášena jednoduchým stříkáním kroužkem a pak impregnační prvek odnášena ze sboří. Dochází nejenom k intenzivní výměně lázně, ale i k intenzivnímu ukládání do sáhybů. Stroj je vybaven speciálním povlakem, kde se textilní materiál může pohybovat bez mechanického poškození i bez barvicí lázně.

Expozice ukázaly i výborné výsledky při barvení pleteniny s tvarovanou PES přízí.

Obr. 41: Then-Tuboflex + impregnační prvek



- 1...barvicí kotel
- 2...poháněné podávací válečky
- 3...stříkání barvicí lázně
- 4...impregnační prvek
- 5...skládací zařízení
- 6...výměník tepla
- 7...čerpadlo pro cirkulaci lázně
- 8...nádobu pro míchání barvicí lázně
- 9...klouzáčící povlak

Technické parametry :

Obesh : 80 kg pro hašpli, možnost kombinace /max. 6/

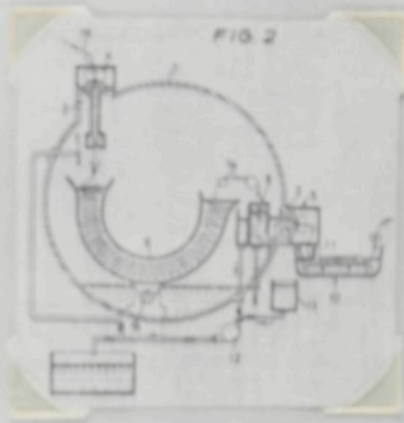
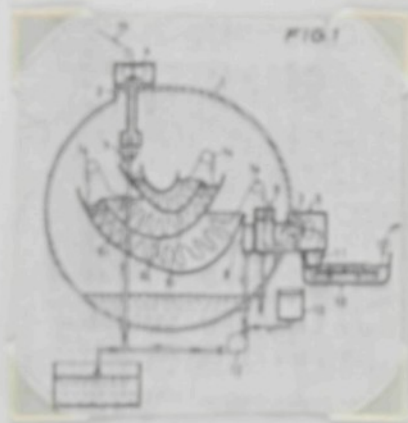
Délka lázně : 1:3 až 1:12

Modely : UKH až 110°C a UKH až 140°C.

II.1.5.2. Vysokotlaké barvicí aparáty, ty Sando Iron Works

Jsou to barvicí aparáty pro kontinuální způsob barvení tkaniny v mokrého prostředí a při vysokých teplotách.

Obr. 43: FIG 1 a FIG 2



- 1...barvicí kotel
- 2...vstup tkaniny
- 3...vystup tkaniny
- 4...tlačicí mechanismus
- 5...vstupové těsnění
- 6₁, 6₂, 6₃...horní, střední a spodní vany s přepadem barvicí lázně
- 7...stříkačí zařízení k zmáčknutí textílie
- 8...nádrž s barvicí lázní
- 9...chladičí lázeň
- 10...prací zařízení
- 11...víko pro vedení zboží do pracího zařízení
- 12...cirkulační čerpadlo
- 14...vodící válečky
- 15...tkanina
- 16...mechanismus, kterým se zajistí excentrická cirkulace lázně

III. Některé technologické postupy při barvení polyesteru a jeho sušení

III.1. Technologie barvení polyesteru

Tato kapitola uvede hlavní způsoby barvení polyesteru a jejich stručné charakteristiky. Potom podrobněji vysvětlí některé způsoby barvení polyesteru a používané strojní zařízení.

III.1.1. Barvení polyesteru s přenášedčem

Přenášedče jsou látky /jak už bylo uvedeno dříve/, které uvolňují vlivem svého botnacího účinku strukturu polyesterového vlákna a usnadňují tak difúzi barviva do vlákna. Přenášedče dále zvyšují koncentraci barviva v laminární vrstvě. Nejběžnější přenášedče a požadavky na ně jsou uvedeny také v kapitole 1.1.4.

Pro používání přenášedčů musí být upraveno pH na hodnotu 5,5 až 6,5 pomocí kyseliny mravenčí nebo octové. Dávkování přenášedče závisí na koncentraci barviva /sytost vybarvení/ a na poměru barvicí lázně.

Postup barvení:

Barvicí lázeň obsahuje barvivo, smáčecí TPP a 2 /g.l⁻¹/ síranu amonného. Počáteční teplota je 50 °C/. Po dosažení teploty 70 °C/ se přidá přenášedč a barví se 60 - 90 minut při teplotě 95 - 96 °C/. Potom se lázeň pomalu ochlazuje a následuje oplachování materiálu teplou vodou a redukční čišťění. Tím se odstraní nefixované barvivo a zbytky přenášedče. Konečně se oplachuje teplou a studenou vodou.

Přenášedče se používají i pro VT-barvení pro získání vyšší egality barviva. Zde se používá menší množství přenášedče.

III.1.2. Vysokotepelné barvení

Barvení při vyšších teplotách /nad 100°C/ se značně zkrátí doba barvení a zlepšuje se egalita vybarvení. Pro vlastní barvení je zapotřebí speciálního strojního zařízení.

Do barvicí lázně se přidává malé množství neionogenního TPF a dobře dispergované barvivo a pH-lázně se upraví kyselinou octovou na 5 až 6. Počáteční teplota barvení je 50 až 60 °C/. Během 10 až 45 /min/ se rychle zahřeje na 120° až 130°C. Barví se 15 až 60 minut, a to podle sytosti vybarvení a systému cirkulace. Po barvení následuje praní, popřípadě zpracování v redukční lázni.

III.1.3. Termosolové barvení polyesteru

Při tomto způsobu disperzní barvivo působením suchého tepla vniká do termoplastického polyesterového vlákna. V principu následují tyto pochody: předdprava - nanášení barvicí lázně na fularu - předsušení - sušení - termosolace - finální dprava.

Složení disperze /příklad/:

x g barviva
100 g 2% alginátové záhustky
1 g Slovapon N
x g kyseliny octové - upravit pH na 6
<u>x g vody</u>
1000 g

Záhustky v disperzi působí jako inhibitory migrace. Na ně se kladou tyto požadavky:

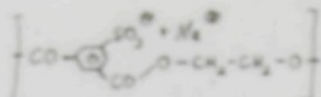
- musí maximálně zvýšit adhezi barviva k polyesteru
 - musí zamezit migraci barviva během termického zpracování
- Předsušení se provádí v infračerveném poli za teploty 100 až 130 °C/. Po sušení se provede vlastní termosolace /obvykle 1 minutu při teplotě 190 až 210°C, teplota závisí na použitém barvivu a sytosti odstínu/. Po barvení se ještě materiál zpracovává alkalicko-redukčně.

III.1.4. Barvení modifikovaného polyesteru kationtovými barvivy

Vybranými kationtovými barvivy se barví např. Tesil 31. Barvení je založeno na tom, že se barvivo adsorbuje na vlákne

a difunduje do něho a váže se na sulfoskupiny modifikační složky.

Tešil 31



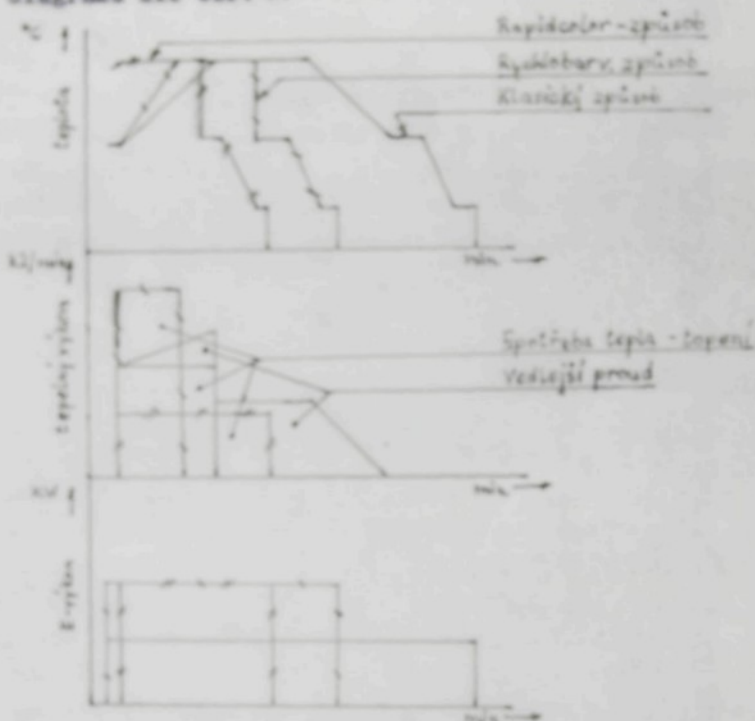
Vzniklá vazba je velmi pevná a zaručuje dobré mokré stálosti. Barvení probíhá v rozmezí teplot 90 až 105 °C/. Protože barvivo se velmi rychle natahuje na polyester, je nutné používat egalizační TPP nebo anionaktivní retardační TPP. Pro zlepšení stálosti vybarvení se po barvení redukčně pere po dobu 20 /min/ při 60 až 65 °C/.

III.2. Izoterní rychlobarvicí postup pro barvení polyesteru v barvicích aparátech ve formě příze a v barvicích strojích ve formě kusového zboží

Rychlobarvicí postupy se zvýšeným průtokem umožnily zkrátit čas zkrácení vyhřívací fáze, ale i zvýšením topného výkonu během ohřevu barvicí lázně. Teplotní a časový režim se musel přizpůsobit vytahovací schopnosti barviva. Rychlobarvicí technika podle Rapidcolor - postupu /f. Hoechst AG/ je izoterní barvicí proces při fixační teplotě barviva. Rychlým naplněním barvicího kotle a předřazenou pařicí fází k odvětrávání a předehřívání aparátu a textilního materiálu bude bezprostředně dosažena fixační teplota. Tato technika se používá pro barvení polyesterové příze, nebo směsové příze PES/bavlna ve formě cívek a dále pro kusové zboží /provazec/ z polyesteru, nebo jeho směsí s bavlnou.

Strojní inženýr /grad./ W. Christ a textilní inženýr /grad./ A. Reuther porovnávali v časopise "Melliand Textilberichte" 10/79 tři způsoby barvení polyesteru a jeho směsí s bavlnou. Všechny následující konkrétní údaje jsou čerpány z tohoto článku. K získání informace o hospodárnosti používaných vytahovacích barvicích postupů porovnali mezi sebou klasický postup, rychlobarvicí techniku a Rapidcolor postup.

Hlavní charakteristické hodnoty barvicího agregátu a hlavní charakteristiky sušlechňovacího procesu, které se při takovém porovnání sledují, jsou zobrazeny v tzv. teplota - čas - energie - diagramu dle obr. 44



V diagramu je označena část ztraceného tepla vedlejším proudem.

III.2.1. Barvicí aparáty

Od používání klasického postupu barvení tvarované polyesterové přize vede vývoj k rychlobarvicí technice. Model HSE s aparátů Then-Comat odpovídá rychlobarvicí technice. Množství průtoku bylo zvýšeno z 25 /l/min.kg/ na 60 /l/min.kg/ tak, že byl možný ohřev lázně s gradientem až 4 /°C/min/. Velké ztráty tepla se eliminovaly uzavřenou expanzí nádobou. Navíc je tento systém používán i s krátkou lázní, jestliže

jsou splněny požadavky na egalitu vybarvení.

Naproti obvyklým VT-barvicím aparátům /model HU/ umožnila rychlobarvicí technika zvýšenou produkci u tvarovaného polyesteru asi o 45%. Předpokládala ale zvýšení tepného výkonu o více než 200%. S tímto ekonomickým výsledkem nemohla být však optimalizace barvení polyesteru ukončena.

Pro izotermní rychlobarvicí postup byl vyvinut Then-Comat/HSI /obr. 41/, který byl pro používání postupu Rapidcolor připojen na uzavřený vedlejší kotel, nebo, při instalování více aparátů, na zásobník horké vody. Tento kotel horké vody plní funkce zásobníku tepla, který se naplní, během zpracování jedné partie při rovnoměrném ubírání tepla, na potřebné množství horké vody. S tím odpadá vyšší teplotní výkon, který byl pro rychlobarvicí techniku potřebný. Příprava lázně se provádí v expanzní nádobě. Pařící proces k ohřevu a odvodu barvicího kotle a textilní vložky je řízený regulátorem parního tlaku. Při naplnění kotle při teplotě lázně 128 °C/ dojde současně s přítokem horké vody k přimíšení připravené barvicí lázně na míšící dráhu tak, že přítéká barvicí lázeň do kotle v konstantním poměru. Rychlým naplněním a bezprostředně následující cirkulací bude barvivo rovnoměrně rozmístěné v cívkách.

U jet barvicích strojů se porovná Economy-Flow HT /obr. 14/ s odpovídajícím strojem Then-Economy-Flow HSI pro izotermní techniku. Rozdíl mezi oběma systémy je podobný jako u Then-Comat v připojení zásobníku teplé vody pro použití izotermní techniky. Pařící technika u tohoto systému je spojena s pohybem zboží. Posouvání zboží v zásobníku, protože chybí pomoc barvicí lázně, umožňuje speciálně upravené dno s PTFE-profilem.

Pro naplnění barvicí lázně je při barvení kusového zboží třeba více času než u barvení cívek. Dále není potřebné, aby nádoba pro přípravu lázně byl uzavřený expanzní kotel. K přestupu proudění lázně v trysce k proudění páry dochází zapínáním čerpadla. Po ukončení rovnoměrného ochlazení pohybujícího se materiálu přítéká čistící lázeň.

III.2.3. Charakteristika postupu

Pro barvení polyesterové příze vykázaly postupy, které pracují s vyššími teplotami, lepší hospodářské výsledky, než postupy, které používají přenašeče. U disperzních barviv s vysokou stálostí v sublimaci se pracuje s teplotami nad 120°C . V praxi používané VT-barvicí postupy vychází z toho, že se musí barvicí lázeň cirkulující přes materiál ohřívat v barvicím kotli. Vývoj v oblasti izotermní barvicí techniky, s cílem zkrátit čas barvení, snížit spotřebu vody a energie, pomáhal nalézt novou barvicí techniku. Firma Hoechst AG vyvinula Rapidcolor postup. Tento postup umožňuje začínat barvicím procesem s vyšší teplotou ihned ve VT - oblasti. Průběh barvicího procesu je popsán v těchto bodech:

1. Potřebné množství vody pro barvení bude v zásobníku vody ohříváno na 135 až $140^{\circ}\text{C}/$.
2. V proudě páry s nadtlakem $1,5$ /bar/, tj. $1,5 \cdot 10^5$ /Pa/ do barvicího kotle nastane ohřev textilního materiálu na 125°C .
3. Nad hladinou horké vody v zásobníku bude udržován parní polštář s mírným překrýváním tlaku nasycených par.
4. Při otevření spojovacího potrubí k barvicímu aparátu proudí existující tlakovým rozdílem připravená horká voda $135^{\circ}\text{C}/$ do mísícího zařízení. Připravená lázeň s disperzním barvivem $/60^{\circ}\text{C}/$ vytéká z expanzního kotle a mísí se s proudem horké vody. Horká barvicí lázeň dále proudí do barvicího kotle, kde bude vedena cívkami zevnitř i zvenku. Protože tlak nadloňních vrstev v zásobníku horké vody je vždy vyšší než parní tlak uvnitř barvicího kotle, je ukončení naplňovacího procesu veškerá pára v barvicím kotli skondenzována do lázně. Nastavuje se mísící teplota od asi $128^{\circ}\text{C}/$ a ihned se začne s cirkulací lázně.

Injekce disperzního barviva do proudě horké vody má tu přednost, že jeden centrální zásobník vody obsluhuje více barvicích aparátů a na každém aparátu se dají barvit různé barevné odstíny. Dále je u tohoto způsobu vyloučeno, že disperze barviva bude v přípravné nádobě termicky zatížena. Barvicí pomocné prostředky se přidávají do zásobníku horké vody nebo expanzní nádoby, kde se připravuje disperze barviva.

Možnosti použití isothermní rychlobarvicí metody ukáží na příkladě teplota - čas - diagramu a receptury.

Obr. 45 znázorňuje průběh procesu pro barvení Trevira 2000 v porovnání s dosavadním pracovním postupem.

Receptura: 1. barvicí lázeň

- 1,8% Samaron - barvivo
- 1g/l Dispersogen F kapalný - dispergátor
- 1g/l Enagal ME - egalizátor
- 2g/l acetrát sodný krystalický
- 1,5 cm³/l kyselina octová 60%ní

2. reduktivní čištění

- 7 cm³/l louh sodný 38°Bé
- 3g/l hydrosulfid
- 2g/l Leomin OR - dispergátor a preparační prostředek

3. Praparace

- 0,5 g/l Leomin KP - antistatická úprava

Na obr. 46 je naznačen časový průběh pro barvení přize ze směsi PES/bavlna, při kterém bude polyester barven isothermně.

Následuje barvení bavlněného podílu s Indanthren-barvivem.

Receptura: 1. barvicí lázeň pro barvení polyesteru

- 1,35% Samaron-barvivo
- 1g/l Dispersogen F kapalný - dispergátor
- 1g/l Enagal ME - egalizátor
- 2g/l acetrát sodný krystalický
- 1,5 cm³/l kyselina octová 60%ní

2. barvicí lázeň pro barvení bavlny

- 1,7% Indanthren - barvivo
- 15 cm³/l louh sodný /38°Bé/
- 4 cm³/l Solidegal GL - egalizátor
- 3 g/l hydrosulfid

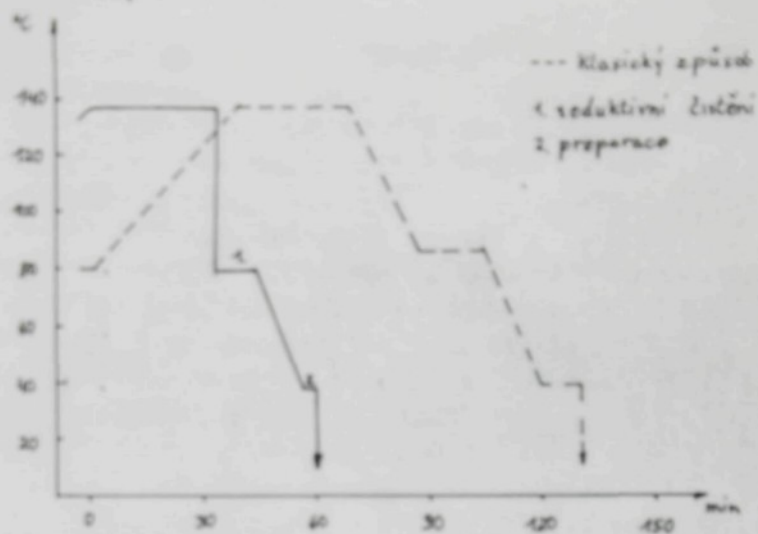
3. oxidace a zmýdelnění jednoláznové

- 3 cm³/l peroxid vodíku 35 hmotnostní procenta
- 0,25 g/l Hostapal CV - vysocekoncentrovaný prací prostředek

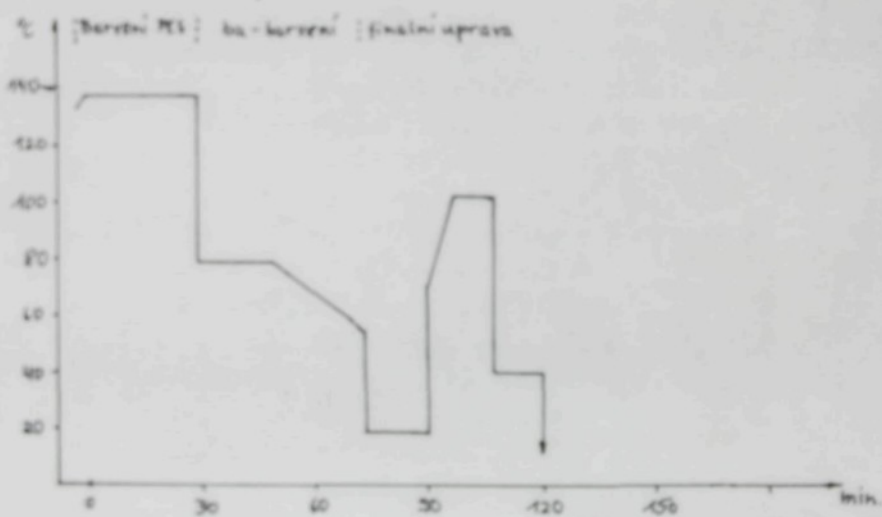
4. aviváž

- 1g/l Leomin WG - avivážní prostředek
- 0,5 cm³/l kyselina octová 60%ní

Obr. 45: Rapidcolor - způsob (—)



Obr. 46: Rapidcolor - 2 způsob (PEI - barva)



V oblasti jet-barvení se hledala možnost optimalizace procesu. Po rozšířených pokusech bylo možno Rapidcolor-způsob používat i pro barvení tkaniny a pleteniny z polyesteru a jeho směsí. Pracovní postup je následující:

Do jet-barvicího zařízení proudí pára, která ohřeje provazec. Potom následuje vtokový proces tryskou, který zajišťuje i přítok disperzního barviva do 135 °C/ teplého proudy horké vody. Hotová barvicí lázeň vstupuje do tryskového těla jetu. Proudění lázně tryskou začíná transport zboží. Po naplnění převezme čerpadlo další cirkulaci lázně a s tím pohyb textilie. Při tom se tvoří mísicí teplota barvicí lázně o 125 °C/. V další vývoji bylo umožněno, aby transport provazce byl prováděn prouděním páry. Proudění páry s nadtlakem 3 /bar/, tj. $3 \cdot 10^5$ Pa/ do tryskového těla začíná proudící rychlostí vystupující páry transport zboží a probíhá až k ohřevu textilního materiálu. Následuje proces proudění barvicí lázně, podobně jako u výše popsaného způsobu. Přestup od zboží ke zboží proudění páry ke zboží ke zboží proudění lázně probíhá bez problémů při rychlosti vyšší než 150 /m/min/. Po ukončení plnicí fáze převezme cirkulační čerpadlo další obrát lázně. S touto metodou se docílí dobré egality na tkanině či pletenině.

Obr. 42 znázorňuje průběh procesu při barvení TREVIRA 2000 /okrouhlé pletené metrové zboží/. Diagram ukazuje, že se i pro kusové zboží izotermním barvením ušetří čas pro barvení.

Receptura: 1. barvicí lázeň

- 2,5% Samaron - barvivo
- 10/1 Eganal PS - egalizátor a dispergátor
- 1,5 g/l Eganal L
- 2 g/l acetát sodný krystalický
- 1,5 cm³/l kyselina octová 60%ní
- 0,02 g/l Silicon - antizpěňující emulze SRE

2. reduktivní čištění /jednolázně v ochlazené lázni/

- 3 cm³/l louh sodný /38°Bé/
- 2 g/l hydrosulfid
- 0,1 g/l Hostapal CV - vysoce koncentrovaný
prací prostředek

III.2.3. Hodnocení izotermní techniky

Porovnáním nákladů všech způsobu barvení PES-příze případně PES-tkaniny nebo pleteniny na barvicích aparátech firmy Then vidíme nákladové přednosti postupu Rapidcolor. Porovnány byly barvicí náklady pro barvení disperzními barvivy /čist/ PES/ a disperzními-kypovými barvivy /pro směsi PES/ba/. Úspory vznikly pro potřebu tepla, páry a energie. Dále bylo možné ve stejném časovém období zvýšit produkci.

III.3. Technologie barvení s krátkou lázní

III.3.1. Tendence při barvení s krátkou lázní

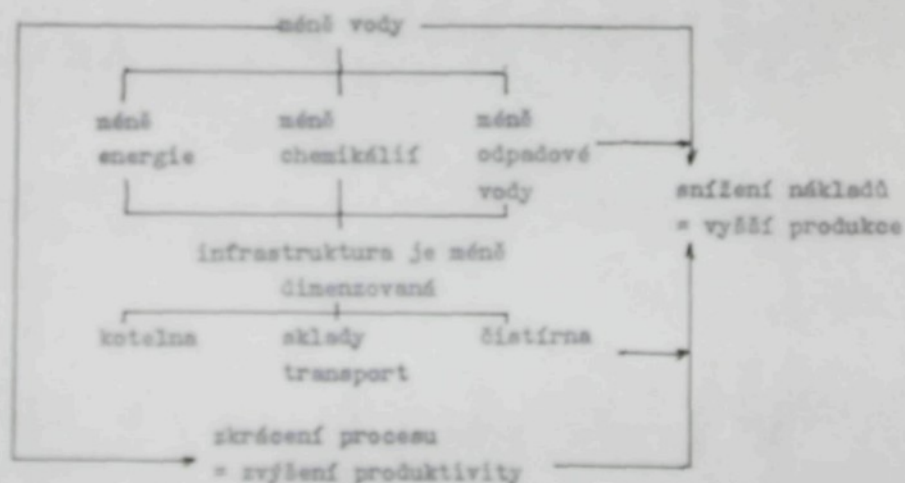
Pod pojmem krátká délka lázně rozumíme poměry lázně pod 1:10. Už jenom pohled na spotřebu vody ukazuje přednosti této techniky. Například se pro některé druhy vláknů snížila spotřeba vody na 1 kg zboží pro všechny sušlechčovací operace /předdoprava, barvení, finální doprava/.

Tabulka 16: Spotřeba vody na 1 kg zboží pro různé materiály

	dlouhá délka lázně 1:20 /L/	krátká délka lázně 1:8 /L/
bavlna	250 - 300	100 - 120
vlna /kusové zboží/	200 - 300	80 - 120
PES /kusové zboží/	100 - 200	40 - 80

V úzké souvislosti se spotřebou vody jsou problémy odpadových vod, spotřeba energie a chemikálií.

Důsledky krátkolázní techniky:



Důležitá je, že při zkrácení délky lázně nemusí dojít k snížení užitkové hodnoty textilie, tzn. egalita, omak a vzhled textilie se musí pohybovat v tolerovaných mezích.

Dnešní pořadovky na moderní krátkoláznovou techniku lze shrnout v následující:

- náklady na produkci se musí pohybovat na úrovni polo- nebo plnekontinuálních způsobů
- univerzální použití ne jenom pro barvení různých substrátů, ale i pro různé operace při menších partiích
- šetření energií
- funkcionálně bezpečná /možnost reprodukce/

Pod názvem Sancedox známá, krátkoláznová technika od firmy Sancedox /Basel, Švýcarsko/, která byla zaváděna na začátku 70-tých let, vychází z principu, že kontrolovaná a řízená tvorba pěny s minimem vody vykazuje výborné výsledky i pro choulostivé zboží a umožňuje uplatňování podle strojní specifické podmínky závozu. Pomocí této techniky mohou jedny dosavadní hašple, ale i nejmodernější barvicí stroje pracovat s krátkou lázní. Volba varianty zpracování závisí na typu stroje. Na hašpli a speciálně konstruovaných strojích pro zušlechťování a pěnou se doporučuje používat variantu s pěnou. Ovlivní-li tvorba pěny chod strojů, potom jsou k dispozici pro moderní jety varianty bez pěny. Barvič může tak, bez ohledu na strojní park, uplatňovat všechny přednosti krátkoláznové techniky, které jsou:

- snížení spotřeby vody
 - snížení spotřeby energie /pára, teplo/
 - snížení spotřeby chemikálií /elektrolyty atd./
 - snížení množství odpadové vody a ztišení odpadové vody
 - lepší využití barviva /barvicí rovnováha se posune směrem k materiálu/
 - vyšší provozní bezpečnost s ohledem na možnost reprodukce
- Pěna má následující speciální přednosti:
- lepší smáčení textilního materiálu
 - lepší rozdělování lázně uvnitř textilie
 - ochrana proti mechanickému namáhání zboží

- lepší prosádkovost
- menší riziko tvorby záhybu, jako následek lepší klouzavé vlastnosti zboží

To dává lepší egalitu i při malé rychlosti a lepší omak a vzhled zboží.

III.3.2. Charakteristika stroje pro sušičtění s krátkou lázní

Moderní stroje /vysokotlaký/ pro barvení kusového zboží v provozu mají následující charakteristiky:

Jet - hašple s

- hašplí nebo válcovým transportním systémem
- hašplí, za kterou následuje tryška a transportní dráha, nebo za ní následuje tryška s přívodem stlačeného vzduchu a transportní dráha
- zásobníkem s malou drcí lázní, nebo s volně otáčejícím se rotorem, do kterého se ukládá zboží, nebo s nepotopeným zásobníkem zboží s transportním pásem z cenného kovu

Overflow - nebo Jet - stroje s

- hašplí
- hašplí, za kterou následuje zaplavovací nálevka nebo tryška a transportní dráha
- úplně zaplavený potrubím jako zásobníkem, který umožňuje rovnoměrný průtok zboží lázní

Zde je nejmenší možná délka lázně asi 1:8.

Při použití těchto strojů vznikají dva problémy. Jednak se nedá volit rychlost zboží libovolně a řídí se podle druhu textilie. A za druhé může vznik pěny vést k problémům. Při strojích, u kterých je transport zboží řízený pouze tryškou /typ A/ může vznik pěny vést k zastavení pohybu zboží. Také může dojít k blokování stroje, jestliže pěna, nacházející se na lázni a na zboží, zvedne ukládané zboží a přitlačí je na stěny stroje. Potom se doporučuje použití Sancewad - techniky bez nebo s minimálním množ-

stírání pěny. Tendence je vyrobit stroje, které umožňují kontrolování vzniku pěny. Tyto typy /typ B/ mají mechanický pohon zboží poháněným válcem a trošku větší zásobník.

Obr. 48 : Schéma kratkoláznových barvicích strojů



- 1...obratový válec bez pohonu
- 2...pohon obrátového válce
- 3...poháněný obrátový válec k transportu zboží
- 4A..vysokotlaká tryska
- 4B..nízkotlaká tryska
- 5...ukládací prostor
- 6...dřevěná lázně
- 7...zařízení k částečnému oddělení zboží

III.3.3. Barvení polyesteru na křížových cívkách s krátkou délkou lázně

Z ekonomických důvodů existuje v poslední době snaha vyvinout takové technologie a strojní zařízení, u kterých dojde k velkému disporům tepelné energie, barviv a pomocných prostředků. Jednou z vývojových tendencí je barvení s krátkou délkou lázně. Z tohoto důvodu byly vyráběny barvicí aparáty a barvicí stroje nejen pro barvení přece, nýbrž i pro kusové barvení, pracující na principu krátké délky lázně.

V kapitole vysvětlujím barvení na křídlových cívkách. Dříve měly barvicí aparáty ještě jednu sekundární cirkulaci. Hlavní čerpadlo tlačilo lázeň skrz barvicí materiál, pomocné čerpadlo, které bylo připojeno na otevřenou expanzní nádobu, tlačilo z níže barvicí lázeň do vlastního barvicího kotle. Potom teče lázeň přes zpětný ochlazovací a přepadací ventil zpátky do expanzní nádoby. Předností tohoto systému je, že při použití pomocného čerpadla je statický tlak barvicího aparátu ve všech teplotních oblastech konstantní. Tím se zabrání kavitaci na čerpadlo. Za druhé se mohou přidat pomocné prostředky do expanzní nádoby a pomocí pomocného čerpadla při všech teplotách bez ovládání ventilů vtláčet do tlakové nádrže. Z důvodu šetření energie a vody byla snaha sekundární cirkulaci vynechat a pracovat s tlakovým polštářem. V tomto případě bude barvicí aparát jenom k horní hranici cívky nebo něco pod ní naplněn lázní a rozpouštěným barvivem a pomocné prostředky se dostanou pomocí pomocného čerpadla do barvicího aparátu. Potom bude spojovací vedení uzavřené a do aparátu vpuštěn tlakový vzduch. V porovnání obou pracovních postupů na barvicím aparátu s obsahem 300 kg / $\varnothing$ 1500 mm, výška 1300 mm/ se ukáže, kolik vody a energie se ušetří při použití druhého postupu. Pro bezporuchovou práci čerpadla a dodržování statického tlaku je nutné, aby v otevřené expanzní nádobě teplota nepřestoupila 70-80 °C, tzn., že barvicí lázeň se musí při odtoku z tlakového kotle chladit na tuto teplotu. K tomu je potřebné 40-50 l/min chladicí vody. To znamená, že pro 300 kg aparát a barvicí dobu 90 minut, je nutné 3600 l vody pro barvení s teplotou lázně 106 °C. Při teplotě od 130 °C se zvětšuje množství chladicí vody o dalších 1000 l. Spotřeba páry pro ohřev barvicí lázně pro barvicí teplotu 106 °C je 290 kg a při 130 °C dokonce 540 kg. Už tato čísla ukazují, že práce s tlakovým polštářem je levnější a hospodárnější.

Dříve se používala pro barvení křídlových cívek se sekundární cirkulací délka lázně od 1:10 až 1:12 a hustota návinu byla

asi 250-280 g/l. Použitím hustšího návinu se zkrátí délka lázně. Z dokonalevzdání oběhové čerpadla se barví cívky s hustotou návinu 350-450 g/l bez problému. Jako příklad zde volím znovu vysokotlaký barvicí aparát 1500 x 1300 S. Tento aparát je uveden s obsahem 300 kg a má nosič materiálu s 46 trny. Na každý trn budou nasazeny 8" křížové cívky, tzn. v celkem 368 cívek, které mají průměr od 180 mm. Hmotnost těchto cívek dříve byla 850 g. Nyní se navine na stejnou cívku 1100-1300 g. Steho vyplývá hustota návinu od 370-400 g/l a obsah aparátu 400-440 kg. Jako čerpadlo se používá axiální čerpadlo, které dopraví 14000 l/min, to znamená, že pracuje průchodem lázně asi od 35 l/kgmin. Což dnes stačí pro barvení křížových cívek i na rychlobarvicích aparátech.

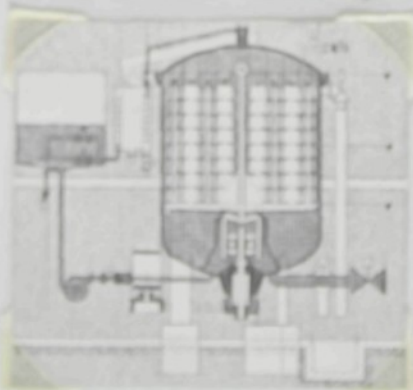
Obsah barvicí lázně tohoto aparátu při práci se sekundární cirkulací je /i s lázní v expanzní nádobě/ 3250 l. Délka lázně se potom pohybuje v rozmezí 1:8 až 1:7,4. Při práci s tlakovým polštářem se snižuje poměr lázně na 1:7 až 1:6,4. I přes to, že se délka lázně s tlakovým polštářem dále snižuje, má největší vliv na depory energie a vody vyřazení sekundární cirkulace. To je vidět například při spotřebě chladicí vody:

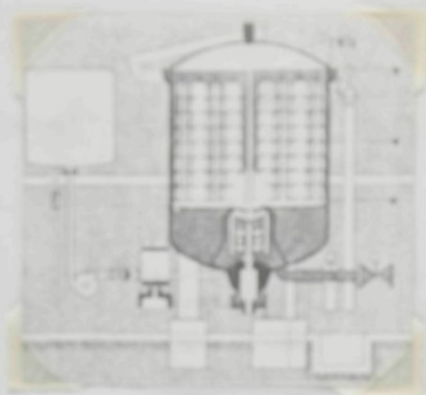
vysokotlaký aparát 1500 x 1300, fy Krantz

spotřeba chladicí vody při teplotě vody 10 °C/

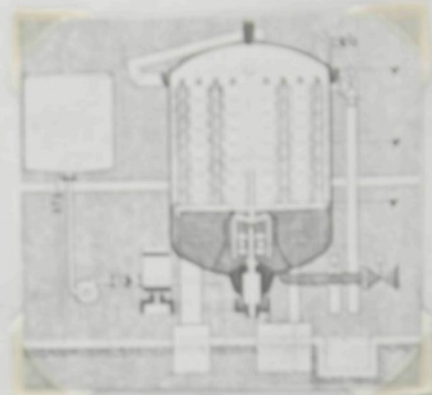
při 1250 l od 130 na 85 °C/ ... 5 /m ³ /	aparát plně zaplavený/obr. ④/
1250 l od 106 na 85 °C/ ... 2,1 /m ³ /	
při 2800 l od 130 na 85 °C/ ... 4,1 /m ³ /	práce s tlakovým polštářem /obr. ⑤/
2800 l od 106 na 85 °C/ ... 2 /m ³ /	
při 2000 l od 130 na 85 °C/ ... 3,1 /m ³ /	se sníženou úrovní lázně /obr. ⑥/
2000 l od 106 na 85 °C/ ... 1,5 /m ³ /	

Obr. 49: Krantz Economic barvicí aparát - možnosti jeho použití





b



c

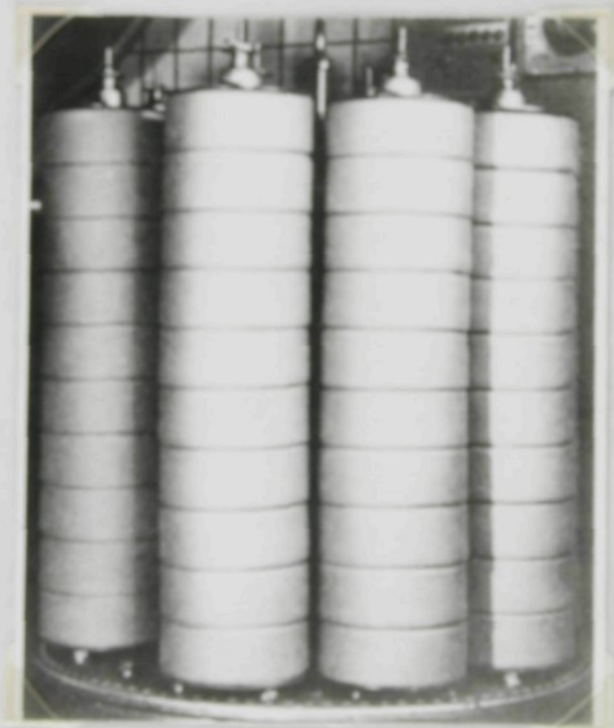
Snížení dřevě lázně v barvicím aparátu je možné snížit poměr lázně na 1:5 až 1:4. Tento postup ale zahrnuje určité problémy při práci. Největší je ta skutečnost, že v praxi používané konické křížové cívky vytvoří hustý sloupec. To má za následek, že mezi cívkami vznikají mezery, z kterých barvicí lázeň stříká, což vede k nežádoucí tvorbě pěny v aparátu. Při systémech, kde jsou cívky stlačené a tvoří homogenní sloup, tento problem neexistuje. Další nedostatek je, že při tomto postupu je obrát lázně jen v jednom směru z vnitřku ven. Je to výhodné jen tam, kde se barví s množstvím barvicí lázně nad 35 l/kg min./, v tzv. rychlobarvicích aparátech. Dobré barvicí výsledky byly dosaženy při barvení acrylových cívek, čistých vlněných materiálů a směsí vlny/polyesteru.

Další důležitý faktor pro egalitu vybarvení křížových cívek je celkový počet obrátů barvicí lázně za minutu. Dá se předpokládat, že při čtyřech obrazech za minutu se dosáhnou dobré barvicí výsledky. Tohoto využijeme např. znovu na vysokotlaký barvicí aparát pro křížové cívky 1500 x 1300 S. Následující počty obrátů lázně pro jednotlivé barvicí postupy:

- při zpracování se sekundární cirkulací
celkové množství lázně 3250 l
výkon čerpadla 14000 l/min./ - 4,3 obraty za minutu
- při pracování s tlakovým polštářem
obsah lázně 2800 l
výkon čerpadla 14000 l/min./ - 5 obrátů za minutu
- provoz se snížením dřevě lázně
množství lázně 2000 l
obrat čerpadla 14000 l/min./ - 7 obrátů za minutu

Tyto výpočty ukazují, že se s kratším poměrem lázně zvýší celkový počet obrátů za minutu a tím se zlepšuje egalita. Vedle těchto konických křídlových cívek se nyní používají větší a těžší náviný k lepšímu využití aparátu a k získání ještě kratších délek lázní. Tak se například barví v VT-aparátu 1500 x 2600, který má jmenovitý obsah asi 500 kg až 1000 kg vlna/PES-křídlové cívky. Zde používané cívky jsou lehce konické a mají průměr 300/mm/. Cívky mají hmotnost 3 kilogramy a budou po deseti umístěny na sloupec a potom ještě o 15% stlačené. Cívky se nazývají BIKO-cívky. Materiální nosič s 10 BIKO-cívek je zobrazen na obr.

Obr.50: Materiální nosič s 10 BIKO-cívek



K zamezení nekontrolovaných deformací cívek se cívkové sloupce

obalů aršíkové folie. Folie umožňuje dodržování axiální hustoty navinu a zvětšuje navíc radialní hustotu navinu. Folie je samo-
sfejně perforovaná a garantuje šetrné zpracování cívek. Různí
vybarvení materiálu se dosahuje i při menších obrátech lázně
/asi 2 obráty/min./.

Při barvení křídlových cívek jde tehdejší vývoj ve dvě směry.
Jednak se používá větších a tvrdších návinů při použití moder-
nějšího a výkonnějšího čerpadla a na druhé se skrátí poměry lázně.
Kvalita vybarvení cívek je dostatečná, dojde k úsporám energie
a vody a dá se v stejném časovém intervalu zabarvit větší
množství materiálu.

Stroje k barvení křídlových cívek s vysokými výkonostními para-
metry vyrobí firma Krantz. Funkce tohoto stroje a jeho součástí
jsou vysvětlivány v odstavci II.1.4.4.

III.4. Speciální možnosti barvení polyesteru a jeho směsí

III.4.1. Barvení polyesteru a jeho směsí v plynné fázi

Je to kontinuální způsob barvení v plynné fázi, s barvi-
vem ve formě plynu, bez vody, bez odpadové vody a bez rozpou-
štědla a bez problémů s dispozicemi a náklady přenášecího pa-
píru.

Disperzní barvivo zabarví jenom vlákna, která ho přijímají,
tzn. PES vlákno. Bavlněná vlákna zůstanou volná. Následující
praní nebo redukční čištění směsí odpaďají, takže tento zpó-
sob má proti jiným procesům určité hospodářské přednosti.
Tento způsob se zatím používá pro směsi PES/bavlna, či PES/ce-
lulosa. Rezervní bñhou je z PES textilie, která bñží jako ne-
neñný bñhou. Na křocovacím zařízení nakřocujeme barvivem PES
textilii, která se suší na bubnovém sušicím stroji. Na platě-
ném kalendru dojde k styku PES bñhoum se směsovou textilií
PES/bavlna. Vlivem tepla dochází k přestupu barviva z PES bñ-

houmu do textilie.

V praxi je pro zabarvení textilie potřebné jenom jedno klování rezervní tkaniny. Rezervní tkanina se opotřebuje až po několika cyklech. Výpočty ukázaly, že při jednom cyklu bude očekáváno jen asi 0,2% barviva z hmotnosti zboží. Protože bavlna je asi 4krát těžší než PES, budou bílá PES vlákna zabarvena s méně než 0,05% barvivem /s hlediska k bavlně/.

Perspektivy pro kusové barvení:

Způsob byl vyvinut nejdříve pro barvení špinavé textilie, ale dokázalo se, že ho lze používat i pro barvení čistého PES a jeho směsí. Existuje způsob, kde se směs PES/ba nejdříve obarví kyselým barvivem a pak bude PES složka za 20 s zabarvena Trayfill způsobem /podle firmy, kde byl vyvinut/.

III.4.2. Barvení při použití technologie minimálního nánosu

Způsoby, které používají technologie minimálního nánosu jsou:

1. stříkací způsob
2. impregnační způsob, ty Triatex
3. způsob s gravírovanými válci /píktovací válec/
4. pěnový způsob

Hledání způsobů, jak snížit náklady v textilním průmyslu svědilo zájem o technologie, které používají minimální nános lázně na textilní materiál.

Při barvení na fuláru se impregnuje textilie barvicí lázní a nastává pomocí řídících válců určitý nános na textilií.

Zbytková vlhkost textilie nemůže klesat pod 50% hmotnosti zboží. Protože větší část této vlhkosti tvoří voda, musí se voda odstranit energeticky náročným sušením. U způsobu s minimálním nánosem se pohybuje nános na textilií mezi 20-40 % hmotnosti materiálu.

Přednosti v porovnání s fulárem jsou:

- menší nános lázně
- náklady na sušení jsou nižší

- větší pracovní rychlost
- stačí menší výkon infračerveného předsušiče
- migrace je menší
- menší potřeba vody
- zatížení odpadové vody je menší
- zatížení zboží je menší
- menší náklady na produkci

III.4.2.1. Barvení s minimální nános - barvení s pěnou

Strojní systémy pro minimální nános s pěnou jsou:

- FFT - pěnový zpracovací systém, fy Gaston County
- systém fy Küsters
- systém fy Stork /rotační šablona/
- systém Monforts
- systém Fleissner /fulárd/
- nános pěny pomocí rakle

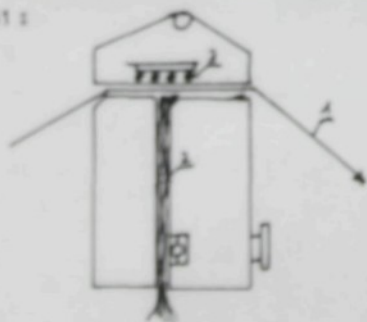
Stupeň napěnění barvicí lázně je obvykle 1:12 až 1:15. Znamená to, že na 1 litr lázně se dopracuje 12 až 15 /l/ vzduchu. To vede k hustotě lázně 83 až 67/g/l/. Zředěním vzduchem se dají aplikovat na textilie mnohem menší množství lázně než u fuláru. Teoreticky může být nanášené množství od 10% hmotnosti zboží. Aby došlo k rovnoměrnému nánosu musí být nanášeno minimálně toto množství pěny:

- pro hydrofilní vlákna /bavlna/ 30 až 35%
- pro syntetická vlákna /PES/ 20%

Při této technologii dochází k velkým úsporám energie, vody a pomocných přípravků.

A/ Schematické znázornění systému fy Gaston County

Obr.51 :

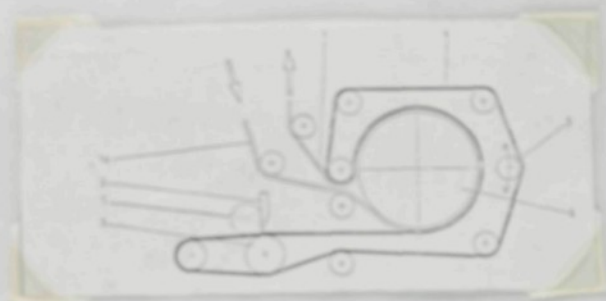


- 1...zboží
- 2...pěna
- 3...mřížkový rošt

Pěna se tlačí do textilie přes regulovatelnou mezerou pod vlivem tlaku. Nános je jednostranný. Při správném seřízení stability pěny se získá rovnoměrné pronikání pěnové lázně do zboží.

B/ Systém nanášení pěny na textilii fy Monforte

Obr.32: Systém Monforte



1,la...zboží

2...rakle

3...spodní válec

4...nepropustný běhoun

5...řízení běhounu

6...buben s vakuem

7...pěna

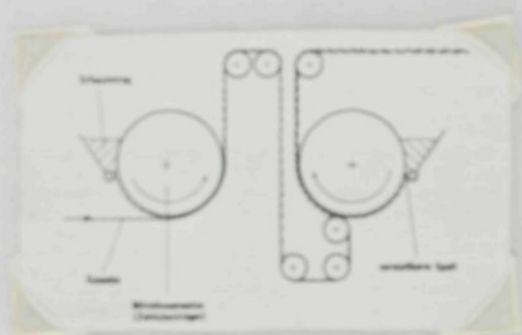
Je to nepřímá metoda nanášení pěny na textilii. Rakle nanáší pěnu na nekonečný nepropustný běhoun. K prvnímu kontaktu mezi zbožím a pěnou dojde až při záběhu kolem vakuového bubnu. Pomocí čerpadla, které vytváří vakuum, bude pěna přetlačována skrz zboží. Vakuum také způsobí tlačení běhounu na zboží. Tento proces zvyšuje odvodňování pěny a zlepšuje penetraci. Je to jednostranný nános pěny, ale i přesto se dosahují dobré barvicí výsledky i pro těžké tkaniny.

C/ Jednostranný nebo dvoustranný nános pěny na textilii - systém Küsters.

Stroj na kterém se aplikuje pěna na textilii se jmenuje Janus.

Na obr.53 je vidět, že pána se transportuje válečkovou raklí z kurvika na válec a z něho na zboží. Určitým uspořádáním zařízení existuje možnost oboustranného nánosu na textilii. Celá pána se natahuje na zboží. Dopravované množství pány se reguluje proporcionálně k rychlosti pohybu zboží. Zařízení se používá pro oboustranný nános na středně těžké a těžké tkaniny a pleteniny s plošnou hmotností pleteniny od 150 g/m^2 . Lze na něm realizovat efekty, které nejsou dosažitelné fúlkem, např. oboustranný nános rozdílných lázní.

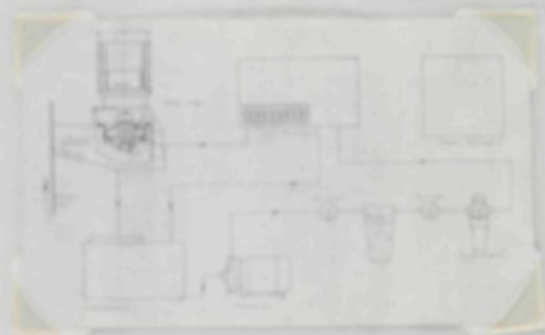
Obr.53 :



III.4.2.2. Minimální námos na textilii pomocí stříkacího zařízení

Výrobce tohoto zařízení je fy Weko. Přednosti minimálního námosu oproti fúlovému způsobu jsou uvedeny už v dvedu této kapitoly.

Obr.34 : Funkční schéma celého zařízení



Zařízení se skládá z nosiče rotoru, hydrofúdicího zařízení, nádoby k přípravě lázně a radiálního čerpadla. Lázeň je vedena čerpadlem z násední nádoby přes hydrofúdicí zařízení do rotoru rotorového nosiče. Odstrédivými silami otáčejícího se rotoru /asi 5000 ot/min/ bude jenom malá část lázně odstréděna na zboží ve formě kapiček. Rovnoměrný námos je zajištěn tvarem rozprašovacích otvorů. Materiál musí být veden vertikálně. Každý rotor stříká v šířce 100 mm. Podle šířky zboží se zařadí odpovídající počet rotorů.

Kapčky mají velikost asi 30 μ m ale rychlost pohybu zboží se dá zvýšit až na 450 m/min.

Obr.35 : Funkční schéma vstřikovacího zařízení



III. 5 Barvení polyesteru a jeho směsí s vlněnými a bavlněnými vlákny

III.5.1 Směsi polyesteru s bavlněnými vlákny

Polyesterová vlákna se s bavlnou míchají zpravidla v poměru 67 % polyesteru a 33 % bavlny. Mísí se však až do poměru 50 : 50.

Směsi PES/bavlna se barví buď na jednotný odstín nebo jako kontrastní vybarvení. Polyesterový podíl se barví většinou disperzními barvivy, výjimečně speciálními kypovými barvivy /např. Polystren fy Hoechst/. Podíl bavlněných vláken lze obarvit několika skupinami barviv, a sice přímými, kypovými, indigosolovými, reaktivními, naftolovými a sirnými. Nejvíce používané jsou kypová, indigosolová a reaktivní barviva.

V současnosti jde vývoj v textilním průmyslu tím směrem, že výrobce barviv se snaží vyrobit směsová barviva vybarvující tyto směsi na uni odstín. Uvádím některé příklady těchto barviv:

- směs disperzních a kypových barviv: Astracel /GA, USA/
Cottestren /BASF/
Dekatyl /Du Pont, USA/
Foronthren /Sandoz/
Helasyn /PLR/
Resithren /Bayer/
Teracoton /Ciba - Geigy/
- směs disperzních a indigosolových barviv: Terindozol /Sandoz/
- směs disperzních a reaktivních barviv: Remaron /Hoechst/
- speciální kypová barviva: Polystren /Hoechst/

Směsi PES/bavlna se vybarví jednoláznovým nebo dvouláznovým postupem, nebo termosolovým způsobem barvení. Termosolový způsob se používá hlavně pro barvení směsi PES/bavlna pomocí směsových barviv. Další možnost je PES složku obarvit termosolovým postupem /fixace disperzního barviva na polyesteru/ a bavlněný podíl obarvit způsobem Pad Steam. Tento princip vysvětlují podrobněji. První fáze probíhá podle termosolového

principu. Směsová textilie se impregnuje na fuláru barvicí lázní disperzními barvivy a potom se většinou s použitím předsušecí suší. Potom následuje fixace disperzního barviva na PES vlákna v termosolovém agregátu při teplotách v intervalu 190°C až 220°C.

Strojní zařízení

Fulár

Fulár má u termosolového procesu hlavní význam. Barvivo musí být nanášeno na zboží absolutně rovnoměrně. Většinou se používá zařízení s horizontálně uspořádanými válci, protože tedy zboží odstupuje z válce vertikálně a dostane se bez dotyku do předsušení. Rozšířené jsou stroje s plavoucími válci firmy KUSTERS.

U této konstrukce lze regulovat řídící tlak přes celou šířku válce a tím se dosáhne skoro ideální řídící efekt.

V poslední době se používá jako novinka měřicí kontrolní zařízení k měření mokrosti zboží při klocování.

Zařízení pracuje na principu absorpce velmi krátkých vln. Měřicím přístrojem je v praxi poprvé možné, měřit bez dotyku zboží relativní rozdíl naklocování lázně na kraji s porovnáním k středu textilie s přesností $2/g/ \text{ voda/m}^{-2}/$. Pohyb textilie, množství barviva a chemikálií nemají vliv na měření. Používání měřicího přístroje se dá kontrolovat a řídit stejnoměrnost naklocování lázně. Přístroj vyrábí firma G.Fleva, Horb.

Předsušiče

Cílem předsušení je snížit 45-65 % vlhkost textilie po řídání na fuláru na 25-30 % sbytkovou vlhkost. Potom následuje sušení na Hotflue. Předsušení musí být stejnoměrné, jinak nesplňuje svůj účel. Předsušiče se zahřívají elektricky nebo plynem. Elektrické předsušiče umožňují pomalé, šetrné a rovnoměrné předsušení. Výkon je ale relativně malý a

zařízení drahé. Plynové sušiče jsou výkonnější a levnější. V nich ale může docházet k nerovnoměrnému sušení a k migraci. Jinak konstruován je univerzální sušič fy Famatex, Korwestheim. Je to zařízení, které pomocí horkého vzduchu, který je veden trykovým přívodem, převezme funkci předsušiče stroje. Skládá se z 1 - 3 sekcí, za kterými následuje Hotflue. V každé sekci má sušič tři vodící válečky. Zašpinění válců je poměrně malé a migrace barviva se snižuje.

Sušiče

Největší význam pro sušení při termosolním způsobu má stroj Hotflue. Umožňuje stejnoměrné a šetrné sušení, vylučuje ale poměrně nákladné investice a zabírá veliký prostor. Sušit je možné i na bubnech, kdy musí být textilie vždy před-sušena.

Mimo uvedených klasických sušičích zařízení se v poslední době používá zařízení, které pracuje na úplně novém systému. Je to tzv. Remaflex - způsob. Princip je následující: barvivo se naklucuje z lázně ze směsi metanol/voda. Ultračervené zářiče nad fulérem umožňují odpaření. Metanolvá pára se zapálí na obou stranách zboží a hoří bez porušení vlákna. Spalovacím teplem se odpaří část vody z materiálu a textilie se suší až na přírodní zbytkovou vlhkost. Obr. 5 ukazuje zařízení firmy Brückner /Leonberg/. Sušicí stroj potřebuje málo místa, protože může být instalován nad fulérem. Řízení chodu je jednoduché. Rovnoměrný působení tepla se zabrání migraci barviva a proto není potřebné přidávat do barvicí lázně antimigrační prostředky. Horký zbytkový vzduch se používá k výrobě teplé vody.

Fixační zařízení

Jsou známy čtyři různé principy termosolace:

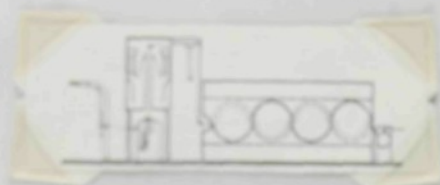
1. pomocí dřevaných bubnů
2. pomocí tepelné komory

3. pomocí cylindrů

4. pomocí španráků /rozpínací rámečky/

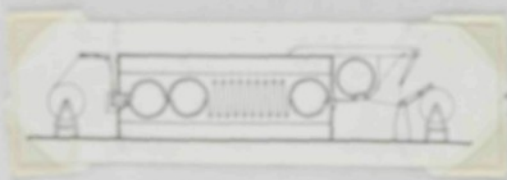
Děrované bubny: RT - zařízení firmy Fleissner, Egelsbach
 jsou v textilním průmyslu rozšířeny.

Obr.54 : RT zařízení s předušičem



Děrované bubny umožňují rychlé vyhřívání textilií /3-8 sek/
 a tím dovolují krátkou fixaci /30-45 sek/. Pro lepší dimensionální fixaci následuje oběs rozpínací pole. Výkon zařízení se zvyšuje mezisařazením prodlévací komory.

Obr.57 : RT zařízení s prodlévací komorou



Fixační komory typu Hotflus potřebují delší vyhřívací dobu /15-35 sek./ . Proto jsou nutné doby termosolace od 50-80 s. Většina obsahem komory je umožněna vysoká rychlost zboží. Oběs dochází k nesterajnoměrnému rozložení tepla ve velkých prostorách komory. Firma Monforte vyvinula MM - zařízení, kde je tepelná komora spojena s rozpínacím rámem.

Obr.58 : MM - zařízení

A...přívod zboží

B...předušicí zóna

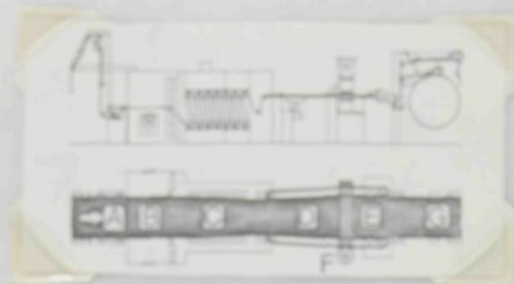
C...termické zpracování

D...rozpínací pole

E...paralelní pole

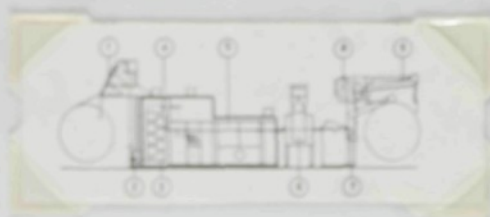
F...chlazení

G...odvod zboží



Cylindry: termosolace pomocí kontaktního tepla je rozšířena hlavně v USA. Válce umožňují vyhřívací dobu 3-8 s a podobné krátké fixační doby jako děrované bubny /30-40 s/. Dimenzionální kontrola neexistuje. U firmy Monforts existuje monforizátor, který používá kombinaci kontaktního zařízení s vyhřívacím rozpínacím rákem. Textilie se dají fixovat bez předfixace. Nevýhodou je vliv kontaktního tepla na povrchu zboží.

Obr.59 : Monforizátor



- 1...vysoký přívod zboží
- 2...podávací váleček
- 3...fixační cylinder
- 4...synchronizační zařízení
- 5...termická komora
- 6...paralelní pole s chlazením

- 7...průtačný váleček
- 8...chladič buben
- 9...odvod zboží

Respirační rámečky: umožňují dimensionální kontrolu během celého procesu termosolace. Vyhřívací doby jsou podle konstrukce 6-16 s, doby fixace potom budou 40-60 s. Nevýhodou španrámků je malá produkce při vysoké investici.

Po termosolaci disperzního barviva na polyesterový podíl tkaniny následuje obarvení bakišného podílu technologií Fed-Steam. Některé varianty barvení bavlněné složky: a/ pomocí sirných barviv

Barvicí lázeň se sirným barvivem se nanáší na textilii pomocí fucláru v redukčním prostředí. Potom následuje fixace barviva na bavlněný podíl. Fixace je provedena pářením 30-40 s při 100-105 °C. Následuje praní, oxidace a další praní. Pro tento postup je možné aplikovat všechny běžně používané druhy sirných barviv. /Např. nerozpustné pigmenty, hydrosolové barviva, cassulfonové barviva/.

V případě oxidace octovou kyselinou nebo peroxidem musí dojít k čištění PES-části mydlením při 70°C a až potom následuje poslední praní. Sirná barviva se používají hlavně proto, že jsou levnější než reaktivní, či kypová barviva. Další předností je, že se musí aplikovat až po termosolaci disperzních barviv. Nedaří se aplikovat spolu na směsové tkaniny. Tím se dosáhne lepší a klidnější vzhled zboží. Je to zapříčiněno tím, že nedochází k migraci na bavlněné části směsi. Sirná barviva mají ale i svoje nedostatky. Dovolují jenom určité barevné odstíny, např. hnědý, olivový, modrý, černý, šedý.

Pro barvení PES/bavlna se osvědčily tyto receptury:

x g/l	casulfenové barvivo
3 cm ³ /l	sulfhydrát F150
3-5 cm ³ /l	Stabilizal S kapalné
nebo x g/l	hydrosolové barvivo
10-30 g/l	soda
y cm ³ /l	sulfhydrát F150
3-5 cm ³ /l	Stabilizal S kapalné

teplota lázně: 20-30 °C

pažení : 45 s při 100-105 °C

b/ pomocí remazolových barviv

Pro fixaci remazolových barviv se používají v podstatě tři různé způsoby:

- barvení postupem klocování - odlešení
- mokrá fixace

- Pač-Steam způsob s jednoláznovým postupem

Barvení postupem napouštění - odlešení má tyto přednosti:

malé investiční náklady, malá spotřeba energie, velká produkce při malých pracovních nákladech a vysoké využití barviva.

Princip:

Remazolové barvivo a alkálie se rozpustí v odlišné lázni

a přímo před klocováním se pomocí regulačního čerpadla spojí a smíchají v poměru 4:1.

Barvicí lázeň obsahuje potom:

x g/l	remazolové barvivo
10-30 cm ³ /l	NaOH 36°Bé
30 g/l	sodná sůl nebo Glauberova sůl
5 g/l	Leonil ER /směšedlo/

Teplota barvicí lázně by měla být pod 25°C. Po klocování se fixuje barvivo 3-5 hodin.

Při mokré fixaci se nanáší samaronové /pro Pes-podíl/ a remazolové barvivo spolu. Po termoeolaci se fixuje remazolové bar-

vivo při 95°C s $70 \text{ cm}^3/\text{l}$ NaOH 38°Bé
 a 250 g/l sodnou solí
 5-15 sekund.

I při technologii Pad-Steam se naklouchuje současně saronové a remazolové barvivo. Klocující lázeň může obsahovat ještě 5-10 g/l Ludigol /BASF/. Tím se zabrání eventuálně redukova-
 cím vlivům na barvivo.

Po termosolaci se klocuje s $20 \text{ cm}^3/\text{l}$ NaOH 38°Bé
 a 250 g/l sodnou solí
 a pak se asi 30 s při 105°C .

c/ pomocí polystyrenového barviva

Disperzní a indanthrenové barviva budou nanášena na zboží při termosolačním barvení vždy současně. U technologie termosolového barvení se používají především směsové barviva. Firma Hoechst nabízí tato směsové barviva pod jménem Polystren A. Naklocování se udělá na Pad-Steam zařízení, nebo na dílgu.

Barvicí receptura:

x g/l polystyrenové A barvivo
 1-2 g/l Leonil SR
 15 g/l Solidokoll N

při 5-6 se upraví kyselinou octovou

teplota lázně: $25-30^{\circ}\text{C}$

vytahování barviva asi 60%

meximální: $100-130^{\circ}\text{C}$

termosolace asi 60 s v závislosti na zařízení při $210-220^{\circ}\text{C}$

Zboží má vysokou stálost v praní a používá se hlavně na vojenské a pracovní oděvy.

Dvouláznový postup aplikace barviva na směs PES/bavlna se dnes už příliš nepoužívá, protože tento postup je strojně náročnější, časově delší a celý proces je dražší.

Proto se stále více používá směsové barvivo a jednodušší postup pro barvení této směsi. Takový postup popisují v následující části. Je to postup barvení směsi PES/bavlna s barvivem Levafix E/EA. Je to směsové barvivo s reaktivního a disperzního barviva. Kaloristicky si tyto dva druhy barviva vyhovují, ale při jejich aplikaci existují velké rozdíly. Reaktivní barvivo se aplikuje v alkalické, disperzní barvivo v kyselé až neutrální pH oblasti. Teplota fixace je pro reaktivní barvivo pod 100°C , pro disperzní barvivo při nebo nad 100°C .

Byl vyvinut jednodušší postup barvení směsi PES/bavlna, který využívá princip klouzající pH oblasti. K tomu je potřeba chemický regulátor - fixační sůl - který zajišťuje požadovanou počáteční pH hodnotu a umožňuje pH odpad v závislosti na teplotě a na čase. Reaktivní barvivo se potom vytahuje během ohřívací fáze pod 100°C v mírně alkalickém prostředí /pH 10-8/ na bavlněná vlákna a disperzní barvivo se vytahuje nad 100°C v kyselé oblasti na PES vlákno. Pomocí klouzající pH oblasti jsou zajištěny optimální fixační podmínky obou barviv bez ztráty času a bez manuálního řízení. Takový pracovní postup je aplikovatelný jenom tam, kde pH a teplotní podmínky optimální fixace reaktivního a disperzního barviva nejsou moc daleko od sebe. Tento případ je možný při používání vysoce reaktivního reaktivního barviva, které potřebuje jenom málo alkálie. Potom existují v alkalické fázi barvicí lázně podmínky, ve kterých se dají používat disperzní barviva méně odolná alkáliím. Oba dvě pokusy dokázaly, že tento postup přinese nejlepší stálosti vybarvení a že i přidání 40-100 g/l Glauberovy soli do barvicí lázně neovlivňuje resolinové barvivo při barvení na hašplí, jetu a overflow stroji.

Následující praní se ulehčuje a celková doba zpracování se zkrátí z 9 na 6 hodin. Textilie bude při uvedeném způsobu zabarvená velmi šetrně. Princip a postup vyvinula fa Bayer AG.

III.5.2. Barvení směsí vlna/PES

PES vlákno a vlnou se používá nejvíce ve směsi 45% vlny a 55% PES pro tkaniny a 30 vl/70 PES pro pleteniny. Polyesterový podíl se barví disperzními barvivy a kyselými, chromovými, nebo kovokomplexními se barví vlněné vlákno.

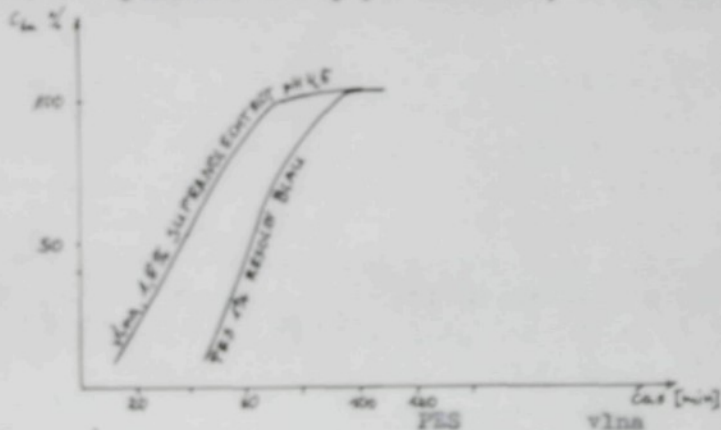
Při barvení směsí vlna/PES vznikají dva problémy:

1. vlna nesnáší barvení při vysokých teplotách
2. vlna se "špiní" disperzními barvivy

Proto je velice důležitý výběr disperzního barviva a přesné dodržování technologických podmínek a technologického postupu.

Rozdíly v barvicím chování polyesteru a vlny se týkají především kinetiky barvení. Disperzní barvivo se vytahuje podstatně později na polyester, tzn. až při vyšších teplotách a s větší závislostí na teplotě, než kyselé barvivo na vlnu.

Obr. 60: Vytahovací křivky pro čisté PES, či vlnové materiály



teplotní oblast vytahování	PES 25/°C/	vlna 50/°C/
teplota na začátku vytahování	80-110/°C/	40-80/°C/

K rychlému získání egalního vybarvení je potřebné urychlovat barvení PES-složky ve směsi. K tomu existují dvě možnosti:

- barvení s přenašečem
- barvení při vyšších teplotách

Z tohoto hlediska je možné barvit směsí vlna/PES jednodušně

nebo dvouláznové

- za varu s přendšečem
- při 103-106 °C/ s přendšečem
- při 110-120 °C/ bez přendšeče za přídavku formaldehydu, jako ochranného prostředku na vlnu.

III.5.2.1. Jednoláznové barvení s přendšečem

V jedné lázni se aplikuje disperzní barvivo na polyesterový podíl a kyselé nebo kovokomplexní barvivo na vlněný podíl. Při jednoláznovém způsobu se používá směsové barvivo z těchto dvou druhů barviv. Mohou to být např. barviva

Lanastren /BASF/
 Teralam /Ciba/
 Forosyn /Sandoz/
 Remacen /Hoechst/
 Resolamin /Bayer/
 Setarolen /Ciba-Geigy/

Barvicí lázeň může mít potom následující složení:

- | | |
|---------|---|
| x % | barviva |
| 1-2 % | Albagalu A - egalizační prostředek |
| 2-8 g/l | přendšeče /např. Invalon PR, Carolid ELF-C/ |
| 2 g/l | síranu amonného |

pH 3-5,5 se upraví kyselinou mravenčí

Počáteční teplota barvení je 60 °C. Lázeň obsahuje pouze chemikálie, barvivo se přidá po 15 minutách, potom se během 45 /min./ zahřeje buď na 98 °C/ a při této teplotě se barví dalších 60-120 minut, nebo se zvýší teplota až na 106 °C/ a barví se 30 až 60 minut. Potom se sníží teplota na 80 °C/ a amoniakem se upraví pH na 8 a za těchto podmínek se dobarvuje 20 minut. Po barvení se dobře pere a vlněný podíl se čistí v lázni obsahující 1 až 2 /gl⁻¹/Elevatoru O a 0,5 až 1/ml⁻¹/ kyseliny octové 30 % /pH4,5/.

III.5.2.2. Dvouláznové barvení s přendšečem

Tento postup se používá pro aplikaci na nejvyšší

odstíny a vysokými nároky na stálostí vybarvení.

1. lázeň má složení například:

6-12 g/l	Slovapremu EF /podle sytosti vybarvení/
0,2 ml/l	kyseliny octové ledové
x %	disperzního barviva

V této lázni se barví polyesterový podíl a současně se zašpiní vlna. Počáteční teplota lázně je 60 °C/ a zahřívá se k varu. Při této teplotě se barví 2 až 2,5 hodiny, pak se ochlazuje a oplachuje.

2. lázeň: Tady se odstraní podstatná část disperzního barviva zvlny intenzivním praním v lázni obsahující

1 g/l	Slovatona O
1-1,5 g/l	špavku 25% ního
2-3 g/l	hydrosulfitu

Zboří se zpracovává při teplotě 50 °C/ 20minut. Pak se oplachuje teplou a studenou vodou.

3. lázeň: V této lázni se dobarví vlněný podíl kyselým nebo kovokomplexním barvivem.

Tento postup je velice náročný ale dává dobré barvicí výsledky.

III.5.2.3. Jednolázněvé barvení za zvýšené teploty bez přenosů

Zvýšení teploty na 110-120 °C/ se docílí lepší vytažení disperzního barviva a snížení znečištění vlněného podílu.

To je zdůvodněno tím, že se rychlost zabarvení zdvojnásobuje u polyesteru při zvýšení teploty o 5 °C/ a u vlny až při zvýšení teploty o 10 °C/. Vyšší teploty obě rychlosti sblíží. /viz obr. 60/

Barvicí lázeň obsahuje spásové barvivo, kyselinu octovou a formaldehyd. Formaldehyd působí jako ochranný prostředek pro vlnu. Pomocí metylenových nátek se struktura vlny zesílí a tím nedochází k jejímu poškození. Počáteční teplota barvicí lázně 40-50 °C/ se v průběhu 40 minut v závislosti na

sytoosti odstínu se barví 60-90 minut, zvýší na 110-120/°C/.
 V závěru se směs ještě zpracovává v práci lázni, která obsahuje
 Slovapen N, $\text{CH}_3\text{-COOH}$ při teplotě 50-60/°C/ po dobu 20-30 minut.
 Tento způsob se dokázal osvědčit vhodný pro použití směsovců
 barviv.

Tab.17 : Podmínky pro praktické barvení směsi vlna/PES

způsob barvení	teplota přendšeče /°C/	prostředek k ochraně vlny	dobu barvení /hod./	pří-hodnota
1	98-100	++++	-	1 - 2 5-6
2	103-106	++	-	1 - 2 5-6
3	110-115	/+/-	++++	1 - 1,5 5-6
4	120	/+/-	++++	0,5 - 0,75 5-6

I...barvení s přendšečem

II...barvení bez přendšeče

Závěr

V první řadě chci zdůraznit, že moje práce poskytuje jenom obecný přehled o používaných zařízeních a technologických postupech barvení polyesteru a jeho směsi. Tato oblast zúžehňování je tak obšáhla, že soubor všech existujících metod a způsobů barvení polyesteru rozsah této práce převyšuje.

Ve snaze zhodnotit výkony jednotlivých strojů a aparátů a tendence barvení polyesteru jsem došel k těmto závěrům.

V oblasti barvení přize, přáden a kabelů se zastavila tendence zkrátit délku barvicí lázně za každou cenu. Byly zdůvodněny pochybnosti o tom, jestliže barviva s rozdílnými rozpustnostmi a afinitami vyhoví těmto škizným poměrům. Vrátilo se k rozumné krátkolázněvé technice barvení přize, která používá délky lázně 1:6 nebo trochu nižší. U některých výrobků se znovu začíná pracovat s úplně zaplněným aparátem a zaplaveným materiálem. Existuje několik strojních zařízení, která se objevila v poslední době na trhu, nebo která se už používají v praxi a přináší lepší barvicí výsledky. Jsou to např. Economic - případně HED - barvicí aparáty /Krantz/, Thencomat HK /Then/, Eco-blok a Ecomat /Thies/ a jiné. Z energetického hlediska se k barvení PES přize a jeho směsi ve formě cívek v první řadě doporučuje nový Thencomat HSI, který pracuje s izotermní rychlebarvicí metodou Rapidcolor /Hoehat/.

Mnozí výrobci vypustili sekundární cirkulaci lázně. Bylo to možné vynecháním otevřené expanzní nádoby a odpovídajícího zpětného potrubí. Snaha byla dále zkrátit poměr lázně. Zkrácení poměru lázně je možné ale jen v malých krocích. Někteří výrobci umístili čerpadlový systém uvnitř autoklavního prostoru. To znamená odpad obtokového potrubí u axiálního čerpadla. Velký význam z energetického hlediska mají i iniciační momenty pohybu lázně při rozjetí a změně směru pohybu. Dobré zkušenos-

ti jsou s čerpadlem se sklopnými křídly Turbo-Rapid /Obermaier/. Čerpadlo se točí vždy ve stejném směru, mění se jenom polohy křidel. Pro diskontinuálně pracující barvicí stroje pro kusové zboží platí, že spolehlivým strojem s dobrými barvicími výsledky zůstává stále džigr. Barví se na něm skoro všechny druhy materiálu s použitím krátké lázně v metráži do 1500 m. Jedinou nevýhodou je, že se na něm nedají barvit pleťniny, které jsou citlivé na tahové namáhání. Že se na džigru stále barví atmosférickým tlakem, je technologické omezení, které nemusí být. Na výstavě ITMA 1979 byly vidět i dobré konstrukce, které pracovaly pod tlakem, např. od firmy Farmer-Norton a firmy ASISA.

Z vysokotlakých barvicích strojů se doporučují hlavně typy skupiny 4 /viz kapitola II.1.2./. Jsou to stroje, které používají kombinaci overflow- jet trysky - poháněná hašple. Nejlepší výsledky při barvení PES a jeho směsí byly dosaženy na stroji Pegg Universal a Thenflow. U stroje Krantz KFM 5 byly výsledky ještě v pořadových mezích. Transportní mechanismus této skupiny umožňuje nejlepší kontrolu zboží, která je nutná pro odstranění povrchových neegalit. Thenflow se osvědčil pro barvení směsí vlna-PES hlavně proto, že jet trykový systém působí na zboží velmi jemně a šetrně.

Na Oml MOD M/75, který používá tlak trysky a poháněnou hašpli k transportu zboží, byly dosaženy dobré barvicí výsledky pro směsí vlna/PES v teplotní oblasti do 90°C.

Ze tří uvedených mechanických transportních systémů dosáhl nejlepší výsledky Thies Retostream s volně se pohybujícím vertikálním košem. Jiné stroje této skupiny přinesly problémy egality vybarvení, které určitě souvisejí s minimálním kontaktem zboží s lázní.

Trendem ve vývoji diskontinuálních jet barvicích strojů je vyrábět stroje, které zpracovávají materiál velmi šetrně a zajišťují stále lepší kvality vybarvení.

Z kontinuálních způsobů barvení polyesteru chci připomenout ještě jednou Termosol - Pad-Steam postup, na kterém bylo v praxi dosaženo dobré vybarvení a který je efektivní z hospodářských důvodů. Strojní zařízení vyrábí hlavně firma Benninger. Zajímavý je kontinuální způsob barvení podle firmy Sando Iron Works /kap. II.1.3.2.2./, kde se barví při vyšších teplotách v tlakovém kotli. Praktické výsledky tohoto zařízení nebyly zatím uvedeny.

Z nových technologií barvení PES se osvědčil hlavně Rapidcolor postup, což je izotermní rychlobarvicí metoda firmy Hoechst. Jinak lze říci, že se barvíří a technologové hodně zabývají problematikou barvení. Nutí je k tomu mezinárodní energetická situace a vysoké požadavky odběratelů. Proto se pokoušejí v poslední době hlavně o vývoj různých nových technologií barvení polyesteru a jeho směsí /např. barvení v plynné fázi/ a o stálé zlepšení dosavadních technologií. To se týká hlavně krátkolážňových postupů barvení, rychlobarvicích postupů, atd. Hlavní snahou ale nadále zůstává dodržovat nebo zlepšit při barvení kvalitativní znaky materiálů.

Seznam použité literatury

- 1/ Doc. Ing. Jaroslav Odvárka, CSc : Teorie sušlechťování,
skriptum VŠST Liberec, 1980
- 2/ Referáty z časopisů : Melland Textilberichte, 1978 - 1982
Textil Praxis, 1978 - 1982
Deutsche Textil-Technik, 1978 - 1982
Internacional dyer, 1980
Chemiefasern, 1978 - 1982
- 3/ Josef Ješek a kol. : Zpracování polyesterových vláken,
SNTL Praha 1969
- 4/ Zdeněk Pospíšil a kol. : Příručka textilního odborníka,
SNTL/ALFA Praha 1981
- 5/ Dr. Hermann Ludwig : Polyesterfasern , Akademie - Verlag
Berlin 1975
- 6/ Vladimír Hladík : Disperzní barviva, SNTL Praha 1976

V 30/82 T