

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍČKA A TEXTILNÁ V LIBERCI

NOSITEĽKA RADU PRÁCE

fakulta textilná

obor 31 - 12 - 8

technológia textilu a odevníctva

zameranie

Netkané textílie - zušľachtovanie

Katedra chémie a zušľachtovania

36

Vzťahy medzi pohltivosťou žiarenia beta a úpravou textílie

Katarína Borbuliaková

Vedúci diplomovej práce : Ing. Hana Horynová, KCH VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Jaroslav Šulc, KEZ VŠST Liberec

Rozsah práce a príloh :

Počet strán : 47

Počet príloh : -

Počet tabuliek : 12

Počet obrázkov : 4

Počet grafov : 3

V Liberci dňa 27.mája 1983

Vysoká škola: strojní a textilní
textilní
Fakulta:

Katedra: chemie a zušlechťování
1982/83
Školní rok:

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro s. Katarinu Borbuljakovou
obor 31 - 12 - 8 technologie textilu a oděvnictví

Protože jste splnil(a) požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Vztahy mezi pohltivostí β záření
a úpravou textílie
.....

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte literární rešerši na dané téma
2. Na laboratorním fuláru zjistěte vážením množství nanesené lázně (tzv. mokrý přívažek)
3. Tytéž vzorky proměřte metodou založenou na zeslabení svazku záření β (prozařovací metodou) s cílem zjistit možnosti stanovení množství nanesené lázně
4. Statisticky vyhodnoťte přesnost stanovení množství nanesené lázně
5. Naznačte možnost použití prozařovací metody pro kontrolu množství nanesené lázně na kontinuálních linkách s nanášečnými prvky
- fulárem
- mikronánosem
- pěnovými systémy
6. Vyjádřete ekonomický přínos aplikace uvedené radionuklidové měřicí metody při aplikaci technologie mikronánosu ze šikmé desky.

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

Autorské právo se řídí směnicemi
MSK pro státní záv. zkoušky č.j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MSK XVIII, sešit 24 ze
dne 31.8.1962-19 aut z č. 115/53 Sb.

V 285/83 T

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC - STUDENTSKÁ

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

Halá, L. : Meranie plošnej hmotnosti prežiarovacou metódou.
(Diplomová práce) Liberec, 1981, VŠST

Vedoucí diplomové práce: Ing. Hana Horynová

Konsultanti: Ing. Jaroslav Šulc, VŠST Liberec

Datum zadání diplomového úkolu: 30. 9. 1982

Termín odevzdání diplomové práce: 27. 5. 1983



za J. Sedláčik
Vedoucí katedry

Mey
Děkan

v Liberci dne 15. 9. 1982

P R E H L Á S E N I E

Miestoprísažne prehlasujem, že diplomovú prácu som vypracovala samostatne
s použitím uvedenej literatúry.

V Liberci dňa 27.mája 1983

Valéria Bobulíková

Úvodom by som chcela poďakovať svojmu konzultantovi s. Ing. Jaroslavovi Šulcovi za cenné rady a pripomienky, ktoré mi poskytol pri vypracovaní diplomovej práce a tiež s. Danuši Steklej a s. Františkovi Gärtnerovi.

O B S A H

	strana
Zoznam použitých skratiek a symbolov	2
I. Úvod	5
II. Teoretická časť	7
II.1. Prežiarovacia metóda - obecné	7
II.1.1. Žiarenie beta, absorbcia žiarenia beta	7
II.1.2. Zdroje žiarenia, žiariče beta	8
II.1.3. Štatistické kolísanie aktivity	9
II.1.4. Rádioizotopné meracie prístroje a ich citlivosť	11
II.1.5. Hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia	13
II.2. Klocovanie na fulári	15
II.2.1. Stupeň odmačky	16
III. Experimentálna časť	18
III.1. Použitý rádioizotopný merací prístroj	18
III.2. Príprava vzorkov textílií pre meranie	19
III.3. Zloženie farbiacich lázní	21
III.4. Použitý fulár	23
III.4.1. Stanovenie závislosti stupňa odmačky na prítlaku vyvedenom medzi valcami fuláru	24
III.5. Meranie plošnej hmotnosti textílií prežiarovacou metódou	29
III.5.1. Postup merania	29
III.5.2. Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt	32
III.5.3. Prehľad použitých vzťahov	36
IV. Experimentálne výsledky a diskusia	37
V. Záver	45
VI. Oboznámenie s autorskými nárokmi	46
VII. Použitá literatúra	47

Zoznam použitých skratiek a symbolov

A ... hmotnostné číslo

A_K ... aktivita zdroja

C ... konštanta nezávislá na atómovom čísle

e ... označenie elektrónu

E ... energia žiariča

E_{max} ... maximálna energia použitého žiariča

I ... tok žiarenia po priechode vrstvou meraného materiálu o plošnej hmotnosti m 0

$\bar{I}_f$... stredná hodnota výstupného signálu zväzku žiarenia beta pre dokonale tienený žiarič

$\bar{I}_p$... stredná hodnota výstupného signálu pre zväzok žiarenia beta zoslabený iba priechodom vzduchovou vrstvou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora

$\bar{I}_{pf}$... stredná hodnota výstupného signálu po priechode vzduchovou vrstvou medzi zdrojom žiarenia beta a detektorom

$\bar{I}_s$... stredná hodnota výstupného signálu odpovedajúceho zoslabeniu žiarenia beta po priechode neofarbenou textíliou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora

$\bar{I}_{sf}$... stredná hodnota výstupného signálu zoslabeného zväzku žiarenia beta po priechode neofarbenou textíliou

$\bar{I}_t$... stredná hodnota výstupného signálu odpovedajúceho zoslabeniu zväzku žiarenia beta po priechode ofarbenou textíliou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora

$\bar{I}_{tf}$... stredná hodnota výstupného signálu odpovedajúceho zoslabeniu zväzku žiarenia beta po priechode ofarbenou textíliou

m ... plošná hmotnosť meraného materiálu

m_1 ... pôvodná hmotnosť textílie pred kľacovaním

m_2 ... hmotnosť textílie po nakľacovaní a odmačknutí

m_i ... hmotnosť i - tého meraného vzorku

m_s ... plošná hmotnosť neofarbenej textílie

m_t ... plošná hmotnosť ofarbenej textílie

n ... celkový počet meraných hodnôt

N ... počet prítomných jadier určitého druhu

$\bar{N}$... aritmetický priemer všetkých nameraných hodnôt

N_i ... i - tá nameraná hodnota

α ... stupeň odmačku

p_i ... hmotnostný podiel i - tej komponenty

S ... citlivosť rádioizotopných meracích prístrojov

t ... doba merania

w ... stupeň odmačku

$\bar{w}$... stredná hodnota stupňa odmačku

Z ... atómové číslo izotopu

Z_i ... atómové číslo i - tej komponenty

$\bar{Z}$... stredné atómové číslo

ba ... bavlna

ba/PES ... zmes bavlny a polyesteru

PES ... polyester

prop. ... proporcionálna

štat. ... štatistická

Δw ... chyba určenia odmačku

λ ... rozpadová konštanta

μ ... hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia beta

μ_D ... hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia beta farbivom

μ_S ... hmotnostný súčiniteľ zoslabenia žiarenia beta textíliou

σ_{μ_S} ... smerodetná odchýlka strednej hodnoty hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta textíliou

$\sigma_{\bar{w}}$... smerodetná odchýlka určenia stupňa odmačku

σ_s ... smerodajná odchýlka výstupného signálu I_s

σ_t ... smerodajná odchýlka výstupného signálu I_t

τ ... počiatočný rozpad

I. Ú V O D

Rozvoj socialistickej spoločnosti a neustály rast životnej úrovne nevyhnutne vyžaduje rast hmotnej výroby, produktivity práce a vedeckotechnického rozvoja. Základné smery rozvoja výroby jednotlivých rezortov boli stanovené na XVI. zjazde KSČ. V uznesení XVI. zjazdu KSČ je stanovený proporcionálny rozvoj výroby podľa potrieb našej spoločnosti v 7. päťročnici, ale už so zameraním vytvoriť potrebné predpoklady pre 8. päťročnicu.

Hlavným cieľom rozvoja priemyselnej výroby ČSSR je vytváranie podmienok pre uspokojovanie a zaistenie potrieb domáceho trhu, výrobnjej a spoločenskej spotreby a tvorba devízových prostriedkov.

Textilný a konfekčný priemysel je jedným s popredných odvetví, zaisťujúcich uspokojovanie vnútorných potrieb a rastu životnej úrovne v súčasnosti, ale aj v ďalších rokoch.

U textilného a odevného priemyslu stále rastú požiadavky na módnosť, na bohatosť sortimentu, na vyššiu estetickú hodnotu, na vyššiu kvalitu a užitkové vlastnosti, umožňujúce ľahšiu a rýchlejšiu údržbu. Hlavné úlohy textilného a odevného priemyslu pri plnení uvedených požiadaviek vyplývajú z hospodárskej politiky strany. Modernizácia a rýchle rekonštrukcia prevádzok, najmä tých, ktoré tvoria v textilnom a odevnom priemysle z hľadiska kvalitatívneho a hospodárskeho rozhodujúci článok celkovej textilnej a konfekčnej výroby, je tiež dôležitou úlohou týchto odvetví spotrebného priemyslu.

Pri zabezpečovaní estetického vzhľadu a kvality všetkých druhov textílií má významné miesto zušľachtovanie textílií. Je jedným zo záverečných stupňov textilnej výroby, v ktorom dodávame textíliám vhodnejšie vlastnosti pre daný účel použitia. Zušľachtovanie má zaručiť čo najlepšiu akosť, ale tiež čo najlepšie hospodárenie s energiou všetkého druhu, ako i zaisťovať priaznivé životné podmienky. Zlepšovanie pracovných podmienok je súčasťou plnenia výrobných úloh, pretože zo všetkých stupňov textilnej výroby je práve v procese zušľachtovania najväčší výskyt škodlivín.

Jedným z významných ukazateľov kvality textílií je plošná hmotnosť. Táto diplomová práca sa zaoberá meraním plošnej hmotnosti textílií prežiarovacou metódou. Význam tejto metódy spočíva v tom, že umožňuje bezdotykovo zisťovať plošnú hmotnosť materiálov a výrobkov v ktorejkoľvek fázy technologického procesu bez jeho prerušenia.

Z pozorovania niektorých doteraz publikovaných prácí týkajúcich sa merania plošnej hmotnosti prežiarovacou metódou vyplýva, že uvádzané výsledky majú len obmedzenú platnosť a sú do značnej miery špecifické pre experimentálne usporiadanie použitej jednotlivými autormi. Z tohto dôvodu pri kvantitatívnom hodnotení zvolenej metódy treba vychádzať z výsledkov meraní zistených pri konkrétnom usporiadaní radiačného a detekčného systému.

Cieľom tejto diplomovej práce bolo posúdiť vplyv zušľachtovacích operácií a množstva nánosu zušľachtovacej lázne na substrát pri meraní plošnej hmotnosti textílií zoslabením väzku žiarenia beta, zistiť, s akou presnosťou zachytí prežiarovacia metóda rôzne množstvo zušľachtovacej lázne aplikovanej na textilnom materiáli.

11. TEORETICKÁ ČASŤ

11. 1. Prežiarovacia metóda - obecné

Rádioaktívne žiarenie /alfa, beta a gama/ sa pri priechode vrstvou materiálu zabrzdí, absorbuje alebo rozptýli. Žiarenie, ktoré prestúpilo vrstvou materiálu, sa od pôvodného žiarenia líši svojím zoslabením, t.j. počtom častíc /alebo fotónov/, spektrom energie alebo obojím. Tieto zmeny je možné merať a môžu sa použiť pre údaje o vlastnostiach vrstvy hmoty - predovšetkým o jej hrúbke, hustote a plošnej hmotnosti.

Pre jednoduchosť možno v prvom priblížení predpokladať, že závislosť toku žiarenia na plošnej hmotnosti meraného materiálu je daná vzťahom :

$$I = I_0 \cdot \exp^{-\mu \cdot m} \quad / 11. 1 /$$

kde : I ... tok žiarenia po priechode vrstvou meraného materiálu o plošnej hmotnosti $m > 0$ / V /

I_0 ... tok žiarenia pre $m = 0$ / V /

m ... plošná hmotnosť meraného materiálu / $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ /

μ ... hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia beta / $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ /

11. 1.1. Žiarenie beta, absorpcia žiarenia beta

Rozpad beta sa neobmedzuje iba na jadro s vysokými nábojmi. Rozhodujúcim znakom tejto skupiny rádioaktívnych reakcií je premena nukleónu v jadre na iný nukleón, t.j. premena neutrónu na protón alebo protóny na elektrón.

Tri varianty rozpadu beta môžu byť schématicky vyjadrené takto :

$$1/ \text{ negatronový rozpad } \begin{pmatrix} A \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \\ Z + 1 \end{pmatrix} + {}_{-1}^0\text{e}$$

$$2/ \text{ pozitronový rozpad } \begin{pmatrix} A \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \\ Z - 1 \end{pmatrix} + {}_{+1}^0\text{e}$$

$$3/ \text{ zachytenie elektrónu } \begin{pmatrix} A \\ Z \end{pmatrix} + {}_{-1}^0\text{e} = \begin{pmatrix} A \\ Z-1 \end{pmatrix}$$

Z ... atómové číslo izotopu

A ... hmotnostné číslo

e ... označenie elektrónu

Častice beta, ako bolo experimentálne dokázané, majú už pri emisii rôznu rýchlosť a energiu. Jeden a ten istý druh rádioaktívnych jadier emituje častice beta, ktorých energia môže mať akúkoľvek hodnotu medzi nulou a určitou presne definovanou maximálnou hodnotou, ktorá je v tabuľkách uvádzaná ako hodnota energie žiarenia beta pre každý jednotlivý prvok. Tieto rozdelenia energie závisia na tom, že sa ihneď pri rozpade beta tvoria tri častice - výsledné jadro, častice beta a neutríno. Častice beta vzhľadom k svojej nepatrnej hmotnosti môžu strácať už značné podiely svojej energie pri jednotlivých nárazoch na elektróny atómového obalu.

Často sa stane, že elektrón stratí veľkú časť svojej energie a pritom sa značne vyšinie zo smeru pohybu, preto nie sú dráhy častice beta priame, ale majú tvar mnohokrát zalomených kriviek.

Vzhľadom k zložitosti absorpčných pochodov možno ťažko teoreticky vypočítať z rovnobežného zväzku žiarenia počet častíc, ktoré prejdú vrstvou určitej hrúbky. Napriek tomuto bolo zistené, že pre určitý rozsah absorpčnej hrúbky sú experimentálne zistené dáta dobré vystihnuté jednoduchým exponenciálnym vzťahom / 1. 1/.

11. 1.2. Zdroje žiarenia, žiariče beta.

Všeobecných hľadiskom pre zdroje žiarenia je snaha dosiahnuť čo možno stálej intenzity žiarenia. Pri použití rádioaktívnych izotopov ako zdrojov žiarenia volíme látky s dlhým polčasom rozpadu.

Pri výbere rádioaktívneho izotopu ako zdroja žiarenia pre meranie prežiarovacou metódou je nutné prihliadať predovšetkým k dvom protichodným stanoviskám :

na jednej strane je za danej presnosti meranie hrúbky tým nepresnejšie, čím menší je absorpčný koeficient žiarenia, teda čím väčšia je energia žiarenia. Na druhej strane príliš veľký absorpčný koeficient spôsobuje to, že len malý zlomok žiarenia vyslaného zdrojom dôjde až k meraciemu prístroju. Potom je nutné použiť veľmi silných žiaričov.

Bol už predložený podrobný matematický rozbor týchto vzťahov a vzorce pre voľbu energie žiarenia a intenzity žiaričov. Najčastejšie sa pre meranie hrúbky používajú žiariče beta.

Tabuľka II. 1. dáva prehľad používaných rádioaktívnych izotopov.

Izotop	Polčas rozpadu / roky /	Max.energia častíc beta / MeV /	Polohrúbka /kg . m ⁻² /
¹⁴ C	5 760	0,155	27
¹⁴⁷ Pm	2,6	0,22	45
⁸⁵ Kr	10,6	0,67	250
²⁰⁴ Tl	3,9	0,77	250
⁹⁰ Sr ⁹⁰ Y	28	2,25	1 200

Tabuľka: II.1. Prehľad používaných rádioaktívnych izotopov pre meranie plošnej hmotnosti materiálov.

Izotopy sú usporiadané podľa narastajúcej energie žiarenia.

II. 1. 3. Štatistické kolísanie aktivity.

Pri rádioaktívnych procesoch je nutné zdôrazniť takzvanú štatistickú povahu týchto javov. Zákony rádioaktívneho rozpadu sú vyjadrením vzťahov pravdepodobností. Mnohonásobná skúsenosť jednoznačne ukázala, že pri každom druhu rádioaktívneho rozpadu, je pravdepodobnosť, že sa v nasledujúcej sekunde

rozpadne, pre každé jednotlivé jadro, vyjadrená konštantou, ktorá je charakteristická pre určitý druh atómových jadier. Táto pravdepodobnosť je označovaná ako rozpadová konštanta λ .

Pozorovaním dostatočného počtu týchto pochodov sa zistí presne hodnota pravdepodobnosti, takže vychádza počet rozpadov za každú sekundu, teda pre aktivitu zdroja, základný vzorec :

$$A_k = \lambda \cdot N \quad / 11.2./$$

A_k ... aktivita zdroja

λ ... rozpadová konštanta

N ... počet prítomných jadier určitého druhu

Hodnota N samozrejme behom času klesá.

V praxi sa označuje rýchlosť rozpadu rádioaktívnych prvkov miesto rozpadovej konštanty λ najčastejšie polčasom rozpadu $\mathcal{T}$. Je to čas, za ktorý sa počet aktívnych atómov zníži vzhľadom k východzej hodnote na polovicu.

Polčas rozpadu a rozpadová konštanta spolu súvisia vzťahom :

$$\mathcal{T} = \ln \frac{2}{\lambda} = 0,693 \quad / 11.3./$$

Pri skutočnom meraní v priebehu niekoľkých minút sa zistia niekedy väčšie, niekedy menšie hodnoty. Priemerná relatívna odchýlka od strednej hodnoty bude tým väčšia, čím menšia bude aktivita vzorku. Odchýlka určitej veľkosti od strednej hodnoty bude tým vzácnejšia, čím väčšia bude táto odchýlka.

Mierou odchýliek meraní môže byť všeobecne tzv. stredná chyba m , ktorá je definovaná vzťahom :

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \frac{\sum (N - N_i)^2}{n-1}} \quad / 11.4./$$

$\bar{N}$... aritmetický priemer všetkých nameraných hodnôt

N_i ... i - tá hodnota

n ... celkový počet meraných hodnôt

m ... stredná chyba

Pri meraní aktivít podliehajú namerané hodnoty Poissonovmu rozdeleniu, pri platnosti ktorého je stredná chyba daná vzťahom :

$$m = \pm \sqrt{t \cdot \bar{N}} \approx \pm \sqrt{t \cdot N} \quad / 11.5./$$

$\bar{N}$... stredná aktivita

N ... ľubovoľná nameraná hodnota

t ... doba merania

Pri väčších aktivitách nadobúda Poissonovo rozdelenie tvar Gaussovej krivky, ktorá prakticky znázorňuje strednú chybu.

11. 1.4. Rádioizotopné meracie prístroje a ich citlivosť

Presnosť rádioaktívnych meraní závisí predovšetkým na presnosti a spoľahlivosti použitých meracích prístrojov. Preto boli vyvinuté špeciálne prístroje, ktoré zisťujú už veľmi malé rozdiely v intenzite žiarenia, pracujú s veľmi dobrou reproduktívnosťou. V týchto prístrojoch sa používa väčšinou ionizačných komôr.

Aby sme dosiahli údaje čo najpresnejšie, nezosiľujeme obvykle celý ionizačný prúd, ale kompenzujeme toto napätie konštantným zrovnávacím napätím a zosiľujeme len rozdiel oboch napätí.

Citlivosť S rádioizotopných meracích prístrojov pre meranie plošnej hmotnosti býva definovaná vzťahom :

$$S = \frac{\frac{dI}{I}}{\frac{dm}{m}} \quad /11.6./$$

Presnosť merania je určená niekoľkými zdrojmi chýb, ktoré môžu byť rozdelené do štyroch skupín :

1. Chyba spôsobená rádioaktívnym rozpadom mechanickou nestabilitou a zmenami účinnosti detektoru a zisku zosiľovača.

Tieto chyby sú úmerné veľkosti toku jadrového žiarenia a vyjadrujú sa ako

$k_1 \cdot I$, kde k_1 je konštanta.

2. Chyby vplyvom štatistickej fluktuácie toku jadrového žiarenia.

Tieto chyby sú úmerné $\sqrt{I}$ a sú vyjadrené ako $k_2 \cdot \sqrt{I}$.

3. Chyby spôsobené posuvom nuly, ktoré nezávisia na veľkosti toku jadrového žiarenia a môžu byť vyjadrené konštantou k_3 .

4. Chyby spôsobené prítomnosťou ostatných absorbujúcich materiálov / napr. prach/.

Voľba optimálnej energie žiariča bola diskutovaná niekoľkými autormi /1./ a rozdiely sú spôsobené prevažne vplyvom odlišne definovanej citlivosti. Avšak nižšie uvedený postup bol univerzálne prijatý.

Pre homogénny materiál o plošnej hmotnosti m a hmotnostnom súčiniteli zoslabenia zväzku žiarenia beta μ zo vzťahu /11.1./ plynie, že :

$$S = \left(\frac{\frac{dI}{I}}{\frac{dm}{m}} \right) = \mu \cdot m \quad /11.7./$$

Odtiaľ pre relatívnu chybu meranej veličiny m plynie :

$$\left(\frac{dm}{m} \right) = - \frac{1}{\mu \cdot m} \cdot \left(\frac{dI}{I} \right) \quad /11.8./$$

Z toho vyplýva, že je úmerná relatívnej chybe výstupného signálu.

Relatívnu chybu meranej veličiny odpovedajúcu prvým trom z uvedených chýb možno vyjadriť nasledujúcim spôsobom.

Relatívna proporcionálna chyba $dI/I = k_1 \cdot I$ je daná vzťahom :

$$\left(\frac{dm}{m} \right)_{\text{prop.}} = \frac{k_1}{\mu \cdot m} \quad /11.9./$$

Táto chyba sa znižuje so zvyšujúcou sa veľkosťou hmotnostného súčiniteľa zväzku žiarenia.

Relatívna štatistická chyba spôsobená vplyvom štatistickej fluktuácie toku jadrového žiarenia $dI/I = k_2 \cdot \sqrt{I}$ je vyjadrená vzťahom :

$$\left(\frac{dm}{m} \right)_{\text{stat.}} = \frac{\frac{\mu \cdot m}{k_2 \cdot \exp.^2}}{\mu \cdot m \cdot \sqrt{I_0}} \quad /11.10./$$

a nadobúda minimálne hodnoty pre $\mu \cdot m = 2$.

Relatívna chyba spôsobená posuvom nuly $/dl = k_3/$ je vyjadrená vzťahom :

$$\left(\frac{dm}{m} \right)_{\text{nula}} = \frac{k_3 \cdot \exp^{\mu \cdot m}}{\mu \cdot m \cdot I_0} \quad /11.11./$$

Táto chyba nadobúda minimálne hodnoty pre $\mu \cdot m = 1$.

11. 1.5. Hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia

S prihliadnutím k uvedeným trom základným chybám, ktoré sú vyjadrené vzťahmi /11.9./, /11.10./ a /11.11/, sa pre praktické meranie doporučuje voliť hodnotu hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia tak, aby platila : $0,3 \leq \mu \cdot m \leq 3$

Z tohto vzťahu vyplýva, že najlepších výsledkov meraní plošnej hmotnosti materiálov v rozmedzí $0,050 - 0,300 \text{ /kg} \cdot \text{m}^{-2}$ / možno zistiť použitím takého žiariča, ktorého hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia sa bude pohybovať v intervale $10^{-6} - 60 \cdot 10^{-6} \text{ /m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ /.

Veľkosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta možno orientačne uvažovať podľa maximálnej energie použitého žiariča $E_{\text{max}} \text{ /MeV/}$ na základe empirického vzťahu :

$$\mu = \frac{22}{E_{\text{max}}^{1,33}} \quad /11.12./$$

Tento vzťah však nevyjadruje vplyv atomového čísla absorbného prostredia na hodnotu hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta a tak isto nerešpektuje vplyv geometrického usporiadania radiačného a detekčného systému.

Vplyv vzdialenosti meraného materiálu od kolimačného krytu na veľkosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta pri konštantnej vzdialenosti zdroja žiarenia od detektora je sledovaný v práci /2./.

Výsledkov tejto práce vyplýva, že veľkosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta s rastúcou vzdialenosťou meraného materiálu od kolimačného

krytu monotónne klesá v dôsledku čoho klesá i citlivosť merania plošnej hmotnosti materiálov.

Vplyv atómového čísla absorbočného prostredia na veľkosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta bol sledovaný naor. v prácach /3.,4./. Podľa práce /3./ je závislosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta na atómovom čísle Z vyjadrená nasledovne :

$$\mu/Z = 15,2 \cdot \frac{Z^3}{A} \cdot E^{-1,485} \quad /11.13./$$

kde :

A ... atómová hmotnosť

Z ... atómové číslo

E ... energia žiariča

Podľa práce /4./ platí pre vyjadrenie závislosti hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta na atómovom čísle vzťah :

$$\mu/Z = C \cdot \exp \frac{1}{8} \sqrt{Z} \quad /11.14./$$

kde :

Z ... atómové číslo

C ... konštanta nezávislá na atómovom čísle Z

Oba tieto vzťahy boli odvodené experimentálne zo zistených hodnôt pre absorbujúce materiály tvorené čistými elementami.

Pri zoslabení zväzku žiarenia beta zloženými z niekoľkých prvkov je možné absorbočné prostredie charakterizovať prostredníctvom stredného atómového čísla, ktoré klesá v súlade s výsledkami uvedenými v práci /3./ je možné vyjadriť vzťahom :

$$\bar{Z} = \sum p_i \cdot Z_i \quad /11.15./$$

kde :

$\bar{Z}$... stredné atómové číslo

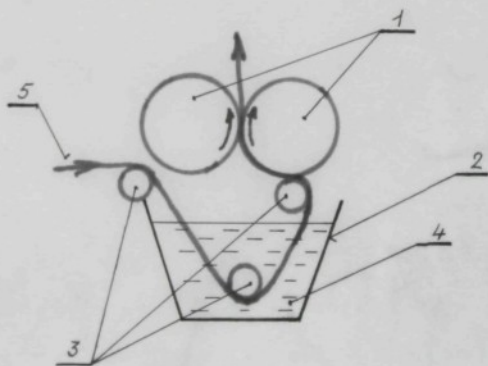
Z_i ... atómové číslo i - tej komponenty

D_i ... hmotnostný podiel i - tej komponenty

11. 2. Kľacovanie na ťulári

Farbiaci ťulár patrí v súčasnej dobe medzi najrozšírenejšie strojové zariadenie v prevádzkach zušľachtovania plošných textílií a je súčasťou mnohých kontinuálnych a polokontinuálnych zušľachtovacích a predovšetkým farbiacich líní.

Pomocou ťuláru možno farbiť i husto dostavenú tkaninu na svetlé aj tmavé odtiene. Rôzne konštrukcie ťuláru sa od seba môžu líšiť, napr. usporiadaním a počtom ťdímáclí valcov, tvarom korýtká, počtom vodiacich valčekov.



Obr. 11.1. Základné schéma dvojvalcového ťuláru

1 ... ťdímáclí valce

2 ... korýtko / ťľab /

3 ... vodiáclí palčeky

4 ... farbiáclí lázeň

5 ... plošná textília

Použitím fuláru sú splnené dve funkcie :

- 1/ Impregnačná, kedy textília prechádza farbiacou láznou / alebo inou zušľachtovacou láznou /
- 2/ Odmačkávacia, kedy valce fuláru odstraňujú prebytok lázne z textílie a zaistujú, aby v každej plošnej jednotke textílie bolo rovnaké množstvo naklčovanej lázne.

11. 2.1. Stupeň odmačky

Pri použití fuláru sa množstvo zadržanej zušľachtovacej lázne v textílii vyjadruje ako stupeň odmačky. Suchá textília kľocovaná na fulári prijíma časť lázne a časť sa vracia do korýtka. Množstvo lázne zadržanej textíliou sa vyjadruje v percentách z hmoty tkaniny pred nakľocovaním a označuje sa ako stupeň odmačky, čo vyjadruje vzťah :

$$o = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \% \quad /11.16./$$

kde :

o ... stupeň odmačky

m_1 ... pôvodná hmotnosť textílie / pred kľocovaním /

m_2 ... hmotnosť textílie po nakľocovaní a odmačknutí

11. 2.2. Závislosť medzi zoslabením zväzku žiarenia beta a stupňom odmačky

Závislosť toku žiarenia na množstve nanesej lázne na textíliu zo vzťahu /11.1./ možno vyjadriť takto :

$$I_t = I_s \cdot \exp - \frac{\alpha_b \cdot D \cdot m_s}{100} \quad /11.17./$$

odtiaľ po úprave plynie vzťah pre stanovenie hmotnostného súčiniteľa zoslabenia farbiva :

$$\mu_b = \frac{100}{o \cdot m_s} \cdot \ln \frac{I_s}{I_t} \quad /11.18./$$

kde :

μ_b ... hmotnostný súčiniteľ zoslabenia farbiva / $m^2 \cdot kg^{-1}$ /

o ... stupeň odmačky / % /

m_s ... plošná hmotnosť neofarbenej textílie / $kg \cdot m^{-2}$ /

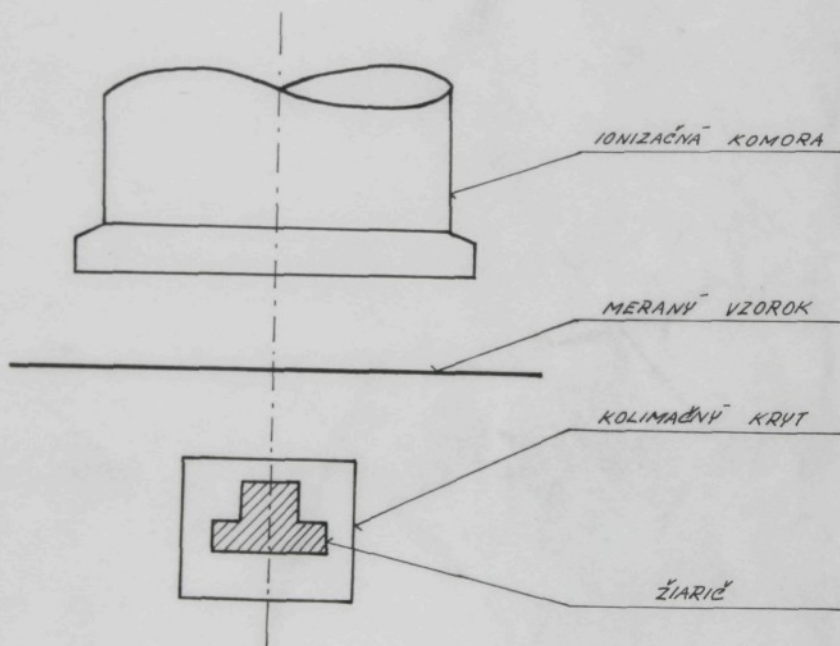
I_s ... výstupný signál odpovedajúci zoslabeniu zväzku žiarenia beta po prechode neofarbenou textíliou / V /

I_t ... výstupný signál odpovedajúci zoslabeniu zväzku žiarenia beta po prechode ofarbenou textíliou / V /

III. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

III.1. Použitý rádioizotopný merací prístroj

Vlastné meranie plošnej hmotnosti textílií prežiarovacou metódou bolo uskutočnené na zariadení, ktoré schématicky znázorňuje obrázok III.1.



Obr. III.1. Schéma zariadenia pre meranie plošnej hmotnosti textílií

Ako zdroj žiarenia beta bol použitý ^{85}Kr o maximálnej energii častíc beta $E_{\text{max}} = 0,67 \text{ MeV}$ a polčase rozpadu $T_{1/2} = 10,7$ rokov. Aktivita žiariča bola približne 370 MBq . Použitý žiarič bol vyrobený anglickou firmou Radiochemical Centre Amersham a v kóde výrobcu je značený ako KAC.3. Pri meraní bol žiarič umiestnený v trojdielnom kolimačnom kryte.

Zväzok žiarenia bol vyclonený tak, aby priemer zväzku žiarenia beta v mieste dopadu na vstupné okienko detektora bol rovný priemeru okienka pri vzdialenosti od kolimačnej časti k opornej maske okienka detektora $h = 60 \text{ mm}$. Vzdialenosť detektora od kolimačného krytu bola volená v súlade s doporučeniami uvedenými v práci /5./.

K detekcii žiarenia bola použitá ionizačná komora IKP 150/80. Ionizačná komora sa skladá z ocelového plášťa, na čele ktorého bolo umiestnené okienko z hliníkovej fólie chránené vekom s otvormi. Plošná hmotnosť okienka bola

$\leq 26 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$. Pracovnou náplňou ionizačnej komory bol argón o absolútnom tlaku $0,2 \text{ MPa}$.

Pre zosilnenie ionizačného prúdu bol podľa schématu uvedeného v práci /6./ zostavený jednosmerný elektromer s integrovaným operačným zosilňovačom MAA 725B a dvojicou MOS tranzistorov KC 507 vo vstupnom obvode. Zisk elektrometra bol spätou väzbou nastavený tak, že v popísanom geometrickom usporiadaní kolimačného krytu a detekčnej časti bolo jeho výstupné napätie pre zväzok žiarenia beta zoslabením len priechodom vzduchovou vrstvou medzi žiaričom a detektorom $I_0 = 4,2 \text{ V}$.

Výstupné napätie s elektrometra bolo merané digitálnym voltmetrom IDV 1200.

III.2. Príprava vzorkov textílií pre meranie

Pre vlastné meranie boli k dispozícii tri druhy textilného materiálu. Z každého druhu textílie bolo na vyrezávacom lise pripravených 18 vzorkov kruhového prierezu s priemerom $d = 11,28 \text{ cm}$, teda o ploche 100 cm^2 .

Vzorky každého z troch druhov materiálu boli rozdelené do dvoch skupín po deviatich vzorkoch, pretože v ďalšom postupe bol každý druh textelného materiálu farbený dvomi farbiacimi lážňami.

Plošná hmotnosť bola určená vážením na analytických váhach a z plošných hmotností jednotlivých vzorkov bola aritmetickým priemerom stanovená priemerná plošná hmotnosť $\overline{m}_1 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ pre jednotlivé skupiny textilných materiálov. Prehľad použitých druhov textilného materiálu, ich rozdelenie do skupín a zodpovedajúcich hodnôt priemerných plošných hmotností poskytuje tabuľka III.1.

Skupina vzorkov	Druh textílie	Typ plošnej textílie	Priemerná plošná hmotnosť $\overline{m}_1 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$
1.	ba	tkanina	0,15995
2.	ba	tkanina	0,16148
3.	PES	pletenina	0,18643
4.	PES	pletenina	0,18648
5.	ba/PES	tkanina	0,16531
6.	ba/PES	tkanina	0,16547

Tabuľka III.1. Prehľad textílií použitých pre meranie

V prípade vzorkov z bavlny a zo zmesi bavlny a polyésteru sa jednalo o tkaniny s jednoduchou plátňovou väzbou a u vzorkov z polyesteru sa jednalo o pleteninu so záťažnou obojličnou väzbou - interlokovou.

U zmesového materiálu ba/PES bolo stanovené kvantitatívne zloženie zmesi tzn., že boli na základe experimentálnych meraní jemnosti bavlnených a polyesterových vlákien a ich početných percent výskytu v danej zmesi určené hmotnostné percentá oboch komponent v zmesi ba/PES. Bola určená tzv. manipulácia zmesi. Toto stanovenie bolo uskutočnené podľa ČSN 800067 /"Stanovenie podielu textilných vlákien v zmesiach"/. Z výsledkov vyplýva, že sa jednalo o zmes :

osnova 35,55 ba/64,45 PES

útok 41 ba/59 PES

III.3. Zloženie farbiacich lázní

Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole III.2., vzorky každého z troch druhov textilného materiálu boli rozdelené do dvoch skupín. Každá skupina vzorkov bola farbená farbiacou láznou odlišného zloženia.

Nasledujúci prehľad poskytuje informácie o ich zložení. Pri jednotlivých láznach sú uvedené i materiály a skupiny vzorkov nimi farbené. Sú zoradené podľa poradia tak, ako bolo s nimi pri ďalších meraniach uskutočňované farbenie jednotlivých skupín vzorkov.

ba - 1. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostazinové H - farbivo, bola použitá Ostazinová brilantná modrá H - BR

50 - 200 g/l /20g/ močovina

20 g/l /4g/ sóda kalciovaná

teplota klocovania : 30°C

ba - 2. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostazinové H - farbivo, bola použitá Ostazinová brilantná červená H - B

2 - 5 g/l /1g/ Tiskan

50 - 100 g/l /10g/ alginátová zähustka

20 g/l /4g/ sóda kalciovaná

50 - 200 g/l /20g/ močovina

teplota klocovania : 30°C

PES - 3. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostacetové farbivo, bola použitá Ostacetová brilantná červená E - LB

0,2 - 0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

35 - 45 g/l /8g/ Sokrat /záhustka na bázy kyseliny metakrylovej/

pH 6 - 6,5 kyselinou octovou

teplota klocovania : 20°C

PES - 4. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostacetové farbivo, bola použitá Ostacetová brilantná modrá E - LR

0,2 - 0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

35 - 45 g/l /8g/ Sokrat

pH 6 - 6,5 kyselinou octovou

teplota klocovania : 20°C

ba/PES - 5. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostacetové farbivo, /pre podiel PES/ - Ostacetová brilantná modrá E - LR

40 g /l /8g/ ostazinové farbivo /pre podiel ba/ - Ostazinová brilantná modrá H - BR

50 - 100 g/l /10g/ močovina

30 g/l /6g/ Sokrat

10 - 20 g/l /3g/ sóda kalciovaná

5 - 10 g/l /1g/ Tiskan

0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

teplota klocovania : 20°C

ba/PES - 6. skupina vzorkov

40 g/l /8g/ ostacetové farbivo /pre podiel PES/ - Ostacetová brilantná červená E-LB

40 g/l /8g/ ostazinové farbivo /pre podiel ba/ - Ostazinová brilantná červená H-B

50 - 100 g/l /10g/ močovina

30 g/l /6g/ Sokrat

10 - 20 g/l /3g/ sôda kalciovaná

5 - 10 g/l /1g/ Tiskán

0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

teplota klocovania : 20°C

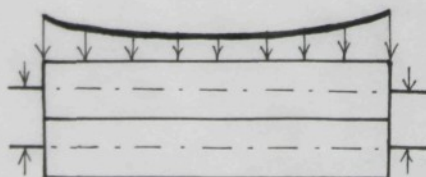
Pre jednotlivé skupiny vzorkov textilného materiálu bolo pred každým meraním pripravený 200 /ml/ farbiacej lázne. Obsah jednotlivých zložiek farbiacich lázní uvedených v prehľade bol prepočítaný na uvedené pripravované množstvo farbiacej lázne. Tieto hodnoty sú uvedené v zátvorkách.

III.4. Použitý fulár

Pri vlastnom farbení boli vzorky naklocované v príslušnom type lázne a odmačkané medzi valcami fuláru. Povrch valcov fuláru bol zo špeciálnej pryže. Spodný valec uložený v ložiskách bol aktívne poháňaný. Vrchný valec sa dostával do styku so spodným valcom pákou a jeho pohyb bol vyvolaný tým, že bol k spodnému vliacu priťahovaný.

Prítlak medzi valcami bol vyvolaný stačeným vzduchom a jeho hodnota sa dala zistiť.

Obrázok III.2. Znázorňuje rozloženie prítlaku v vstykovej ploche valcov fuláru.



Obr. III.2. Rozloženie prítlaku v vstykovej ploche valcov fuláru

III. 4.1. Stanovenie závislosti stupňa odmačky na prítlaku vyvođenom medzi valcami fuláru

K uskutočneniu vlastného merania bolo nutné zistiť závislosť stupňa odmačky na prítlaku vyvođenom medzi valcami fuláru. Táto závislosť bola zisťovaná pre každý druh materiálu. K meraniu boli použité vzorky uvedených troch druhov materiálu o rovnakých rozmeroch ako vzorky popísané v kap. III.2.

Je nutné uviesť, že z každého druhu nebol k dispozícii rovnaký počet vzorkov pre toto meranie. U každého zo vzorkov daného druhu bola na analytických váhach zistená hmotnosť m_1 /g/.

Závislosť bola zisťovaná pri jednotlivých druhoch materiálu ich farbením v láznach uvedených v kap. III.3. Jeden druh materiálu bol farbený iba jednou z lázní, čo je následne uvedené.

ba :

40 g/l /8g/ Ostazinová brilantná modrá H - BR

50 - 200 g/l /20g/ močovina

20 g/l /4g/ sóda kalciovaná

teplota klocovania : 30°C

PES :

40 g/l /8g/ Ostacetová brilantná červeň E - LB

0,2 - 0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

35 - 45 g/l /8g/ Sokrat

pH 6 - 6,5 kyselinou octovou

teplota klocovania : 20°C

ba/PES :

40 g/l /8g/ Ostacetová brilantná modrá E - LR

40 g/l /8g/ Ostazinová brilantná modrá H - BR

50 - 100 g/l /10g/ močovina

30 g/l /6g/ Sokrat

10 - 20 g/l /3g/ sóda kalciovaná

5 - 10 g/l /1g/ Tiskan

0,5 g/l /0,1g/ Slovasol 0

Teplota klocovania : 20°C

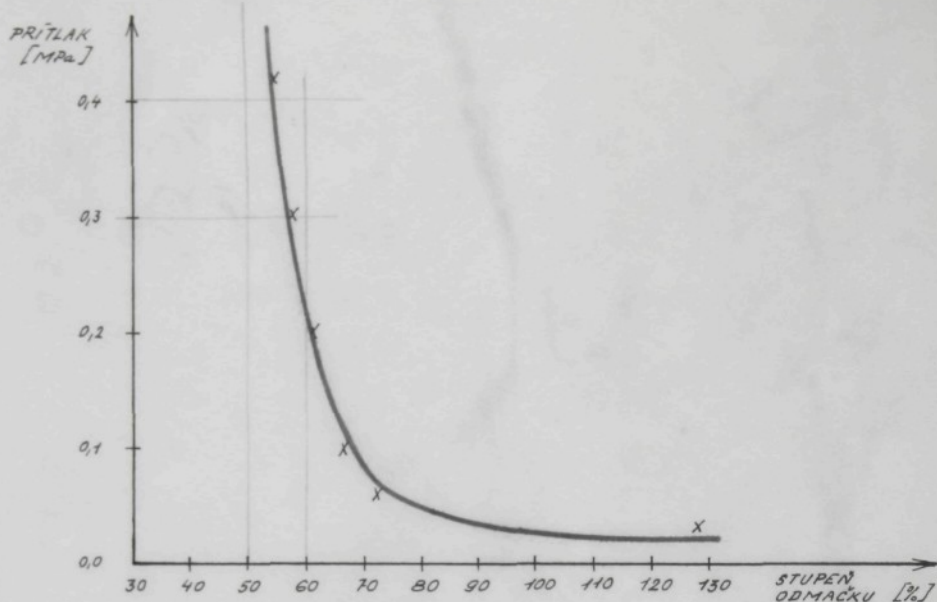
Každý vzorok daného druhu textílie bol naklocovaný v príslušnej lázni a odmačknutý medzi valcami fuláru, ktorých prítlak bol menený po odmačknutí každého vzorku. V zápätí po opustení vzorku valce fuláru boli zapnuté šľapky, aby bolo možné zistiť dobu, potrebnú na stanovenie hmotnosti vzorku na analytických váhach. Takto zistený čas, ktorý uplynul od okamžiku opustenia ofarbenej textílie valce fuláru po odčítanie hmotnosti na analytických váhach, bol potom dodržiavaný pri určovaní plošnej hmotnosti a stupňa odmačky pri ďalšom meraní tzn., že pri vlastnom meraní bola plošná hmotnosť určovaná po uplynutí jednotného časového intervalu u každého ofarbeného vzorku.

Tabuľka III.2. Poskytuje hodnoty prítlaku a na ňom závislé hodnoty odmačky pri všetkých troch druhoch materiálov, ktoré boli farbené láznami uvedenými v tejto kapitole.

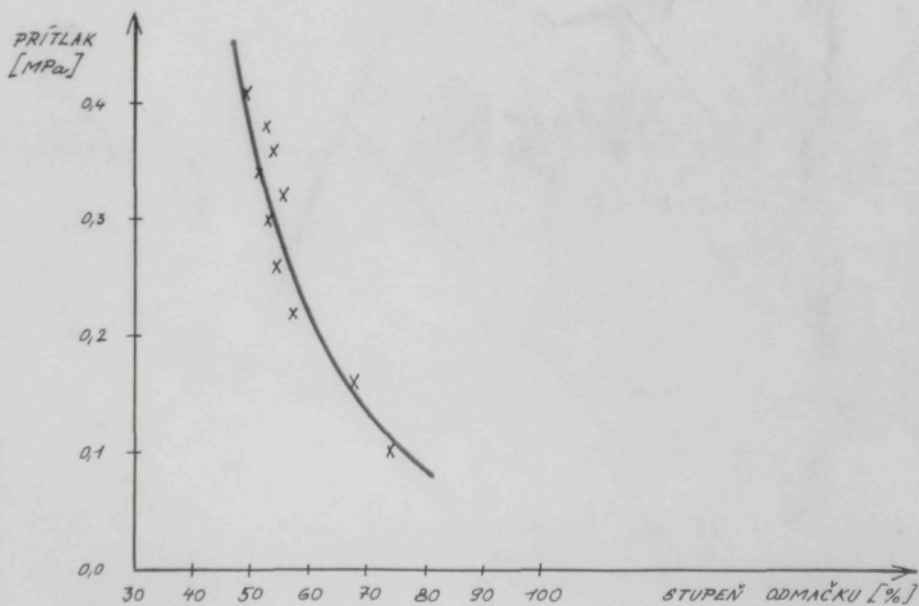
Materiál	Vzorek	Prítlak /MPa/	Stupeň odmačky /%/
ba	1.	0,42	54,8
	2.	0,3	57,99
	3.	0,2	61,63
	4.	0,1	67,63
	5.	0,06	72,6
	6.	0,03	127,9
PES	1.	0,41	48,91
	2.	0,38	52,7
	3.	0,36	53,91
	4.	0,34	51,46
	5.	0,32	55,56
	6.	0,3	53,02
	7.	0,26	54,5
	8.	0,22	57,13
	9.	0,16	68,15
	10.	0,1	73,92
ba/PES	1.	0,34	36,69
	2.	0,28	38,21
	3.	0,24	40,26
	4.	0,20	39,55
	5.	0,15	42,71
	6.	0,1	47,45
	7.	0,06	51,35
	8.	0,03	68,37

Tab. III.2. Hodnoty prítlaku a na ňom závislé hodnoty stupňa odmačky pre jednotlivé materiály

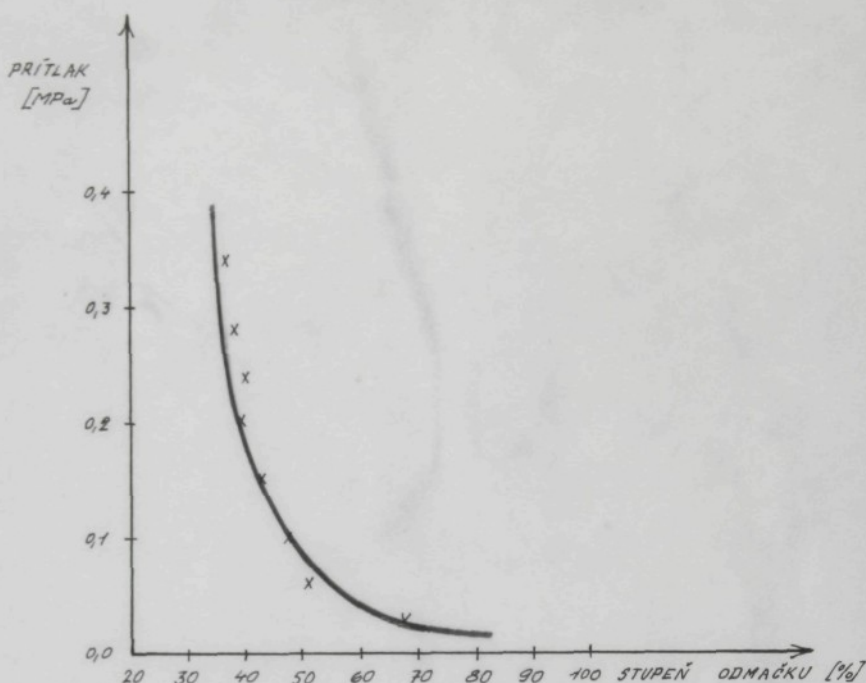
Grafické vyjadrenie tejto závislosti poskytujú nasledovné grafy
III.1., III.2., III.3.



Graf III.1. Zistená závislosť pre bavlnu



Graf III.2. Zistená závislosť pre PES



Graf III.3. Zistená závislosť pre ba/PES

Z uvedených závislostí priebehu stupňa odmačky na hodnote prítlaku vyvolanom medzi valcami fuláru bude možné pri ďalšom meraní určiť hodnotu prítlaku, ktorý je nutné vyvolať medzi valcami fuláru, aby bola dosiahnutá vopred stanovená hodnota stupňa odmačky pri vzorkoch jednotlivých druhov materiálu. Na základe zistených hodnôt v tabuľke III.2. a grafických závislostí III.1., III.2., III.3. možno vysloviť nasledovné konštatovanie, že čím väčší je prítlak medzi valcami, tým nižšia je príslušná hodnota stupňa odmačky.

Ďalším zistením je, že zmena hodnoty prítlaku medzi valcami v rozmedzí vyšších hodnôt vyvoláva malé zmeny v hodnotách stupňa odmačky. V oblasti nižších hodnôt prítlaku dochádza k veľkým zmenám hodnoty stupňa odmačky už pri veľmi malej zmene prítlaku.

Takýto trend možno pozorovať u všetkých troch uvedených materiálov, čo komplikovalo pri ďalšom meraní po technickej stránke nastavenie prítlaku tak, aby medzi

jeho dvoma nastavenými hodnotami bola zmena stupňa odmačky približne o rovnakú hodnotu.

III.5. Meranie plošnej hmotnosti textílií prežiarovacou metódou

Vlastné meranie plošnej hmotnosti prežiarovacou metódou bolo nutné určiť tak, aby bolo možné stanoviť hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia beta po priechode neofarbeným materiálom a v zápätí po ofarbení vzorku na fulári zistiť po priechode zväzku žiarenia beta ofarbeným vzorkom stupeň odmačky, ktorý bol definovaný v kap. II.2.1. Závislosť zoslabenia zväzku žiarenia beta na množstve nanese-nej lázne bola vyjadrená vzťahom / II.17. /. Stupeň odmačky pre jednotlivé merané materiály závisí na veľkosti prítlaku. O tejto závislosti pojednáva kap. III.4.1.

Z uvedených výsledkov vyplýva, že zoslabenie zväzku žiarenia beta je kombinovaným účinkom neofarbenej textílie a množstva nanese-nej lázne na textíliu.

Pri meraní boli vzorky v meracom priestore voľne kladené na nosnú mriežku z tenkej silónovej nite uchytenú v obĺžnikovom ráme.

Vzdialenosť vzorku od kolimačného krytu bola volená tak, aby prierez zväzku žiarenia beta v mieste priechodu meraným materiálom bol vždy menší než plocha vzorku. Pre zaistenie optimálnych výsledkov je vhodné, aby prierez zväzku žiarenia beta nebol podstatne menší než priemer vzorku. Uvedená úvaha vyplýva z práce / 12. /.

III.5.1. Postup merania

Pre dosiahnutie dobrej reprodukovateľnosti výsledkov bolo meracie zariadenie pred vlastným meraním zapnuté 1 1/2 hodiny. Táto doba bola postačujúca pre ustálenie parametrov elektrometra.

Pri presnom nastavení voltmetra podľa priloženého návodu bola zmeraná úroveň výstupného signálu zväzku žiarenia beta pre dokonale tienený žiarič /pozadie detektora/ I_p /V/ a veľkosť výstupného signálu zväzku žiarenia beta zoslabeného len prie-

chodom vzduchovou vrstvou medzi zdrojom žiarenia beta a detektorom I_{of} /V/. Uvedené hodnoty výstupných napätí boli merané vždy päťkrát v desaťsekundových intervaloch.

Po týchto operáciách bolo uskutočnené vlastné meranie so vzorkami, ktorých príprava a rozdelenie do skupín je uvedená v kap. III.2.

Vzorok bol odvážený na analytických váhach a potom položený na vyznačené miesto nosnej mriežky meracieho zariadenia. Na voltmetri bola odčítaná hodnota výstupného signálu odpovedajúca zoslabeniu zväzku žiarenia beta po priechode neofarbenou textíliou I_{sf} /V/. V zápätí bol meraný vzorok príslušného textilného materiálu kľocovaný v lázni podľa rozpisu uvedenom v kap. III.3. a po nakľocovaní vzorku bolo z neho odčísané prebytočné množstvo lázne medzi valcami fuláru pri nastavenej hodnote prítlaku. Po opustení vzorku valce fuláru boli zapnuté stopky a na analytických váhach zistená hmotnosť príslušného vzorku. Hodnota hmotnosti bola odčítaná u všetkých vzorkov až po uplynutí jednotného časového intervalu, viď.kap.III.4.1. Vzorok bol opäť položený na vyznačené miesto nosnej mriežky a bola odčítaná hodnota výstupného signálu odpovedajúca zoslabeniu zväzku žiarenia beta po priechode ofarbenou textíliou I_{tf} /V/.

Prítlaky boli nastavované na základe experimentálnych zistení, o ktorých pojednáva kap. III.4.1. tak, že pri farbení daného druhu materiálu príslušnou láznou boli vyvedené tri rôzne veľkosti prítlaku a pri každom z nich boli odmačknuté tri vzorky daného materiálu ofarbené príslušnou láznou.

Hodnoty výstupných signálov zväzku žiarenia beta odpovedajúce zoslabeniu : po priechode vzduchovou vrstvou I_{of} /V/, po priechode vzorkom neofarbenej textílie I_{sf} /V/ a po priechode vzorkom ofarbenej textílie I_{tf} /V/ boli pri každom vzorku merané päťkrát v desaťsekundových intervaloch. Z týchto hodnôt boli potom určené priemerné hodnoty uvedených výstupných signálov $\bar{I}_{of}$, $\bar{I}_{sf}$, $\bar{I}_{tf}$ /V/.

Hodnota výstupného signálu zväzku žiarenia beta pre dokonale tienený žiarič I_f /V/ bola päťkrát odčítavaná v desaťsekundových intervaloch vždy pred začatím merania príslušnej skupiny vzorkov i po skončení merania. Z týchto desiatich hodnôt

bola potom stanovená stredná hodnota výstupného signálu zväzku žiarenia beta pre dokonale tienený žiarič $\bar{I}_f / V$.

III. 5.2. Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt

V tabuľke III.3. je uvedený prehľad priemerných plošných hmotností jednotlivých skupín vzorkov pred farbením $\overline{m}_s / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ a priemerných plošných hmotností jednotlivých skupín vzorkov po ofarbení $\overline{m}_t / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ príslušným druhom farbiacej lázne.

Skupina vzorkov	Materiál	$\overline{m}_s / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$	$\overline{m}_t / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$
1.	ba	0,1599	0,2852
2.	ba	0,1615	0,2858
3.	PES	0,1864	0,2976
4.	PES	0,1865	0,3019
5.	ba/PES	0,1653	0,2394
6.	ba/PES	0,1655	0,2426

Tabuľka III.3. Priemerné plošné hmotnosti jednotlivých skupín vzorkov

V tabuľkách III.4., III.5., III.6., III.7., III.8., III.9. sú namerané a vypočítané hodnoty pre jednotlivé skupiny meraných vzorkov.

ba $\overline{T}_f = - 0,0046$					
Prítlak /MPa/	$\overline{T}_0 / \text{V/}$	$\overline{T}_s / \text{V/}$	$\overline{T}_t / \text{V/}$	$\ln \frac{\overline{T}_0}{\overline{T}_t}$	$\sigma_s / \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$
0,1	3,6640	2,4802	1,9036	0,39021	2,3852
	3,6604	2,4914	1,9296	0,38472	2,4067
	3,6668	2,5346	2,0028	0,36928	2,3734
0,08	3,6610	2,4960	1,8934	0,38305	2,3945
	3,6616	2,4948	1,8834	0,38369	2,4132
	3,6592	2,4770	1,8970	0,39019	2,4109
0,06	3,6620	2,4950	1,7984	0,38371	2,4053
	3,6618	2,5062	1,7974	0,37919	2,3769
	3,6600	2,4868	1,8082	0,38647	2,4104

Tabuľka III.4. Namerané a vypočítané hodnoty pre 1. skupinu vzorkov

ba $\bar{T}_f = + 0,0031$					
Prítlak /MPa/	$\bar{T}_0/V/$	$\bar{T}_s/V/$	$\bar{T}_t/V/$	$\ln \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_s}$	$\mu_s/m^2 \cdot kg^{-1}/$
	3,6437	2,4787	1,9145	0,38526	2,3682
0,12	3,6421	2,5073	1,9025	0,37335	2,3631
	3,6367	2,4743	1,8827	0,38512	2,3602
	3,6401	2,4711	1,8209	0,38735	2,3816
0,1	3,6393	2,4737	1,8477	0,38608	2,3962
	3,6365	2,4625	1,8517	0,38984	2,3752
	3,6425	2,4921	1,8357	0,37954	2,4043
0,08	3,6395	2,4625	1,8155	0,39067	2,4211
	3,6361	2,4673	1,8443	0,38779	2,3879

Tabuľka III.5. Namerané a vypočítané hodnoty pre 2. skupinu vzorkov

PES $\bar{T}_f = - 0,0024$					
Prítlak /MPa/	$\bar{T}_0/V/$	$\bar{T}_s/V/$	$\bar{T}_t/V/$	$\ln \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_s}$	$\mu_s/m^2 \cdot kg^{-1}/$
	3,6214	2,3968	1,9810	0,41273	2,2862
0,4	3,6244	2,3922	1,9550	0,41548	2,2832
	3,6204	2,3348	1,8768	0,43866	2,2614
	3,6182	2,3904	1,8844	0,41452	2,2787
0,2	3,6222	2,3428	1,8136	0,43573	2,2858
	3,6168	2,3566	1,8444	0,42837	2,2783
	3,6178	2,3660	1,8264	0,42467	2,2529
0,14	3,6180	2,3626	1,8294	0,42616	2,2741
	3,6186	2,3726	1,8612	0,42210	2,2819

Tabuľka III.6. Namerané a vypočítané hodnoty pre 3. skupinu vzorkov

PES $\bar{T}_f = - 0,0018$					
Prítlak /MPa/	$\bar{T}_0/V/$	$\bar{T}_s/V/$	$\bar{T}_t/V/$	$\ln \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_s}$	$\mu_s/m^2 \cdot kg^{-1}/$
0,41	3,6164	2,3634	1,9368	0,42538	2,2993
	3,6188	2,3578	1,9306	0,42841	2,2923
	3,6180	2,3770	1,9608	0,42008	2,2905
0,2	3,6158	2,3930	1,9048	0,41277	2,2882
	3,6202	2,3612	1,8598	0,42736	2,2769
	3,6214	2,3478	1,8332	0,43338	2,2921
0,14	3,6158	2,3486	1,7820	0,43149	2,2887
	3,6124	2,3546	1,7726	0,42800	2,2811
	3,6118	2,3330	1,7686	0,43705	2,3038

Tabuľka III.7. Namerané a vypočítané hodnoty pre 4. skupinu vzorkov

ba/PES $\bar{T}_f = - 0,0016$					
Prítlak /MPa/	$\bar{T}_0/V/$	$\bar{T}_s/V/$	$\bar{T}_t/V/$	$\ln \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_s}$	$\mu_s/m^2 \cdot kg^{-1}/$
0,2	3,6178	2,4302	2,0454	0,39789	2,4118
	3,6206	2,4372	2,0550	0,39579	2,3869
	3,6168	2,4392	2,0616	0,39392	2,3989
0,12	3,6248	2,4330	2,0298	0,39867	2,4155
	3,6234	2,4190	2,0060	0,40406	2,4217
	3,6246	2,4398	2,0168	0,39583	2,4007
0,07	3,6204	2,4276	2,0008	0,39968	2,4092
	3,6272	2,4352	1,9878	0,39843	2,4067
	3,6258	2,4410	1,9704	0,39567	2,4042

Tabuľka III.8. Namerané a vypočítané hodnoty pre 5. skupinu vzorkov

ba/PES $\bar{T}_f = -0,0079$					
Prítlak /MPa/	$\bar{T}_0/V/$	$\bar{T}_s/V/$	$\bar{T}_t/V/$	$\ln \frac{\bar{T}_0}{\bar{T}_s}$	$\mu_s/m^2 \cdot kg^{-1}/$
0,21	3,6247	2,4433	2,0473	0,39442	2,3836
	3,6293	2,4347	2,0597	0,39922	2,4125
	3,6363	2,4405	2,0479	0,39876	2,4098
0,12	3,6299	2,4393	2,0137	0,39749	2,4021
	3,6313	2,4311	2,0157	0,40125	2,4248
	3,6287	2,4361	2,0009	0,39848	2,4081
0,07	3,6331	2,4303	1,9499	0,40207	2,4298
	3,6339	2,4337	1,9483	0,40089	2,4227
	3,6355	2,4427	1,9637	0,39764	2,4030

Tabuľka III.9. Namerané a vypočítané hodnoty pre 6. skupinu vzorkov

III. 5.3. Prehľad použitých vzťahov

Stredná hodnota výstupného signálu pre zvázok žiarenia beta zoslabený iba priechodom vzduchovou vrstvou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora :

$$\bar{I}_0 = \bar{I}_{0f} - \bar{I}_f \quad /V/$$

Stredná hodnota výstupného signálu odpovedajúceho zoslabeniu zvázku žiarenia beta po priechode neofarbenou textíliou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora :

$$\bar{I}_s = \bar{I}_{sf} - \bar{I}_f \quad /V/$$

Stredná hodnota výstupného signálu odpovedajúceho zoslabeniu zvázku žiarenia beta po priechode ofarbenou textíliou korigovaný vzhľadom k pozadiu detektora :

$$\bar{I}_t = \bar{I}_{tf} - \bar{I}_f \quad /V/$$

Hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zvázku žiarenia beta neofarbenej textílie :

$$\mu_s = \frac{1}{m_s} \cdot \ln \frac{\bar{I}_0}{\bar{I}_s} \quad /m^2 \cdot kg^{-1}/$$

m_s ... plošná hmotnosť vzorku textílie $/kg \cdot m^{-2}/$

IV. Experimentálne výsledky a diskusia

Predkladaná práca v podstate naväzuje na výsledky meraní uvedené v práci /9./. V tejto práci sa jej autor zaoberal zisťovaním závislosti hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta na strednom protónovom čísle plošného textilného materiálu. Pri určovaní tohto stredného protónového čísla bol braný v úvahu rovnovážny obsah vlhkosti obsiahnutý v textilii pri rádiometrickom meraní. Získané výsledky však nebolo možné vyjadriť jednoznačnou funkčnou závislosťou akú možno získať v podstate v širšom intervale stredných protónových čísel napr. pomocou fólií čistých kovov.

Znalosť uvedenej závislosti v rozsahu stredných protónových čísel odpovedajúcich obvyklým textilným materiálom jednozložkovým i zmesovým je rozhodujúcim hľadiskom pri posudzovaní možnosti určenia plošnej hmotnosti rôznych textilných materiálov.

Jednou z významných aplikačných možností rádiometrickej metódy založenej na zoslabení primárneho zväzku žiarenia beta je zisťovanie zušľachtovacej lázne nanesej na textíliu po odstránení nadbytočného množstva tejto lázne.

Predbežný teoretický rozbor možnosti zisťovania obsahu nánosov na plošných textíliách bol na základe niektorých zjednodušujúcich predpokladov uskutočnený v práci /12./. V tejto práci bolo predpokladané, že zoslabenie zväzku žiarenia beta je možné vyjadriť obvyklou exponenciálnou závislosťou a že hmotnostné súčinitele zoslabenia žiarenia beta textilného materiálu a zušľachtovacej lázne sú rovnaké.

Z meraní uskutočnených s preklepovým papierom o strednej plošnej hmotnosti približne $0,03 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ vyplýva, že zoslabenie zväzku žiarenia beta meraným materiálom je možné v rozsahu plošných hmotností od $0,115 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ do približne $0,3 / \text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ vyjadriť v obvyklom exponenciálnom tvare :

$$I = I_0 \cdot \exp^{-\mu \cdot m}$$

čo nám umožnilo v kapitole III.5.2. uskutočniť výpočet hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta použitého textilného materiálu podľa vzťahu :

$$\mu_s = \frac{1}{m_s} \cdot \ln \frac{I_0}{I_s}$$

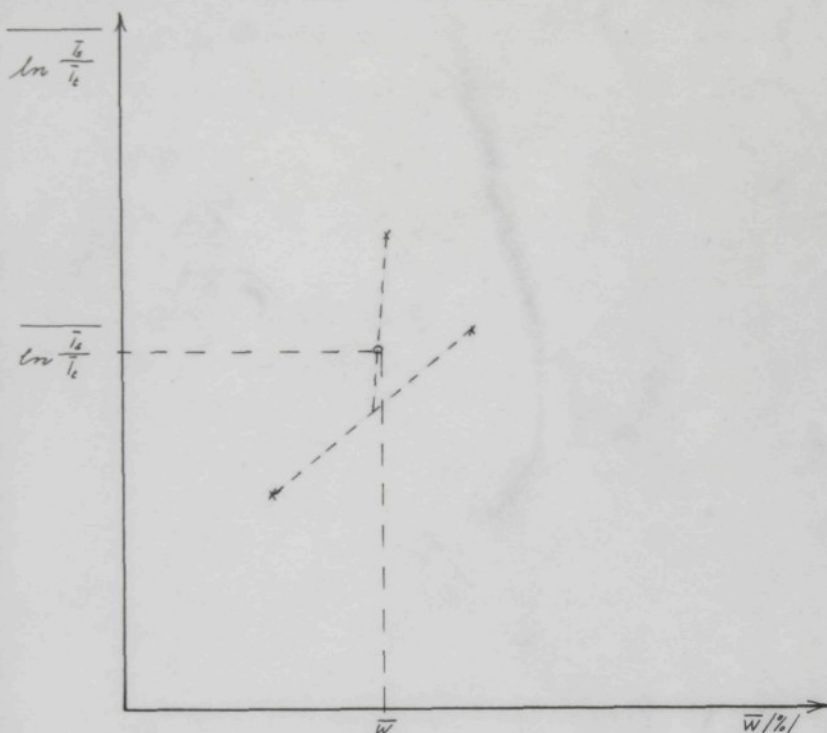
Takté vypočítané hodnoty μ_s sú pre jednotlivé skupiny vzorkov uvedené v tabuľkách III.4., III.5., III.6., III.7., III.8. a III.9. Z týchto hodnôt bol vypočítaný priemerný hmotnostný súčiniteľ zoslabenia zväzku žiarenia beta textilným materiálom a smerodatná odchýlka hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta textilným materiálom pre jednotlivé skupiny vzorkov. Tieto hodnoty sú uvedené v tabuľke IV.1.

Materiál	Skupina vzorkov	$\bar{\mu}_s / \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$	$\sigma_{\mu_s} / \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$
ba	1.	2,3974	0,0154
ba	2.	2,3842	0,0203
PES	3.	2,2758	0,0114
PES	4.	2,2903	0,0082
ba/PES	5.	2,4062	0,0102
ba/PES	6.	2,4107	0,0141

Tabuľka IV.1. Hodnoty stredného hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta a smerodatnej odchýlky hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta

Aj keď určenie μ_s nebolo hlavným cieľom tejto diplomovej práce, aj tak dosiahnuté výsledky potvrdzujú predpoklad o závislosti hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta textilného materiálu na strednom protónovom čísle charakterizujúcom textilný materiál, čo bolo predmetom práce /9./.

Hlavným cieľom meraní bolo určenie hmotnostných súčiniteľov charakterizujúcich jednotlivé farbiace lázne μ_b , ktoré bolo možné určiť obdobným spôsobom ako hodnoty μ_s . Vzhľadom k tomu, že týmto spôsobom určované hodnoty μ_b vykazovali značný rozptyl, bol výpočet uskutočnený tak, že pre jeden prítlak boli tri nezávislé merania nahradené jedným. Tento spôsob ustrednenia troch hodnôt stupňa odmačku pri jednom prítlaku obecne znázorňuje obrázok IV.1.



Obr. IV.1. Spôsob nahradenia troch nezávislých meraní stupňa odmačky pri jednom prítlaču jedným bodom

Z obrázka IV.1. vyplýva, že jedna trojica experimentálnych bodov bola nahradená jedným bodom, ktorému odpovedá stredná hodnota stupňa odmačky $\bar{w} \text{ / \% /}$ a stredná hodnota logaritmu pomerov $\frac{\bar{I}_s}{\bar{I}_t}$.

Na základe takto získaných hodnôt bola metódou najmenších štvorcov určená najpravdepodobnejšia hodnota α_b , čo ukazuje naznačený postup :

$$\ln \frac{\bar{I}_s}{\bar{I}_t} = \frac{\bar{\alpha}_b \cdot \bar{w} \cdot \bar{m}_s}{100}$$

kde :

$$\frac{\overline{\sigma}_b \cdot \overline{m}_s}{100} = k$$

$$\ln \frac{\overline{I}_s}{\overline{I}_t} = y_i \quad \text{a} \quad \overline{w} = x_i$$

y_i ... stredná hodnota logaritmu pomerov $\frac{\overline{I}_s}{\overline{I}_t}$ pri i - tej hodnote prítlaku

pri meraní vzorkov rovnakého druhu textilného materiálu jednou zušľachtávacou láznou

x_i ... stredná hodnota stupňa odmažku pri i - tom prítlaku pri meraní vzorkov rovnakého druhu textilného materiálu jednou zušľachtovacou láznou

Z uvedených sústítúcií vyplýva vzťah :

$y_i = k \cdot x_i$, kde k bolo počítané podľa vzťahu :

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

V konkrétnom prípade meraní tejto práce $n = 3$, pretože boli merané pri jednom prítlaku tri vzorky. Potom pre určenie $\overline{\sigma}_b$ plynie vzťah :

$$\overline{\sigma}_b = \frac{100 \cdot k}{\overline{m}_s}$$

$\overline{\sigma}_b$... stredná hodnota hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia beta charakterizujúca príslušný druh farbiacej lázne

Vypočítané hodnoty $\overline{\sigma}_b$ pre jednotlivé skupiny farbiacich lázní sú uvedené v tabuľke IV.2.

Druh farbiacej lázne	$\overline{\mu}_b / \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} /$
1.	2,2605
2.	2,3015
3.	2,1009
4.	2,0588
5.	2,5022
6.	2,5224

Tabuľka IV.2. Stredné hodnoty hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta pre jednotlivé druhy lázní

Pri porovnaní hodnôt $\overline{\mu}_b$ a $\overline{\mu}_s$ je zrejmé, že hmotnostné súčinitele zoslabenia žiarenia beta textilného materiálu a zušľachtovacej lázne nie sú rovnaké. Tiež hodnoty $\overline{\mu}_b$ sa u jednotlivých druhov lázní líšia a ich hodnota je zrejme závislá na zložkách lázne a ich koncentrácií v danej lázni.

Z týchto zistení vyplýva, že pri prípadnom praktickom použití rádiometrickej metódy pre kontrolu množstva nanesej lázne, prípadne pre nastavenie množstva nánosu farbiacej lázne je treba brať v úvahu rozdiely $\overline{\mu}_b$ a $\overline{\mu}_s$. Tieto rozdiely je nutné brať v úvahu aj pri prípadnom použití rádiometrickej metódy pre reguláciu prítlakov medzi valcami fuláru, pri regulácií otáčok alebo ponoru bradiaceho valca pri mikronásose, pri nastavení sterky, otáčok valcovej sterky alebo rotačnej sterky pri aplikácií penových systémov. Takáto regulácia otáčok dávkovacieho čerpadla na základe postupu rýchlosti textílie pri zariadení pre minimálny nános z dosky prináša významné úspory energie a úpravníckych prostriedkov.

Postup zakreslený na obrázku IV.1. predstavuje v podstate nájdenie cejchovnej závislosti pre určenie stupňa odmačky na základe rádiometricky zistených veľkostí výstupných signálov $\overline{I}_s$ a $\overline{I}_t$.

Pre určenie stupňa odmačky je účelné vzťah :

$$\ln \frac{\overline{I_s}}{\overline{I_t}} = \frac{\overline{\sigma}_b \cdot \overline{m}_s \cdot \overline{w}}{100}$$

prepísať do tvaru :

$$\overline{w} = \frac{100}{\overline{\sigma}_b \cdot \overline{m}_s} \cdot \ln \frac{\overline{I_s}}{\overline{I_t}},$$

v ktorom je veľkosť stupňa odmačky vyjadrená ako funkcia premenných $\overline{I_s}$, $\overline{I_t}$, $\overline{m}_s$, $\overline{\sigma}_b$.

Na základe tohto vzťahu je možné odvodiť výraz pre chybu určenia stupňa odmačky. Pri určovaní chyby stanovenia stupňa odmačky by zásadne mala byť v úvahu presnosť určenia $\overline{\sigma}_b$, $\overline{m}_s$, $\overline{I_s}$, $\overline{I_t}$. Z týchto veličín však iba presnosť určenia veličín $\overline{I_s}$ a $\overline{I_t}$ je podmienená použitím rádiometrickej metódy. Presnosť určenia $\overline{\sigma}_s$ a $\overline{\sigma}_b$ je rozhodujúcim spôsobom závislá na presnosti váženía neofarbennej textilie a textilie s obsahom aplikovanej farbiacej lázne. Presnosti určení týchto veličín sú podstatne horšie než presnosti dosiahnuteľné pri určovaní $\overline{I_s}$ a $\overline{I_t}$.

Aby bolo možné získať predstavu o presnosti určenia stupňa odmačky dosiahnuteľnej rádiometricou metódou, nebudú chyby súvisiace s určovaním $\overline{\sigma}_s$ a $\overline{\sigma}_b$ vzaté v úvahu pri stanovení celkovej chyby určenia stupňa odmačky $\overline{w}$ %.

Pre smerodiatnú odchýlku určenia stupňa odmačky bol odvodený nasledujúci vzťah :

$$\sigma_{\overline{w}} = \frac{100}{\overline{\sigma}_b \cdot \overline{m}_s} \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial \overline{w}}{\partial \overline{I_s}} \cdot \sigma_{\overline{I_s}} \right)^2 + \left(\frac{\partial \overline{w}}{\partial \overline{I_t}} \cdot \sigma_{\overline{I_t}} \right)^2}$$

$\sigma_{\overline{I_s}}$... smerodiatná odchýlka aritmetického priemeru výstupného signálu I_s

$\sigma_{\overline{I_t}}$... smerodiatná odchýlka aritmetického priemeru výstupného signálu I_t

Tento vzťah vyjadruje štatistickú chybu určenia stupňa odmačky podmienenú iba štatistickým charakterom jaderného rozpadu. Nezahrňuje metodickú chybu merania podmienenú fluktuáciou olupnej hmotnosti textilného materiálu.

Pre chybu určenia odmačky $\Delta \bar{w}$ odpovedajúcu 95 % - nej hladine významnosti potom plynie, že :

$$\Delta \bar{w} = \pm 2 \cdot \sigma_{\bar{w}}$$

Týmto spôsobom boli vypočítané chyby určenia stupňa odmačky pre všetky použité textilné materiály. Výsledky sú uvedené spolu so strednými hodnotami stupňa odmačky v tabuľke IV.3.

Materiál	Skupina vzorkov	Prítlak /MPa/	$\bar{w}$ %/	$\Delta \bar{w}$ %/
ba	1.	0,1	69,50	1,41
		0,08	77,50	1,14
		0,06	87,75	2,58
ba	2.	0,12	73,60	0,89
		0,1	76,60	1,10
		0,08	80,80	1,34
PES	3.	0,40	52,10	0,88
		0,20	61,00	1,64
		0,14	65,70	1,58
PES	4.	0,41	52,40	1,23
		0,2	62,30	1,81
		0,14	71,00	1,80
ba/PES	5.	0,2	41,75	1,48
		0,12	44,35	0,98
		0,07	48,35	0,90
ba/PES	6.	0,21	41,65	1,09
		0,12	46,05	1,10
		0,07	52,50	1,49

Tabuľka IV.3. Hodnoty stredného stupňa odmačky a chyby určenia stupňa odmačky

Uvedené presnosti by vo väčšine prípadov vyhovovali požiadavkám kladeným na presnosť určenia stupňa odmačky. Z dôvodov už uvedených, sú však tieto presnosti prakticky nerealizovateľné vzhľadom k nepresnostiam predovšetkým v určovaní μ b°

Ak by sa dokonale zvládla metadika váženia ofarebenej textílie, vytvorili by sa tak predpoklady pre dosiahnutie vyššej presnosti určenia stupňa odmačky, za ktorého limitujúcu hodnotu je možné považovať presnosť podmienenú iba štatistickým charakterom jaderného rozpadu.

Na základe popísaných výsledkov a uskutočnenia meraní v statických laboratórnych podmienkach je možné vytvoriť si hrubú základnú predstavu o presnosti meraní dosiahnuteľnej pri kontinuálnom spôsobe merania.

V tabuľke IV.3. sú uvedené chyby určenia množstva nánosu farbiacej lázne aplikovanej na textilné materiály zahrňujúce vplyv štatistického charakteru jaderného rozpadu. Tieto chyby predstavujú zrejme minimálnu chybu dosiahnuteľnú pomocou popísaného experimentálneho usporiadania pri kontinuálnom spôsobe merania.

Uvedené výsledky v predchádzajúcej časti ukazujú, že prežiarovacou metódou je možné zaistiť takú presnosť merania množstva nanosenej lázne na textilný materiál, ktorá je postačujúca v mnohých praktických aplikáciách.

Pri použití tejto metódy je však nutné brať v úvahu fluktuáciu plošnej hmotnosti textílie, závislosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta na druhu textilného materiálu a tiež závislosť hmotnostného súčiniteľa zoslabenia zväzku žiarenia zušľachtovacej lázne na jej zložení.

Dosiahnutie vyššej presnosti merania by umožnilo priebežné korigovanie výstupného signálu meracieho zariadenia s ohľadom na okamžitú veľkosť plošnej hmotnosti textilného materiálu.

Vyriešenie otázky závislosti hmotnostného súčiniteľa zoslabenia žiarenia beta na zložení zušľachtovacej lázne a na koncentrácií jej zložiek, by rozšírilo aplikačné možnosti tejto metódy v textilnom obore.

VI. OBOZNÁMENIE S AUTORSKÝMI NÁROKMI

Prehlasujem, že som bola oboznámená s autorskými nárokmi vzťahujúcimi sa na diplomovú prácu, na tiskopise vydanom Ústrednou knižnicou VŠST.

V Liberci dňa 27.mája 1983

Galina Borbulakova

VII. POUŽITÁ LITERATURA

- /1./ Clayton, C.G. - Cameron, J.F.: A - Review of the design and application of radioisotope instruments in Industry. In : Radioisotope Instruments in Industry and Geophysics. Vol. 1, Vienna, 1966, s.15.
- /2./ Šulc, J.: Měření plošné hmotnosti textilií prozařovací metodou. In : Sborník prací Vysoké školy strojní a textilní v Liberci. Liberec, 1976, s. 365.
- /3./ Thümmel, H.W., Isotopenpraxis, 12, 1976, s. 240.
- /4./ Kucharenko, I.W. a kol.: K voprosu o forme krivoj oslablenija potoka beta - izlučeniya v veščestve. In : Radijacionnaja tehnika. Moskva, 1971, s.94.
- /5./ Oppelt, J.: Radioisotopy, 10, 1969, s. 169.
- /6./ Hutyra, F. - Meřínský, J.: Systémový výskum měřících a automatizačních prostředků s radionuklidy. 1974/75 /Výskumná správa/ Tesla VÚPJT, Přemyšlení u Prahy, 1975.
- /7./ Šeda, J. - Sabol, J. - Kubálek, J.: Jaderná elektronika. 1.vyd. Praha, 1977.
- /8./ ČSN 80 0067
- /9./ Halás, J.: Meranie plošnej hmotnosti textílií prežiarovacou metódou. /Diplomová práca /Liberec, 1981, VŠST.
- /10./ Percovskij, E. S. - Sacharov, V.: Radioizotropnyje pribory v piščevoj, legkoj i cellulozno - bumažnoj promyšlenosti. Moskva, 1972.
- /11./ Broda, E. - Schönfeld, T.: Využití radioaktivity v technice, první vydání. Praha, 1959.
- /12./ Šulc, J.: Zjišťování množství nánosu technologického roztoku na textilním materiálu radiometrickou metodou. In: Sborník prací Vysoké školy strojní a textilní v Liberci. Liberec, 1980.

V285/T
83