

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka řádu práce
Fakulta textilní

obor 31 - 12 - 8
technologie textilu a oděvnictví
zaměření

NETKANÉ TEXTILIE A ZUŠLECHŤOVÁNÍ
katedra chemie a zušlechtování

Jiří BERKA

KCH - 63

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jaroslav Odvárka, CSc.

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky / č. j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. srpence
1962. Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31. 8. 1962 § 19 aut. z. č. 115/53 Sb.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 58

Počet tabulek: 12

Počet obrázků: 4

Počet grafů: 7

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

Datum: 20.5.1984

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

Jiří Berka

V Liberci 20.5.1984

OBSAH

	Seznam použitých zkratek	6
1.	Úvod	7
2.	Teoretická část	
2.1.	Známé způsoby fixace barviva na vlákne	9
2.2.	Nevýhody používaných způsobů tepelného zpracování textilního materiálu	11
2.3.	Zahraniční patenty na přímý ohřev textilního pásového materiálu průchodem elektrického proudu	12
2.4.	Patent ČSSR na ohřev textilního pásového mate- riálu průchodem elektrického proudu	13
2.5.	Ohřev tkaniny v nábalu přímým průchodem elektrického proudu	15
2.6.	Charakteristika tenzidů	16
2.6.1.	Tenzidy v textilním průmyslu	17
2.6.2.	Rozdělení tenzidů	18
2.6.3.	Micely tenzidů a kritická micelární koncentrace	19
2.6.3.1.	Vliv molekulové stavby na kritickou micelární koncentraci ve vodném roztoku	20
2.6.3.2.	Vliv elektrolytu na kritickou micelární koncentraci	20
2.6.3.3.	Změna elektrických vlastností při kritické micelární koncentraci	21
2.7.	Vodivost elektrolytů	21
2.8.	Tepelné účinky elektrického proudu	22
2.9.	Barvení celulósových vláken přímými barvivy ...	23

2.10.	Vliv elektrolytu při barvení celulózo- vých vláken přímými barvivy	25
3.	Experimentální část	
3.1.	Seznam použitých přístrojů	27
3.2.	Charakteristika použité textilie	27
3.3.	Složení barvicí lázně	28
3.4.	Použité tenzidy	28
3.5.	Experimentální uspořádání	29
3.6.	Experimentální zařízení	29
3.7.	Zapojení přístrojů	30
3.8.	Fixace barviva přímým elektrickým ohřevem	
3.8.1.	Příprava barvicí lázně	31
3.8.2.	Optimální vzdálenost elektrod	31
3.8.3.	Vlastní provedení experimentu a metodika vyhodnocení	31
3.8.5.	Vyhodnocení experimentu	33
4.	Diskuse	51
5.	Závěr	53
	Seznam použité literatury	57

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A	absorbance /nm/
c	koncentrace tenzidu /gl ⁻¹ /
c _{b1}	množství barviva naneseného na vzorek /mg/
c _{b2}	množství barviva v prací lázni /mg/
c _i	koncentrace iontů
f	procento fixace /%/
F	Faradayova konstanta /cmol ⁻¹ /
G	elektrická vodivost / S /
I	elektrický proud /A/
J	proudová hustota /Am ⁻² /
L	Jouleovo teplo /J/
M	plocha vzorku /mm ² /
Q	spotřeba elektrické energie /Wh/
q	jednotková spotřeba elektrické energie /Whm ⁻² /
R	elektrický odpor / /
S	plocha vzorku v průřezu /m ² /
S'	plocha pod křivkou /mm ² /
t	teplota / °C/
U	elektrické napětí /V/
U _i	elektrická pohyblivost
z _i	náboj iontů /C/
α	specifická vodivost / Sm ⁻¹ /
τ	čas /s/
τ _f	doba fixace /s/
λ _i	iontová vodivost /Sm ⁻¹ /
Λ	molární vodivost / m ⁻² mol ⁻¹ /

1. ÚVOD

V posledních letech je v celosvětovém měřítku kladen stále větší důraz na úsporu paliv a energie. Je to v důsledku omezených zásob klasických zdrojů energie a jejich stále obtížnějšího získávání. Rozvoj národního hospodářství každé země závisí do určité míry i na tom, jak dovede hospodařit se surovinami a energií.

V závěrech XVI. sjezdu KSČ k rozvoji průmyslu je této otázce věnována velká pozornost. Při minimálních přírůstcích palivoenergetických zdrojů je ztěžujícím úkolem urychlit snižování energetické náročnosti národního hospodářství. V souladu se státním cílovým programem racionalizace spotřeby paliv a energie věnovat mimořádnou pozornost zavádění energeticky úspornějších technologií, využívání nových netradičních a druhotných energetických zdrojů, změně struktury výroby v prospěch kvalitnějších a při tom energeticky méně náročných výrobků. Tyto závěry se týkají všech odvětví našeho národního hospodářství, textilní průmysl nevyjímaje.

Zejména v technologii zušlechťování, která patří k energeticky nejnáročnějším procesům textilního průmyslu, je třeba respektovat snahy po úsporách energie. Jednou z možných cest je hledání a využívání nových, netradičních způsobů fixace barviva na vlákne, mezi něž patří i fixace barviva přímým odporovým teplem.

Tato diplomová práce navazuje na diplomovou práci Martina Šíla a týká se možnosti fixace barviva na vlákně přímým odporovým ohřevem. M.Šíl se ve své práci zabýval vlivem použitého elektrolytu a jeho koncentrace na procento fixace. Cíl této diplomové práce spočívá ve zjištění vlivu použitého tenzidu a jeho koncentrace na procento fixace barviva na vlákně přímým odporovým ohřevem. Další sledovanou veličinou je množství elektrické energie potřebné k fixaci.

Se svolením vedoucího diplomové práce jsem se zabýval fixací přímého saturnového barviva na bavlněné tkanině s použitím dvou různých tenzidů.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Známé způsoby fixace barviva na vlákne

Při barvení se používají strojní zařízení, která umožňují racionální barvení dané formy textilního materiálu. Při barvení je materiál buď v klidu a pohybuje se barvicí lázeň, nebo je tomu naopak, popřípadě se pohybuje barvicí lázeň i textilní materiál. Odlišná je forma zajištění difuze a fixace barviva, což je závislé zejména na tom, zda jde o substrát ve formě volného materiálu, příze nebo tkaniny, a dále na tom, zda jde o klasickou, tzn. diskontinuální výrobu, nebo o výrobu polokontinuální, popřípadě kontinuální. Při difuzi a fixaci barviva se rozhodujícím vlivem uplatňuje teplota, pohyb barvicí lázně a způsob jejího působení na barvená vlákna.

U současných technologií barvení jsou používány tyto způsoby tepelného působení na systém barvivo - textilní substrát:

- vliv teploty vodné barvicí lázně / do 130 až 140 °C/
- paření za normálního tlaku / Pad Steam /
- paření za zvýšeného tlaku
- přehřátá krátká lázeň získaná kontaktním ohřevem naimpregnované tkaniny / Monforst Reaktor/
- horká vyvíjecí lázeň / Williamsova jednotka /
- horký olej / Hot Oil /

- horký vzduch + chemické působení, případně alternativně / kyselý šok /
- infrazářením
- infrazářením + pára / Elektrofixierer /
- páry organického rozpouštědla / Vapocol /
- tekuté lážko / Fluid Bed /
- využití odporového tepla elektrického proudu / Bates /
- vysokofrekvenční ohřev
- tavenina rozpouštědla / např. močovina /
- roztavený kov / Standfast /

Barvicí zařízení se dělí na diskontinuální, polokontinuální a kontinuální. Zařízení pro diskontinuální způsob barvení je tvořené samostatným víceúčelovým strojem / džigr, hašple /. Barví se přímo v barvicí lázni při různém poměru lázně. Jde tedy o lážňové barvení s dlouhodobou fixací barviva / vytahovací způsoby barvení /.

Barvení polokontinuálně a kontinuálně se provádí na zařízení, které se skládá z několika jednoúčelových strojů uspořádaných do linky. Barvivo se nejprve na textilní materiál nakločuje a pak se vhodným způsobem fixuje, a to buď setrváním v nábalu, nebo působením vlhkého či suchého tepla, a nebo chemickou reakcí. Vzhledem k tomu, že nanášení barviva tzn. jeho klocování i fixace probíhá za výhodného poměru barvicí lázně / cca 1:1 / umožňují tyto způsoby barvení vysoké využití barviva a jsou velmi

ekonomické. /1/

Nejpoužívanějším systémem kontinuálního barvení celulózových tkanin je způsob Pad Steam a jeho různé varianty / Monforst Reaktor, Vapocol / /2/.

2.2. Nevýhody používaných způsobů tepelného zpracování textilního materiálu.

Doposud známé způsoby tepelného zpracování pásového textilního materiálu a zařízení k jejich provedení používají jako zdrojů tepla, stejně jako k přenosu tepla na zpracovávaný pásový materiál různých pomocných zařízení a agregátů, čímž je dosaženo poměrně vysokých nákladů na pořízení zařízení k provedení způsobu tepelného zpracování. Jako příklad je možno uvést vysokofrekvenční, resp. dielektrický způsob ohřevu, kde je třeba nákladných zařízení již ke změně proudu. Dalším nedostatkem používaných způsobů jsou ztráty jak elektrické, tak i tepelné energie, které vznikají jednak v pomocných agregátech a jednak tím, že nevyužitá tepelná energie je odváděna odsávacím zařízením mimo prostor určený pro tepelné zpracování.

Navíc jsou tato doposud známá zařízení zdrojem častých poruch, což na jedné straně znamená zvýšení nákladů na údržbu a provoz, na druhé straně snížení produktivity a využití jak daného způsobu tepelného zpracování, tak i zařízení k jeho provedení.

Výše uvedené nedostatky užívaných způsobů tepelného zpracování pásového textilního materiálu se snaží odstranit některé naše a zahraniční způsoby ohřevu textilního materiálu přímým průchodem elektrického proudu.

2.3. Zahraníční patenty na přímý ohřev textilního pásového materiálu průchodem elektrického proudu.

Jeden francouzský patent se zabývá odstraněním vody z textilního pásu působením rozdílu potenciálu mezi místy na sušeném povrchu, takže teče elektrický proud v pásu z jednoho místa k druhému. Charakteristika tohoto zařízení:

- obsahuje elektrody / střídavé / připojené na póly napájecího zdroje elektrického proudu a zařízení pro zajištění kontaktu pásu a elektrod
- vzájemně izolované elektrody připevněné k povrchu válce; textilní pás při tom obsahuje část obvodu válce a přesahuje přes několik elektrod
- elektrody jsou jednak tyče rovnoběžné s osou válce a jednak prstence souosé s osou válce
- obsahuje izolační materiál, na kterém jsou připraveny elektrody
- mezery mezi elektrodami jsou tvořeny izolantem a povrch elektrod je výše než povrch izolace
- povlak polovodičového materiálu překrývá elektrody a textilní pás je ve spojení s elektrodami přes polovodičový materiál.

- povlak polovodivého materiálu je nepřerušovaný pás, který překrývá mezery mezi elektrodami
- napájecí proud je střídavý
- napájecí proud je vícefázový a každá elektroda je připojitelná k odpovídající fázi /4/

Další francouzský patent řeší fixaci reaktivních barviv na celulózný materiál tak, že materiálem, který je ve styku s kyselou lázní obsahující reaktivní barvivo a sůl alkalického kovu, prochází elektrický stejnosměrný proud. Intenzita elektrického proudu je 0,1 až 500 A /3/.

Způsobem rovnoměrného a rychlého sušení stejnoměrně tlustých textilních pásů se zabývá patent USA. Zařízení podle tohoto patentu je řešeno tak, že vyhřívání sušeného materiálu se automaticky reguluje s obsahem jeho vlhkosti. Zařízení má několik nízkonapěťových obvodů v různých vzdálenostech od sebe. Elektrický proud / střídavý / je přiváděn na povrch sušeného materiálu pomocí elektrod ve tvaru válců. Nízké napětí procházející napříč materiálem je kombinováno s vysokým napětím po délce materiálu, kvůli odpaření povrchové vody /5/.

2.4. Patent ČSSR na ohřev textilního pásového materiálu průchodem elektrického proudu

Některé uvedené nedostatky tepelného zpracování

pásového / především textilního / materiálu se snaží odstranit čs. vynález, který má název „ Elektrodové zařízení na sušení a tepelné zpracování plošných materiálů, zejména textilních“.

Podstata způsobu podle tohoto vynálezu spočívá v tom, že na zpracovaný materiál se přivádí elektrický nízkofrekvenční proud prostřednictvím alespoň jedné dvojice přívodních kontaktů. Napětí přiváděného elektrického proudu se mění s přírůstkem odporu zpracovávaného materiálu. Je možno měnit závislosti na růstu elektrického odporu zpracovávaného materiálu jak napětí přiváděného elektrického proudu, tak i vzájemnou vzdálenost dvojic přívodních kontaktů. Přívodní kontakty jsou válcového tvaru. Podle dalších provedení mohou mít přívodní kontakty buď tvar pásu, nebo příložek, nebo rozpínacích desek, a mohou být umístěny buď jen na jedné straně zpracovávaného materiálu, nebo na obou jeho stranách, popřípadě na okrajích pásu, a to buď nad sebou, nebo vedle sebe.

Výhoda tohoto způsobu spočívá v tom, že elektrický proud odváděný na povrch tepelně zpracovávaného pásového materiálu pomocí soustavy přívodních kontaktů se mění na zdroj tepelné energie bez nutnosti použití pomocných tepelných, vzduchotechnických, indukčních a jiných zařízení, čímž jsou odstraněny ztráty elektrické a tepelné energie, čímž dochází ke snížení spotřeby energie na jednotku výkonu a kromě toho je proces tepelného zpracování

podstatně urychlen, což se projevuje značným zvýšením produktivity. V důsledku zrychlení procesu tepelného zpracování pásového materiálu je možno toto zařízení rozměrově zmenšit v takové míře, že se podstatně zjednoduší jeho konstrukce a současně se velmi podstatně sníží jeho pořizovací, provozní a udržovací náklady. Odstraněním tepelných, indukčních a vzduchotechnických agregátů v důsledku jejich nepotřebnosti u tohoto způsobu, jsou dány výrazné předpoklady ke zvýšení spolehlivosti zařízení, stejně jako výrazné snížení nákladů na případné opravy /6/.

2.5. Ohřev tkaniny v nábalu přímým průchodem elektrického proudu.

Výzkum předúpravy textilních materiálů ohřevem tkaniny v nábalu přímým průchodem elektrického proudu prováděli ve VÚZ ve Dvoře Králové nad Labem. Výzkum byl prováděn na zařízení Metez, které bylo postaveno do linky:

- kotel s nájezdovou dráhou
- fulár s předřazenou navíječkou
- napáječ s elektrokombinací
- ovládací panel

Pro technologické odzkoušení přímého elektrického ohřevu v plné šíři byla určena jako základní technologie předúprava včetně bělení. Jako materiálu bylo použito

bavlněné košiloviny Callot v šíři 90 cm, plošné hmotnosti 135 gbm^{-1} , o celkové metráži cca 1 700 m. Toto množství dává nábal o průměru 410 mm, což představuje asi 65 % maximálně možného nábalu pro stroj s příkonem 100 kW.

První ohřev ukázal, že postup přímého elektrického ohřevu napuštěné bavlněné tkaniny v nábalu je schůdný i při poměrně špatném nabalení. Pokud došlo k poškození okrajů spálením, byla hlavní příčinou nedokonalá impregnace. Po zlepšení funkce teploměru bylo možno přesně ukončit ohřev a tím dosáhnout dobré účinnosti. Trvá-li var déle, nastane odvodnění okrajů a poškození jednoho okraje spálením.

Až na chyby způsobené nedokonalým nabalením okrajů, byl i výpad tkanin barvených přímým elektrickým ohřevem zcela egální a ve všech případech s dobrou výtěžností barvení. Rovnoměrnost ohřevu v celé hmotě nábalu dává další možnosti technologického zpracování, například stupňovitý ohřev za účelem jednostádiové bělicí vyvářky. /7/

2.6. Charakteristika tenzidů.

Tenzidy je skupinové označení látek, jejichž charakteristickou vlastností je, že jsou povrchově aktivní. Tenzidy už při nízkých koncentracích ve velké míře mění reakční podmínky na fázovém rozhraní, což se projevuje především snížením povrchového napětí. Tyto specifické

vlastnosti tenzidů jsou determinovány chemickou a fyzikální strukturou jejich molekul, které mají asymetrický dipólový charakter s výrazným dipólovým momentem.

V zásadě vždy obsahují dvě protichůdné části, hydrofóbní a hydrofilní.

Pojmem hydrofilní skupina se označuje nepolární část molekuly tenzidu, která odpuzuje vodu, s vodou se nesnáší a v přítomnosti vody se usiluje vytvořit takové strukturní seskupení s ostatními hydrofóbními složkami ve vodném systému, že jejich vzájemná orientace umožňuje „ hydrofóbní kontakty“ prostřednictvím nevazebných interakcí. Z této oblasti „ vazeb “ jsou molekuly vody vytlačeny.

Naproti tomu hydrofilní skupina je reprezentována polární částí molekuly, která má velkou afinitu k vodě, ve vodném prostředí je velmi hydratovaná. Specifická funkce hydrofilu přítomného v molekule tenzidu se zakládá na silném ovlivnění celkové polarity, rozdělení elektrického náboje a celého iontového charakteru.

2.6.1. Tenzidy v textilním průmyslu.

V textilním průmyslu jsou tenzidy používány nejdéle - jsou zahrnuty do skupiny tzv. textilních pomocných přípravků / TPP /. V textilním průmyslu mají uplatnění v těchto procesech:

- detergentní procesy v přípravných fázích textilní výroby /praní surové vlny apod./
- odstranění prostředků z přechodných úprav

- - praní po zušlechťování
- použití smáčedel
- emulgátory a dispergátory
- modifikátory, avivážní a antistatické prostředky
- tenzidy jako egalizační prostředky a prostředky na zvýšení stálosti zbarvení

Je zřejmé, že z celého textilního průmyslu se nejvíce textilních pomocných přípravků používá právě v technologii zušlechťování a to zejména při barvení, praní a závěrečných úpravách.

2.6.2. Rozdělení tenzidů

Tenzidy je možno klasifikovat z více hledisek. V literatuře nejčastěji používanou klasifikací tenzidů je klasifikace na základě jejich iontového charakteru. Podle ionogenity polární skupiny rozdělujeme tenzidy na dvě základní skupiny: ionogenní tenzidy a neionogenní tenzidy. Ionogenní tenzidy obsahují funkční skupiny, které ve vodném roztoku disociují, přičemž vzniknou záporně nebo kladně nabitě ionty, nebo jejich náboj závisí na pH prostředí. Neionogenní tenzidy obsahují polární nedisociovanou skupinu, například $-OH$, $-O-$.

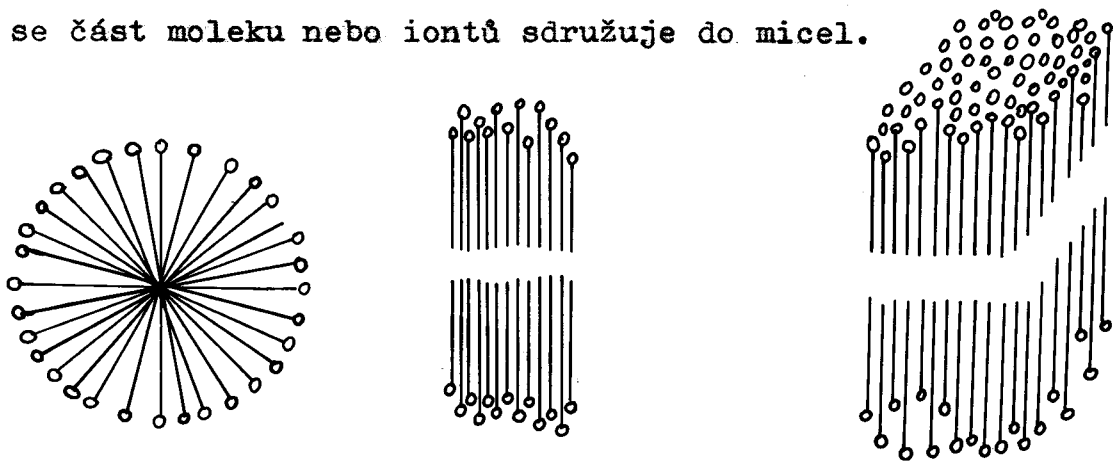
Tenzidy rozdělujeme na: 1. ionogenní a/ anionaktivní
b/ kationaktivní
c/ amfolytické

2. neionogenní

2.6.3. Micely tenzidů a kritická micelární koncentrace

Tenzidy jsou polokoloidy, které se při nízké koncentraci samovolně rozpouštějí, netvoří koloidní soustavu a jejich roztoky mají vlastnosti jednofázových soustav. Se zvyšováním koncentrace se jejich molekuly spojují, vytvářejí krystalické shluky, tzv. micely koloidních roztoků. Schéma základních tvarů micel je znázorněno na obr.1.

Micely vznikají na základě rozdílnosti rozdílnosti mezimolekulárních sil rozpouštědla tenzidu. Ionty, res. molekuly tenzidů se při určité koncentraci začínají shlukovat, přičemž jsou ve vodném prostředí orientovány polární částí k vodě. Tendenci systému je dosáhnout stav s nejnižší volnou energií. Projevem existence micel jsou nelineární koncentrační závislosti rozličných fyzikálních a užitkových vlastností např. měrná vodivost, povrchové napětí apod. Kritická micelární koncentrace je charakterizována množstvím povrchově aktivních látek ve vodném roztoku, nad kterým se část molekul nebo iontů sdružuje do micel.



a: sférická

b: tyčinková

c: lamelární

Obr.1: Schéma základních tvarů micel

2.6.3.1. Vliv molekulové stavby na kritickou micelární koncentraci ve vodném roztoku.

Molekulovou stavbu charakterizuje hodnota HLB. Hodnota HLB je definována jako rovnovážný poměr mezi hydrofilní a lipofilní částí molekuly. Kritická micelární koncentrace tenzidů jednoho druhu se zvětšuje s hodnotou HLB. Tato závislost platí jen pro jeden druh tenzidu. Příčinou jsou rozdílné velikosti mezimolekulárních sil tenzidů a mezimolekulárních sil vody a tenzidu. Tento rozdíl je výrazný zejména při porovnání ionogenních a neionogenních typů tenzidů. Kritická micelární koncentrace tenzidů ionogenních je řádově vyšší, protože odpudivé síly iontů jsou větší než neionogenních molekul.

2.6.3.2. Vliv elektrolytu na kritickou micelární koncentraci

Přídavek elektrolytu zmenšuje kritickou micelární koncentraci tenzidů. Na zmenšení koncentrace, při které se asociují ionogenní typy tenzidů, má vliv zejména zvětšení koncentrace protiiontů. Největší rozdíl v účinnosti je určen počtem nábojů iontů. Účinnost se zvětšuje, zvětšuje-li se počet nábojů. Kromě vlastního účinku nábojů se při zmenšování kritické micelární koncentrace uplatňuje i dehydratační účinek elektrolytů, které ve větší míře odstraňují lyosféru tenzidů, čímž se jejich ionty silněji hydratují.

2.6.3.3. Změna elektrických vlastností při kritické micelární koncentraci.

V koncentračních závislostech vodivosti roztoků / měrné i ekvivalentní / se vyskytují anomálie. Například měrná vodivost se v oblasti kritické micelární koncentrace zvětšuje pomaleji, než by se dalo předpokládat u běžných elektrolytů. Příčinou těchto změn je vlastní agregace, která ovlivňuje - snižuje - volnou pohyblivost iontů, dále zvýšená viskozita systému, ale i velikost agregátů. Elektrická vodivost roztoků elektrolytů, kam patří i ionogenní tenzidy, závisí na disociační schopnosti těchto solí, což se samozřejmě projeví na průběhu zkoumaných koncentračních závislostí.

/8/

2.7. Vodivost elektrolytů.

Elektrolyty jsou látky, které jsou v roztoku nebo tavnině alespoň částečně přítomny ve formě nabitých částic-iontů. V elektrolytu dochází k rozpadu elektronutrálních molekul na elektricky nabitě ionty, k tzv. elektrické disociaci.

Elektrolyty, které jsou v roztoku přítomny výhradně ve formě svých iontů, se nazývají silné elektrolyty. Naproti tomu elektrolyty, které jsou přítomny jednak ve formě iontů, jednak ve formě molekul, jsou slabé elektrolyty.

Vodivost elektrolytů se zvětšující teplotou roste, protože

odpor viskozního prostředí působící proti pohybu iontů s rostoucí teplotou klesá. Protože převod náboje je spojen s transportem látky, doznávají vodiče s iontovou vodivostí při průchodu proudu změn. Tento druh transportu se nazývá migrací. Pro specifickou vodivost elektrolytu platí vztah:

$$\kappa = \sum_i |z_i| \cdot F \cdot U_i \cdot c_i \quad / \text{Sm}^{-1} /$$

Specifická vodivost se vyjadřuje v Sm^{-1} a je rovna převrátané hodnotě specifického odporu. Ve zředěných roztocích je specifická vodivost funkcí koncentrací složek. Konstanty úměrnosti potom nazýváme iontovými vodivostmi:

$$\lambda_i = |z_i| \cdot F \cdot U_i \quad / \text{Sm}^{-1} /$$

U roztoků elektrolytů specifická vodivost závisí na koncentraci složek a není materiálovou konstantou. Proto se zavádí podíl:

$$\Lambda = \frac{\kappa}{c} \quad / \text{m}^{-2} \text{mol}^{-1} /$$

Tento podíl vyjadřuje molární vodivost elektrolytu. Specifická vodivost je přímo úměrná koncentraci pouze při malých koncentracích. U vyšších koncentrací je vodivost menší, než odpovídá koncentraci. Tomuto spomalení růstu specifické vodivosti odpovídá poklas molární vodivosti. /9/

2.8. Tepelné účinky elektrického proudu.

Zdroj elektrického proudu udělí elektronu potenciální

energii, která se při pohybu elektronu v elektrickém poli mění v energii kinetickou. Když se elektron v pohybu dostane do jiných silových polí, která musí překonávat a jímž tedy více nebo méně podle mechanických zákonů předává svou pohybovou energii, přechází energie elektrického proudu v jiné druhy energie. Nejčastěji to bývá energie tepelná, protože elektrony při svém pohybu narážejí na částice hmoty a uvádějí ji do živějšího pohybu. Elektron zpravidla při srážce ztratí svou kinetickou energii buď úplně nebo částečně a znovu se uvádí do pohybu ve směru elektrického pole. Takto vzniklá energie je ekvivalentní energii elektrické. /10/

Množství tepla využitého elektrickým proudem za dobu je dána součinem:

$$L = U \cdot I \cdot \tau = R \cdot I^2 \cdot \tau = \frac{U^2}{R} \tau \quad /J/$$

Toto teplo se nazývá Jouleovo teplo. Při průchodu proudu se vodič zahřívá, pokud tepelné ztráty způsobené vyzařováním a sdílením tepla okolním prostředím / vzduch, izolace, lázeň apod. / se nevyrovnají teplu vyrobenému proudem. Pak nastane ustálený stav a teplota vodiče se již nemění. S rostoucí teplotou se mění ovšem také odpor vodiče a proto se při zvyšování napětí nezvětšuje proud podle přímky, ale podle křivky, která se nazývá charakteristika vodiče. /11/

2.9. Barvení celulózových vláken přímými barvivy.

Přímá neboli substantivní barviva jsou rozpustná ve

vodě a vybarvují celulózová vlákna z neutrální nebo slabě alkalické lázně. Stálosti většiny přímých barviv - zejména stálosti na světle - nejsou příliš vysoké. Mezi čs. barviva této třídy patří Saturnová barviva jejichž dobré mokré stálosti lze ještě zvýšit dodatečným ustalováním kationaktivní pryskyřicí / např. Syntefixem /.

Rozpuštěním přímých barviv vzniká polydisperzní systém, ve kterém se vyskytují produkty disociace barviva / záporně nabitý barevný anion /, jednotlivé nedisociované molekuly barviva i shluky molekul. Čím více je barvivo zdisociované, tím více se projevuje jeho anionaktivní charakter. Teorie barvení celulózových vláken přímými barvivy předpokládá sorpci barviva na povrchu vlákna, z něhož barvivo difunduje hmotou vlákna a upevňuje se na celulóze. Protože celulózové vlákno i částice barviva mají záporný náboj, zpomaluje se adsorpce elektrickou odpudivostí. Záporný náboj vzniká přitahováním iontů, případně polárních molekul přítomných v barvicí lázni. Přirozený záporný náboj celulózového vlákna vzniká také disociací kyseliny glukuronové, která je částečně v nativní celulóze obsažena. Na styku vlákno - lázeň vzniká elektrická dvojvrstva orientovaných částic. V této dvojvrstvě dochází k prostorovému rozdělení nábojů, a tím ke vzniku potenciálního rozdílu. Část nábojů i jejich nositelů je vázána pevně k tuhému povrchu vlákna a odpovídá jí potenciál ψ . Druhá difuzní část dvojvrstvy je pohyblivá a odpovídá jí potenciální rozdílu ξ , který se nazývá zeta potenciál.

Celkový potenciální spád je dán součtem obou potenciálů:

$$\Delta \varphi = \xi + \psi$$

2.10. Vliv elektrolytu při barvení celulózových vláken přímými barvivy.

Při barvení celulózových vláken substantivními barvivy se používá neutrálních elektrolytů / např. NaCl /. Jejich účinnost se projevuje zvýšeným vyčerpáním barviva. Tento jev se vysvětluje několika hypotézami, z nichž se zdají být nejpravděpodobnější tyto:

- dochází ke snížení záporného potenciálu celulózového vlákna malými kationty elektrolytu, čímž se stává vlákno přístupnější k záporně nabitým iontům barviva
- dochází ke snížení rozpustnosti barviva ve vodě přítomností indiferentního elektrolytu, a tím i ke snížení celkové záporné ionogenity systému a ke vzrůstu afinity barviva k vláknu.

Při vazbě přímého barviva na celulózu se uplatňují zejména přitažlivé síly mezi molekulami a vodíkové vazby mezi molekulami barviva a primárními -OH skupinami celulózy. Po určité době barvení se celý proces zastaví - nastává rovnovážný stav mezi barvivem fixovaným na vlákne a zbylým barvivem v lázni. Příznivé posunutí této rovnováhy ve prospěch maximální sorpce barviva na vlákno je možné dosáhnout vhodně volenou teplotou, dobou barvení a přísadou elektrolytu. Vliv přídavku elektrolytu na průběh barvení celulózy přímými barvivy je znázorněn na obrázku 2.