

Vysoká škola strojní
Vysoká škola: **š textilní v Liberci**

Katedra: **přádelnictví a zušlechťování**

Fakulta: **textilní**

Školní rok: **1969/1970**

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro **Václava H a a s e**

odbor **technologie textilu, kůže gumy a plastických hmot**

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

Název tématu: Stanovení podmínek tepelného zpracování nemačkávé a nesráživé
úpravy šatovek se zaměřením na optimální účinnost zpracování
na kondenzačním stroji Artos v závodě Hedva - 6, Liberec - Rochlice

Pokyny pro vypracování:

Proveďte rešerši k danému problému a zhodnocení publikovaných poznatků o ohřevu materiálu a jeho vlivem na konečný výsledek úpravy.

Prošetřte laboratorně v teplotní a časové řadě optimální podmínky kondensace na viskosové šatovce Wislan 130-150 g/m², impregnované depremolem o koncentraci 200 g/l při 80-85% zbytkové vlhkosti a sušené na rámu Gewama při 125°C.

Proveďte odpovídající tepelné zpracování na provozní kondenzační peci Artos typ 1852 a porovnejte s laboratorními výsledky.

Porovnejte předchozí výsledky se srovnáním, které po impregnaci bude současně sušeno a kondensováno na kondenzačním stroji Artos.

Vyhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte optimální provozně-technologický postup.

T

V 64/1970

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Prospektová dokumentace dle údajů.
vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Kvapil

Konsultanti: Ing. Miroslav Kvapil

Datum zahájení diplomové práce: 20.10.1969

Datum odevzdání diplomové práce: 30.6.1970



Simon
Prof. Ing. Jaroslav Simon
Vedoucí katedry

Simon
Prof. Ing. Jaroslav Simon
Děkan

Ú v o d

Výroba viskozových vláken u nás je, podobně jako i v ji-
ných zemích, ze všech chemických vláken nejrozsáhlejší. Podkla-
dem je vyvinutý moderní průmysl. Výroba viskozových vláken
vzrostla ze ména díky u nás dostupných surovinám a snaze nahra-
dit látky z přírodního hedvábí levnějším materiálem.

Velkou nevýhodou výrobků z umělého hedvábí je však jejich
poměrně vysoká mačkovost. Snaha po odstranění této nepříjemné
vlastnosti vedla k vývoji řady nemačkových pryskyřičných úprav.
Jejich dokonalé provedení závisí na mnoha okolnostech, zejména
pak na přesně provedené kondenzaci pryskyřice při optimální tep-
lotě a čase.

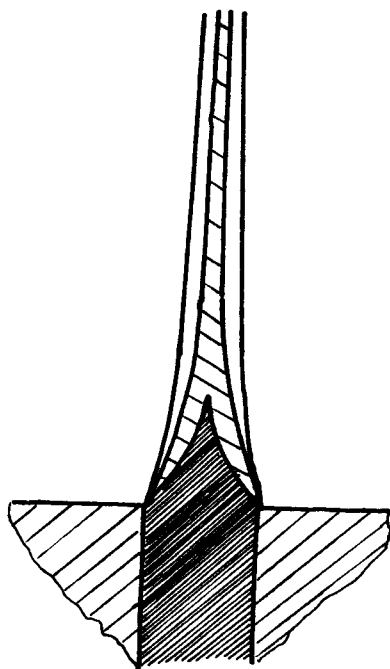
Ve své práci bych chtěl, po objasnění příčin mačkovosti ce-
lulózových vláken a jejím omezováním pryskyřičnou úpravou,
uvést především některé poznatky o ohřevu materiálu a problé-
mech s ním spojených při provádění nemačkových úprav viskózových
šatovek. Úkolem praktické části je pak stanovení optimální tep-
loty a času kondenzace při nemačkové úpravě viskózových šato-
vek Depremolem M.

I. Č Á S T T E O R E T I C K Á

1. Viskóзовá vlákna a jejich vlastnosti

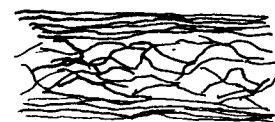
Základním materiálem k výrobě viskózových vláken je celulóza, kterou získáváme v našich závodech převážně z bukového dřeva.

Výroba viskózových vláken se uskutečňuje v několika fázích. Celulóza se rozpouštěním v sodném louhu přemění v alkalice-lulózu. Ta se sirouhlikiem převede v xantogenát celulózy, který se rozpustí v sodném louhu. Vzniklý viskózní roztok se tryskami protlačuje do zvlákňovací lázně, kde koaguluje ve vlákno. Zvlákňovací lázeň tvoří kyselina sírová a síran sodný, zinečnatý neb hořečnatý. Xantogenát celulózy se mění v regenerovanou celulózu.



obr.1

Při zvlákňování tryskou dochází ke vzniku povrchové blány /obr. 1/. Tou je pak ztížena difuze kyseliny sírové dovnitř vlákna a vytvoření rovnoměrného stupně orientace řetězců celulózy /obr. 2/ po celém prů-



obr.2

řezu vlákna. Orientace na povrchu vlákna je větší než uvnitř vlákna. Jevu se říká „skin-efekt“. Má největší vliv na mechanické vlastnosti vlákna. Čím je větší rozdíl v orientaci makromolekul ve vnější a vnitřní části vlákna, tím jsou horší mechanické vlastnosti, vlákno je křehčí a tvrdší.

Jelikož jsou viskózní vlákna vlákna ze 100% celulózy, je na místě poněkud blíže objasnit strukturu celulózy.

Celulóza sestává z dlouhých molekulových řetězců glukosových zbytků. Ve vláknech tvoří řetězce na jedné straně organizované laterální uspořádání molekulových řetězců v rovnoběžné formace, známé jako krystalit, na druhé straně úplně nahodilá seskupení, čili amorfní chaos. Představa o přesně ohrazených krystalitech existujících jako ostrůvky v amorfním moři je však zjednodušená.

Mnohé molekulové řetězce jsou dost dlouhé, aby prošly více než jedním uspořádaným pásmem a více než jedním neuspořádaným pásmem. Tímto způsobem drží celá struktura pohromadě.

Jsou-li řetězce blízko sebe mohou se vazobně spojit a vzniká krystalit. V krystalitu celulózy jsou glukosové zbytky řetězů spojeny kovalentními vazbami. Řetězcové molekuly v rovině glukosových kruhů jsou od sebe vzdáleny jen 2,5 Å, takže lze předpokládat vodíkovou vazbu. Ale v kolmici k rovině glukosových kru-

hů jsou od sebe vzdáleny atomová centra $3,1 \text{ \AA}$, což je blízko očekávané hodnotě Van der Walsových sil. Máme tedy tři různé typy vazeb, které drží krystalit pohromadě.

Nativní celulóza obsahuje asi 30 % amorfnní hmoty a regenerovaná celulóza 60 %. I v amorfnní oblasti se však řetězce setkávají a kříží a může se vytvářet spleť vazných uzlů pomocí vodíkových můstků. Tyto uzly nejsou však zdaleka tak pevné jako krystalicity. Je nutné podotknout, že pevnost a pružnost vláken závisí zejména na podílu krystalinické a nekrystalinické struktury.

Viskózoová vlákna mají vzhledem ke kratším řetězcům a většímu amorfnnímu podílu v celulóze oproti přírodnímu celulózovému vláknu pozměněné vlastnosti. Pevnost viskózoového vlákna za sucha je $1,5 - 1,6 \text{ g/den}$, zatímco u bavlny činí $2,8 - 4,2 \text{ g/den}$, tažnost je téměř dvakrát větší než u bavlny, měrná hmot a navlhavost jsou stejné. Viskózoové vlákno ztrácí pevnost při 150°C a rozkládá se při $175 - 225^\circ\text{C}$. Odolnost v oděru se zvyšuje evi-
vážními prostředky. Čím silnější je povrchová blána, tím menší je mačkavost vláken, ale tím hůře se provádí nemačková úprava.

Mačkavost celulózových vláken je vzhledem k ostatním druhům vláken vysoká. U tkanin vyrobených z vláken téhož druhu závisí mačkavost na jemnosti a délce vláken, na vlhkosti a botnavosti. Mačkavost se zvyšuje za vlhka, kdy se celulóza plastifikuje. Je-li celulóza v suchém stavu, dosahují kohézní síly

mezi jednotlivými řetězci v makromolekule maxima a sousední řetězce jsou příčně spojeny vodíkovými můstky. Při natažení hygroscopické vlhkosti jsou kohézní síly malé, protože se velká část příčných vazeb štěpí. Důležité je také zjištění, že vlákna s vyšším amorfním podílem se mačkají méně než vlákna s vysokým podílem krystalitů. S tím souvisí pochopitelně i stupeň orientace. Čím je vyšší, tím větší je i mačkovost. Jelikož krystaličnost viskózových vláken je téměř poloviční než u bavlny, mají i menší mačkovost než bavlna.

Mačkovost si též vysvětlujeme snížením pružnosti vláken. Napínáme-li vlákno, vznikají dva druhy jeho protažení: 1. elastické, 2. plastické. Elastické protažení zmizí, přestane-li působit napínací síla, kdežto plastické protažení je trvalé a zůstává, i když přestane síla působit. Tato plastická deformace má za následek mačkovost a zvyšuje se s rostoucí vlhkostí. Jak už bylo řečeno, voda porušuje vnitřní kohézní síly mezi řetězci a tím usnadňuje vzájemnou posunutelnost řetězců, je-li vlákno namáháno tahem.

Mačkání je způsobeno tlakem na ohnutá vlákna a čím pružnější je vlákno, tím lepší je jeho schopnost zotavit se.

U celulóзовých vláken je elastická deformace nízká oproti plastické. U viskózových vláken činí elastické protažení 1 - 2 %, kdežto plastické asi 25 % původní délky vláken. To je jedna z hlavních příčin mačkovosti.

ních příčin mačkovosti celulóзовých vláken.

2. Nemačková úprava močovinoformaldehydovými pryskyřicemi

Účelem nemačkové úpravy je zvýšit pružnost vláken a tím i schopnost zotavit se po zmačkání. Jde tedy o snížení mačkovosti tkanin.

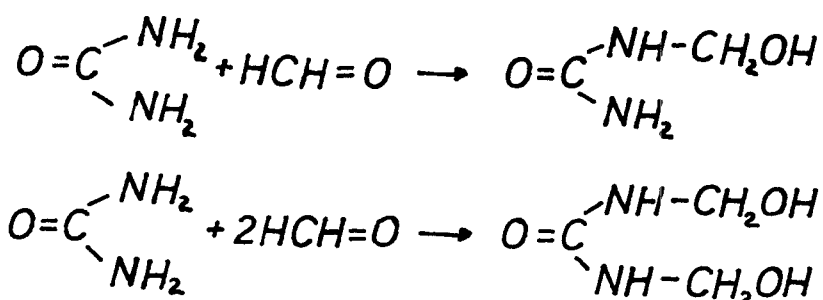
V našich závodech se používá k nemačkové úpravě výhradně tvrditelných pryskyřic. Vytvrzení probíhá až na vláknech, na nichž jsou nataženy předkondenzáty. Nejčastěji se používá dimethylmočoviny. Methylované předkondenzáty na bázi močovina - formaldehyd mají podle podležených údajů zvláštní výhody při výrobě mechanických úprav na tkaninách z viskóзовého hedvábí. Rovněž mají všeobecné výhody vzhledem ke stálosti při skladování, zvýšené stálosti v impregnační lázni a nízkém obsahu volného formaldehydu.

Řidčeji se používá methylolaminu nebo reaktivních předkondenzátů. V závodě - kde se měření provádělo, se používá dimethylolmočoviny. Proto jsem se soustředil na provádění úpravy touto látkou.

Nemačková úprava se provádí s lázní připravené z Depremolu M, což je 50 %ní pasta dimethylolmočoviny. Pro viskóзовé látky postačí koncentrace 150 - 200 g/L Depremolu M pasty. Depremol M obsahuje asi 5 % volného formaldehydu.

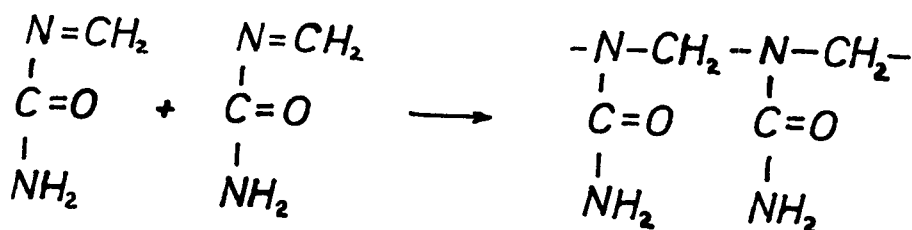
Dimethylolmočovinu získáme tak, že zahříváním močoviny z form-

aldehydem se nejdříve utvoří monomethylolmočovina a teprve pak di-
methylolmočovina dle schematu:

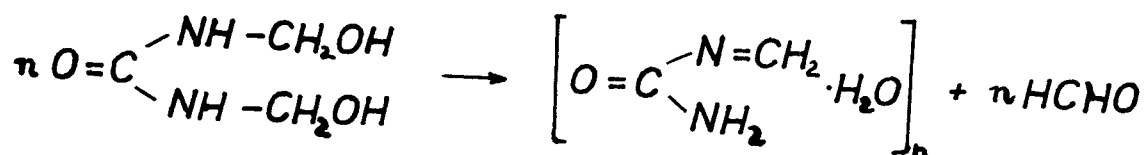


Dimethylolmočovina je sněhobílá krystalická látka dobře rozpust-
ná ve vodě. Má poměrně málo rozměrné molekuly, které snadno pro-
nikají do pórů vláken. Dimethylolmočovinu připravujeme reakcí form-
aldehydu s močovinou. Na 1 mol močoviny musíme vzít 2 moly form-
aldehydu. Bylo zjištěno, že nejhodnotnější nemačkovou úpravu dává
předkondenzát z 1 molu močoviny s 1,6 moly formaldehydu. [2] Je
na místě připomenout, že právě tento poměr hraje důležitou roli,
zejména při úpravě viskóзовých vláken. Na poměru močoviny k form-
aldehydu závisí účinnost předkondenzátu. Se stoupajícím množ-
stvím formaldehydu roste nemačkovost, ale klesá pevnost.

Dimethylolmočovina odštěpuje snadno formaldehyd a přechází
v methylenmočovinu $\text{NH}_2\text{CO}-\text{N}=\text{CH}_2$. Monomerní methylenmočovina
polymerizuje podle schematu:



příčemž se „otevře“ dvojná vazba, takže se vytvoří polymethylen-
močovina. Příslušná rovnice je



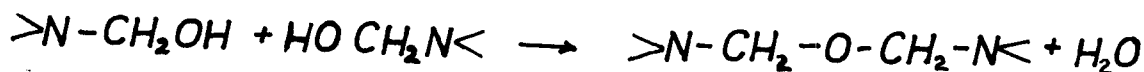
Příprava tvrditelných pryskyřic z rozpustných předkondenzá-
tů se provádí přímo na vláknech. Nejčirve tkaninu naklocujeme
vodným roztokem předkondenzátu s přidavkem katalyzátoru, který
urychluje vznik pryskyřice. Pak se provádí stejnoměrné odmačknu-
tí a usušení při nevysoké teplotě. Potom se zahřívá tkanina na
teplotu nad 100 °C po předepsanou dobu. Probíhá polykondenzace
a tvoří se nerozpustné pryskyřice přímo ve vláknech. Tento pochod
se nazývá „kondenzace“ čili „pečení“.

Při pečení mohou nastat v podstatě dva případy:

- a/ v pórech vláken vzniká nerozpustná pryskyřice
- b/ molekuly předkondenzátu reagují s OH skupinami řetězce celu-
lózy, popřípadě zprostředkují zesítnění celulózy.

U dimethylolmočoviny, která má reaktivní methylolové a imi-
dové skupiny, mohou při kondenzaci nastat tyto hlavní reakce:

1/ vzájemná reakce dvou methylolskupin:



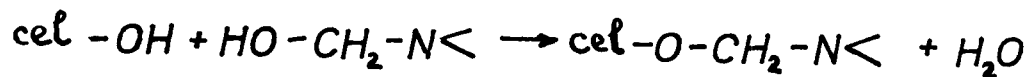
nebo



2/ reakce methylolskupiny s imidoskupinou:



3/ reakce methyloiskupiny s OH skupinami celulózy:



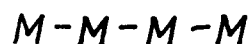
Při kondenzaci může nastat devět druhů zolodin [2]. Některé druhy odpovídají případu a. /1-3/, jiné případu b. /4-9/ uchyce-
ní pryskyřice ve vláknech.

Může vzniknout:

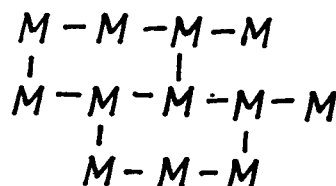
1/ cyklický dimer



2/ lineární polymer



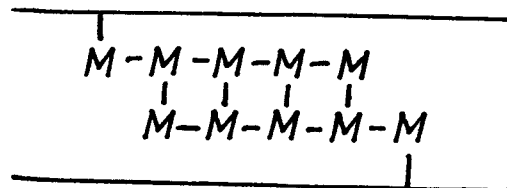
3/ sesíťovaný polymer /třírozměrný/



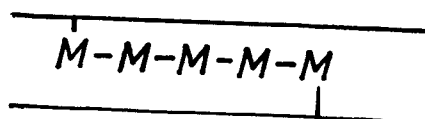
4/ jednoduchý můstek



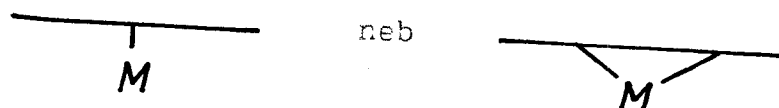
5/ můstek skládající se ze sesíťovaného polymeru



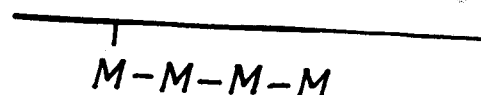
6/ můstek skládající se z lineárního polymeru



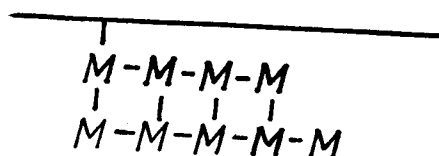
7/ monomer vázaný toliko na jeden celulózový řetězec



8/ lineární polymer vázaný pouze na jeden celulózový řetězec

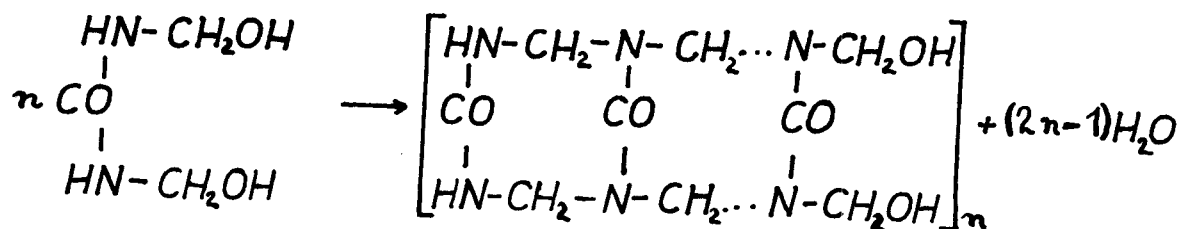


9/ sesíťovaný polymer vázaný pouze na jeden celulózový řetězec



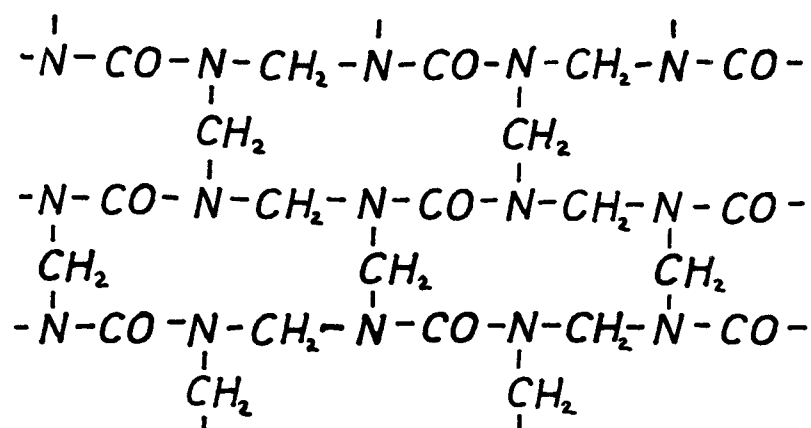
V těchto schematických vzorcích je písmenem M dimethylolmočovina a delší úsečkou glukózový řetězec celulózy.

Při kondenzaci dimethylolmočoviny se nejdříve utvoří řetězové makromolekuly



V další fázi pak nastává sesíťování těchto lineárních makromolekul methylenovými můstky. Tvoří se složitější třírozměrné útva-

ry:



Konečnou upločinou pečení je pak polymethyloimethylenová močovina. Kromě toho se zde nachází i volné methylolové skupiny, jejichž množství závisí na stupni kondenzace a způsobuje nežádoucí vlastnost upravených tkanin, přilírat aktivní chlór z chlornanových lázní.

Příčnými vazbami mezi celulóзовými řetězci je omezena možnost jejich vzájemného posunutí a tím také zmenšena i plastická deformace vláken, působící mačkovost.

Při nemačkové úpravě umělého hedvábí se spotřebuje dvakrát tolik pryskyřice než u bavlny, což odpovídá poměru amorfního podílu ve vlákne. Tudiž množství spotřebované pryskyřice přepočítané na amorfni celulózu je stejné.

V závěru této kapitoly bych chtěl odvodnit význam kondenzace a tím i nutnost jejího správného provedení pro kvalitní nemačkovou úpravu.

Při provádění normálního procesu nemačkové úpravy se uskutečňuje konečná kondenzace pryskyřice při teplotách kolem 140°C , případně vyšších. Dochází k značnému zesítnění, což závisí hlavně na tvorbě velmi silných vazných uzlů, v kterých umělé pryskyřice působí jako vazební prostředek mezi řetězci molekul. Tato síť je doplněna vaznými uzly vodíkových vazeb vzniklých při vysoké teplotě, které jsou pravděpodobně silnější než normální.

Takto je síťový systém stabilizován vazbami celulóza - pryskyřice - celulóza v intervalech, doplněných vazbami celulóza - celulóza, vzniklými za horka. Obsahuje také i obvyklé vodíkovými můstky vázané uzly.

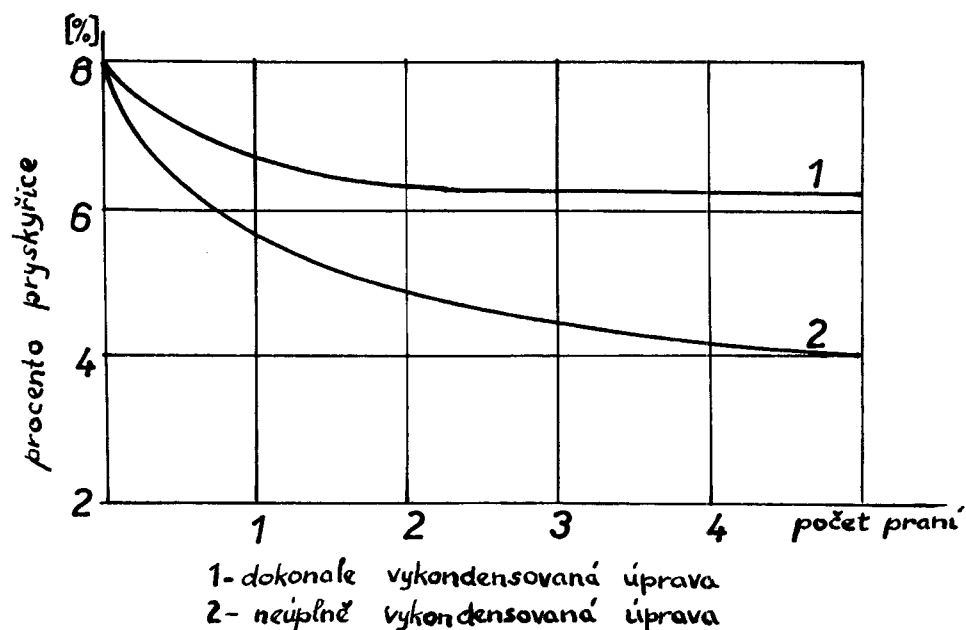
Jak bylo ve schématech naznačeno, tvoří pryskyřice sama o sobě třírozměrné sítě, takže vzniká velmi složitá struktura pryskyřičné sítě v amorfni síti celulózy, uvnitř sítě molekulových řetězců a krystalitů. Nepřekvapuje, že zpracovaný materiál vykazuje dobrou schopnost zotavení po zmačkání.

3. Kondenzace a její vliv na úpravu

Po naklocování tkaniny předkondenzátem na foulardu se pro-
vádí sušení. Při vyšších sušících teplotách je nebezpečí před-
běžné kondenzace a proto je nutné zajistit, aby sušící procesy
probíhaly při teplotách, které bezpodmínečně neovlivňují synte-
tické pryskyřice. Předkondenzáty v usušené tkanině se vytvrzují
kondenzací v nerozpustné pryskyřice.

Na kondenzaci závisí nevypratelnost úpravy i její kvalita.
Je třeba volit teplotu a dobu kondenzace potřebnou k úplné pře-
měně kondenzátů v nerozpustnou pryskyřici. Zbytečně dlouho však
není nutné kondenzovat, neboť by utrpěla pevnost vláken.

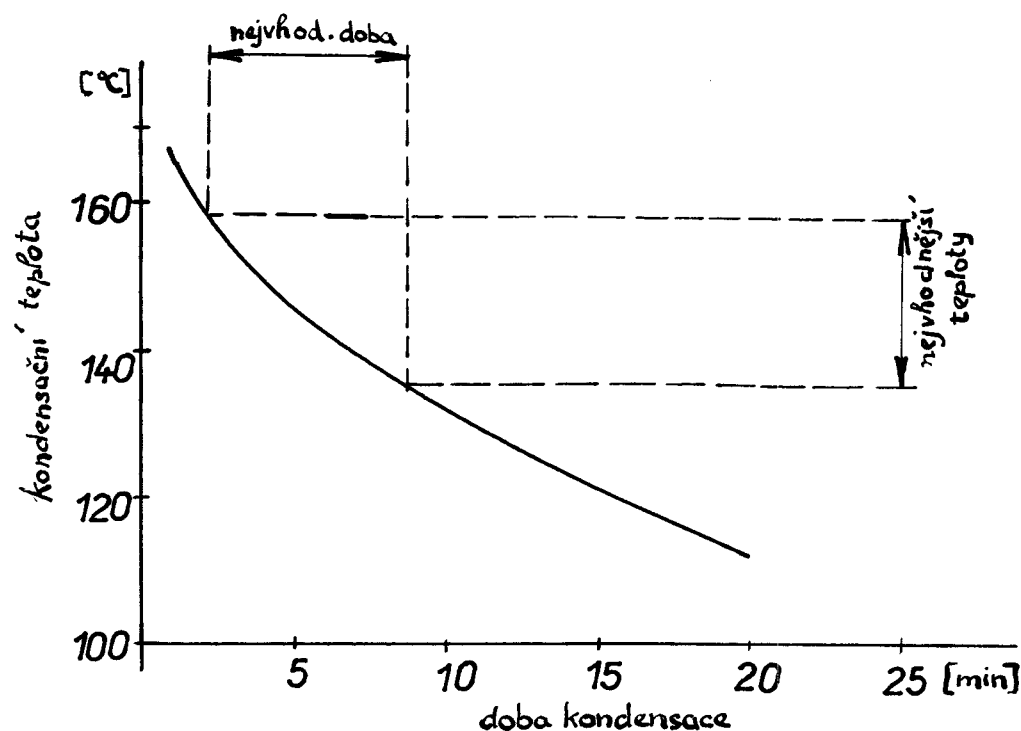
Na kondenzaci závisí i stálost v praní a na jejím správném



obr.3

provedení, úhel mačkovosti. Vliv kondenzace na vypratelnost úpra-
vy Depremolem M ukazují křivky na obr. 3 [2].

Dodržujeme-li stejné podmínky, pak závisí potřebná doba kon-
denzace na teplotě. Čím větší je teplota použitá ke kondenzaci,
tím kratší dobu může působit. Pro každ. druh předkondenzátů je
však nutné překonat určitou minimální teplotu potřebnou k nále-
žitému vytvrzení. Obvyklé teploty se pohybují mezi 130 - 160 °C
a časy od 1 do 7 minut /obr. 4/. [2]



obr. 4

Katalyzátory podstatně urychlují kondenzaci a snižují potřeb-
nou teplotu. Vliv katalyzátorů na kondenzační teplotu je uveden

v tabulce 1. Kromě vlivu katalyzátorů a teploty působí na průběh kondenzace i kyselost klocovací lázně, zbytková vlhkost usušené tkaniny, druh příze, počet zákrutů a vazba tkaniny.

Tabulka č. 1 [2]

Vliv katalyzátorů na kondenzační teplotu

Katalyzátor	Koncentrace [g/l]	Kond. teplota [°C]
dusičnan amonný	2 - 5	130 - 140
kyselina glykolová.....	35	135 - 140
kyselina γ -chlórmásečná	5 - 7	140
chlorid horečnatý.....		150 - 180
chlorid zinečnatý	20 - 30	115 - 130
katalyzátor A Ciba.....	5 - 25	140 - 150

Důležitým zjištěním je, že pro kvalitu žádaného efektu jsou rozhodující první minuty kondenzace. Velkým přáním úpravářů je provádění šokové kondenzace, kdy by se kondenzace uskutečňovala podobně jako fixace v několika vteřinách. Toto je však nereálné, neboť kondenzační proces je na rozdíl od fixace procesem časovým.

Během kondenzace klesá hodnota pH tkaniny ze 4,5 na 3,5. Je tedy stanovit pH technickou zkouškou a v provozu dle něj kontrolovat správný průběh kondenzace.

VŠST LIBEREC Fakulta textilní	Stanovení podmínek tepel. zpracování nemačkové úpravy se zaměřením na op- timální účinnost na kondenzačním stroji Artos.	Strana 18 V. Haas
Doporučuje se kondenzovat bezprostředně po usušení, aby se omezily tepelné ztráty. Při kondenzaci se nemá tkanina napínat, nýbrž úplně uvolnit. Nejčastěji se provádí kondenzace v kondenzačních pecích.		

4. Ohřev materiálu

Jakostní provedení nemačkové úpravy závisí zejména na do-
konalém provedení kondenzace při optimální teplotě a čase zpra-
cování. Velmi důležitá je proto znalost ohřevu materiálu, který
tuto optimální teplotu a čas ovlivňuje.

Tkaniny jsou termicky pomalé látky. Výměna tepla mezi tep-
lonosným médiem a vlákny je špatná a pomalá. Proto se zvyšuje ne-
bezpečí nerovnoměrného vytváření pryskyřice. Ohřev materiálu je
také jednou z hlavních příčin snižování účinnosti kondenzačních
strojů. Velká část vedení se totiž využívá právě na ohřev mate-
riálu.

Ohřev materiálu je otázkou sdílení tepla. Může být prováděn
kontaktním, sálavým nebo konvekčním přenosem tepla. Od kontakt-
ního ohřevu se převážně upouští pro jeho ne hospodárnost a proto,
že se u mnoha druhů zboží nezabrání vzniku Moiré - efektu. Po-
někud více se používá sálavého ohřevu, častěji však v kombinaci
s nejrozšířenějším způsobem ohřevu, konvekčním.

Průběh teploty při ohřevu materiálu je patrný z křivky na
obr. 5 [8]. Teplonosné médium se ochlazuje po předání tepla
zloží z teploty t_1' na t_2'' a proudí proti směru zboží. Jedná se
tedy o „protiproud“, který však pro zjednodušení bez podstatné
chyby zaměňujeme „soproudem“. Rovněž lze zanedbat ochlazení

teplonosného media a jeho teplotu považovat za konstatní t_1 .
Neuvažujeme ani tepelný odpor zboží. Po řadě těchto předpokladů
platí vzorec pro výpočet doby ohřevu materiálu z.

$$Z = \frac{(G/F) \cdot c_m}{\alpha} \ln \frac{t_1 - t_2'}{t_1 - t_2''} \quad /1/$$

Lépe se pamatuje vzorec ve tvaru

$$Z = \frac{(G/F) \cdot c_m}{\alpha} \ln \frac{\Delta t_{\text{velké}}}{\Delta t_{\text{malé}}} \quad /1a/$$

Ve vzorci značí výrazy:

G/Fplošnou váhu zboží kg/m^2

c_{tk}specifické teplo zboží $\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$

αsoučinitel přestupu tepla, vztažený na plošnou jed-
notku $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

$\Delta t_{\text{velké}}$...teplotní spád na počátku vyhřívacího pochodu $^\circ\text{C}$

$\Delta t_{\text{malé}}$teplotní spád po určité době ohřevu $^\circ\text{C}$

Rovnici /1/ lze odvodit tak, že považujeme za známou střed-
ní teplotní diferenci

$$\Delta t_m = \frac{t_1'' - t_2'}{\ln \frac{t_1 - t_2'}{t_1 - t_2''}} \quad /2/$$

Ze zákona o zachování energie, při zanedbání ztrát, vyplývá,
že teplo přiváděné materiálu se rovná teplu materiálem přijatým.
Obdržíme rovnici

$$\alpha \cdot l \cdot B \cdot \Delta t_m = (G/F) \cdot B \cdot w \cdot c_m \cdot (t_1'' - t_2') \quad /3/$$

ve které l značí délku vedení zboží vyhřívací dráhou, B šířku zboží a w rychlost běhu zboží. Za w dosadíme l/z . Po úpravě lze rovnici /3/ převést na tvar rovnice /1/.

Součinitel přestupu tepla $\mathcal{L}^*$ je opatřen hvězdičkou, aby bylo zřejmé, že není vztažen na povrch tkaniny, nýbrž na její plochu. Při oboustranném ohřevu platí vztah

$$\mathcal{L}^* = \mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2 \quad /4/$$

kde $\mathcal{L}_1$ a $\mathcal{L}_2$ jsou součinitelé přestupu tepla na každé straně tkaniny. Je třeba pamatovat na to, že tkanina nepřichází do vyhřívacího procesu absolutně suchá. Je v ní obsažen určitý stupeň hygroskopické vlhkosti x . Tato vlhkost se během ohřevu odpařuje.

Při výpočtu doby ohřevu předpokládáme, že odpařování vlhkosti x probíhá rovnoměrně po celý vyhřívací proces.

K tomuto účelu spotřebované teplo zahrnujeme do specifického tepla.

$$c_{tk} \approx c_{tk0} + \frac{x \cdot r}{t_2'' - t_1''} \quad /5/$$

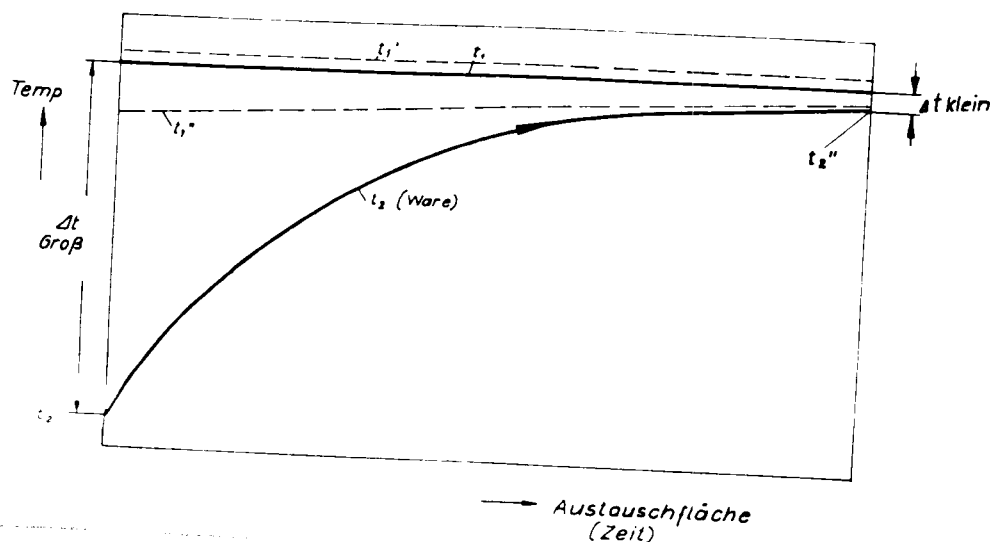
Přitom považujeme c_{tk0} za skutečné střední specifické teplo absolutně suché tkaniny. Teplo potřebné k odpaření vlhkosti se značí r .

Byl uveden početní vztah /1/ pro výpočet doby ohřevu tkaniny. Výpočet je plně zaručen jen tehdy, kdy ž známe velikost vli-

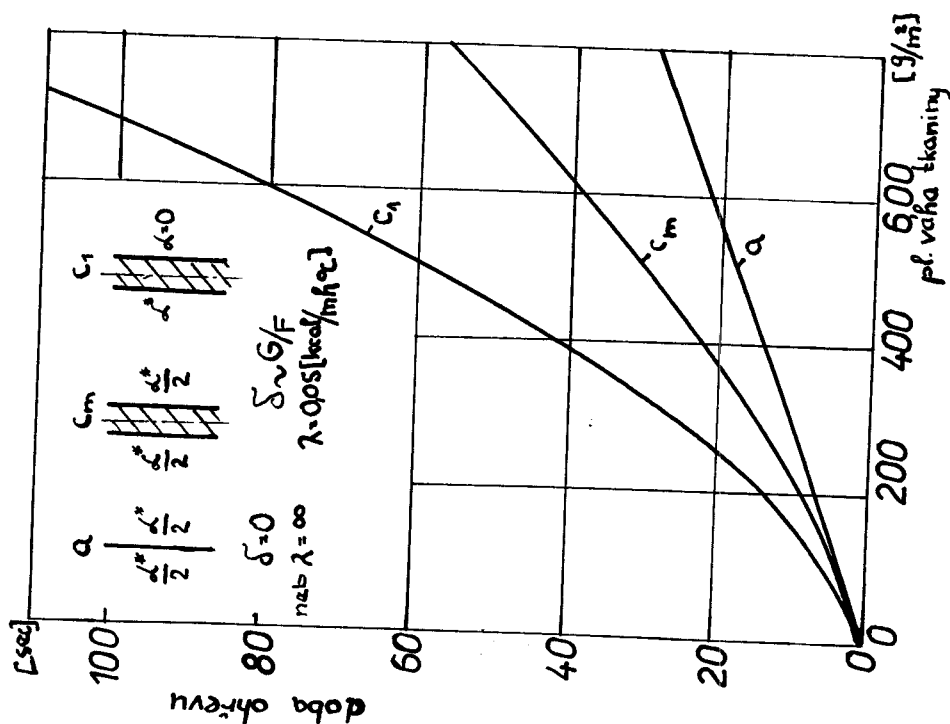
vů na ohřev materiálu. Jsou to:

a/ váha a stupeň vlhkosti zboží

b/ teplotní spád mezi pracovním médiem a zbožím na začátku a na konci zpracování.



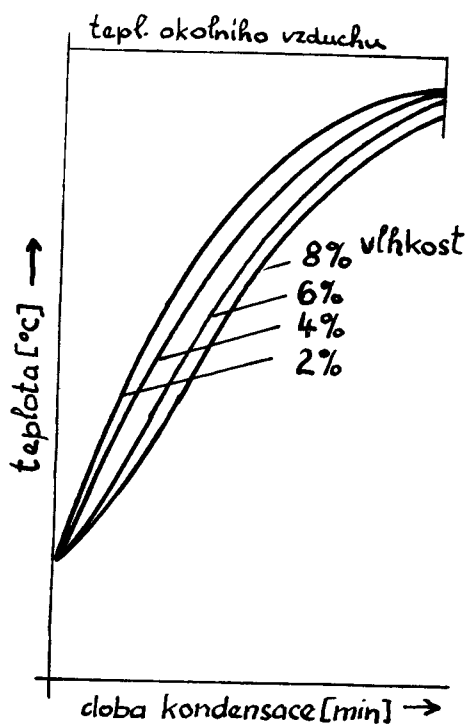
obr. 5



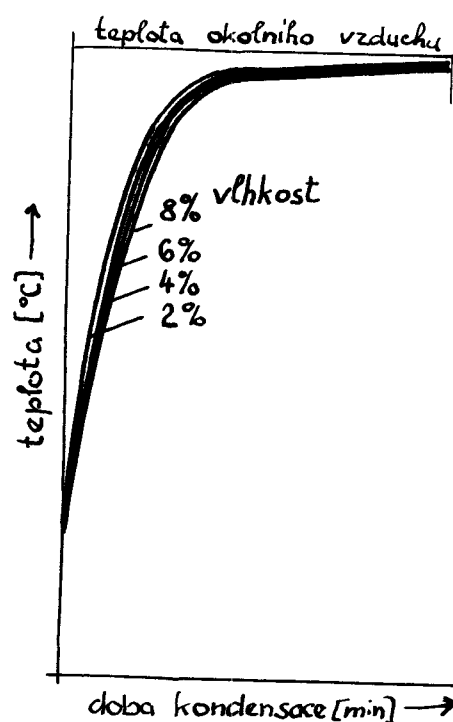
obr. 6

Prodloužení doby ohřevu roste se špatnou vodivostí teple v tkanině a s její tloušťkou. Na obr. 6 [8] je znázorněn vliv tepelné vodivosti na dobu ohřevu. Křivka a vyjadřuje průběh ohřevu v případě, že tkanina neklade odpor teple čili $\lambda = \infty$, křivka c_m v případě odporu tkaniny čili pro $\lambda = 0,05 \text{ /kcal/mh}^\circ\text{C/}$ při oboustranném ohřevu a křivka c_1 také pro $\lambda = 0,05 \text{ /kcal/mh}^\circ\text{C/}$, ale při jednostranném ohřevu.

Z obr. 7 je zřejmý vliv vlhkosti materiálu na dobu ohřevu. [10]



obr. 7

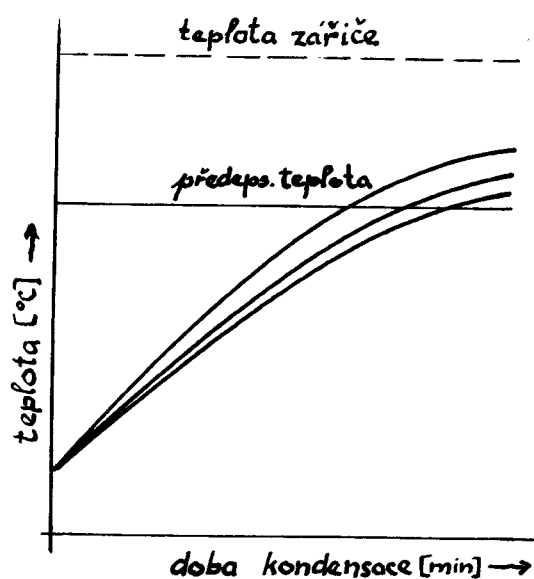


obr. 8

Čím je tato vstupní vlhkost větší, tím déle trvá ohřev. Kolísání ve velikosti vstupní vlhkosti zvyšuje náchylnost ke kolísání v ohřevu. To je i důvodem špatné reprodukovatelnosti pochodu.

Aby se co nejvíce zamezilo vlivu kolísání vlhkosti, používá se rychlého vyhřátí tkaniny na začátku kondenzačního procesu. Tím se zaručuje, že velká část zboží bude mít během zpracování konstantní teplotu. Po krátkém ohřevu následuje prodleva, při které se dovršuje tepelná úprava. Je také splněn důležitý požadavek reprodukovatelnosti pochodu, protože vliv vlhkosti je omezen. Obr. 8 [10] ukazuje křivky ohřevu materiálu při různé vstupní vlhkosti v případě, že bylo zboží na počátku procesu rychle vyhřáto.

Křivky ohřevu při sálevém vyhřívání /obr. 9/ se poněkud liší od dosud uvedených křivek ohřevu při přenosu tepla konvekci. Teplota zářiče leží daleko výše než předepsaná teplota zboží. V praxi se musí dbát na přesnou teplotní regulaci, aby nedošlo k překročení předepsané teploty. Z obr. 9 a 7 vyplývá výhoda



obr. 9

konvekčního ohřevu. Při něm leží teplota horkého vzduchu jen nepatrně nad předepsanou teplotou zboží, čímž je její překročení a tím i zničení zboží vyloučeno. Často se používá kombinace sálevého a konvekčního ohřevu.

Z uvedených poznatků ohřevu materiálu vyplývá řada úko-

lů pro řešení dokonalého vyhřetí materiálu v kondenzačním stroji
na předepsanou teplotu. Jímí se zabývám v další kapitole.

5. Kondenzační stroje a způsoby vyhřívání

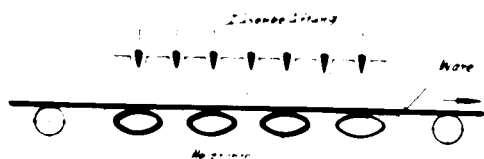
Hlavní úkoly kondenzačního stroje spočívají:

- 1/ v dokonalém vyhřátí tkaniny s pryskyřicí na předepsanou tep-
lotu
- 2/ Při použití úpravy močovinoformaldehydovou pryskyřicí v odpa-
ření odštěpené vody a jejím odvádění.

Jak už bylo řečeno v předešlé kapitole, je nutný pro od-
stranění vstupní vlhkosti rychlejší ohřev materiálu na počátku
procesu. Vyhřívání má v ideálním případě probíhat tak rychle,
jak je možné, přičemž musí být zaručena jeho rovnoměrnost, aby
se zamezilo migraci pryskyřice. Proto se tkanina nejdříve vede
rychlovyhřívací drahou. Po rychlém ohřevu materiálu na příslušnou
teplotu prochází pak materiál prodlévací zónou, kde se má tep-
lota materiálu udržet na konstantní hodnotě po celou dobu kon-
denzace.

Existují různé konstrukce rychlovyhřívacích drah. Všechny
však musí zaručit rovnoměrný ohřev materiálu. Tepelná energie
se musí přivádět stejnoměrně na obě strany tkaniny, a sice po
celé její šíři.

Konstrukční řešení rychlovyhřívací dráhy, které je na-
značeno na obr. 10 ^[9], využívá při ohřevu materiálu kombinace
kontaktního přenosu tepla s konvekčním. Jedna strana tkaniny je
vedena přes vyhřívací horké trubky a na druhou stranu se přivádí

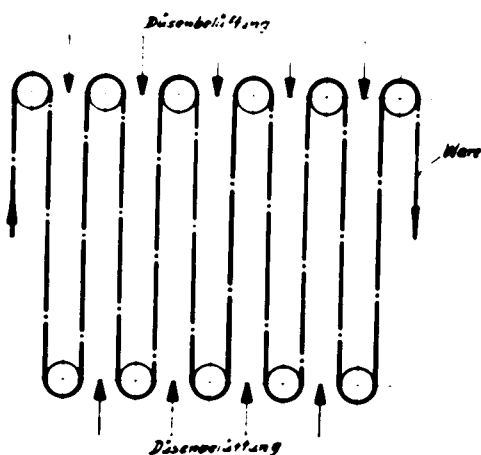


obr.10



obr.11

/obr. 12/ [9]. Používá se různých systémů dýz a jejich tvarů, aby se dosáhlo co největšího množství přestupů tepla. Teplota okolního vzduchu je totiž omezena požadovaným průběhem křivky ohřevu, neboť smí ležet jen málo nad předepsanou teplotou zboží.



obr.12

proud teplotoného média dýzami. Nevýhodou této dráhy je, že na každé straně tkaniny probíhá přenos tepla jinou formou, což má za následek, že se neustálí přesně teplota povrchu tkaniny a nelze ji řádně nastavit. To vyvolává migraci pryskyřice.

Rozšířeny jsou i vyhřívací zóny ve formě dýzových drah /obr. 11/ nebo dýzové hotflue

Tento fakt vylučuje zvýšení vyhřívacího výkonu vzrůstem teploty. Musí se tedy zvýšit součinitel přestupu tepla, což je zřejmé ze základního vztahu pro výpočet přenášeného tepla, kde

$$Q = \alpha F \Delta t \quad /6/$$

Ve vzorci značí:

Q...přenesené množství tepla

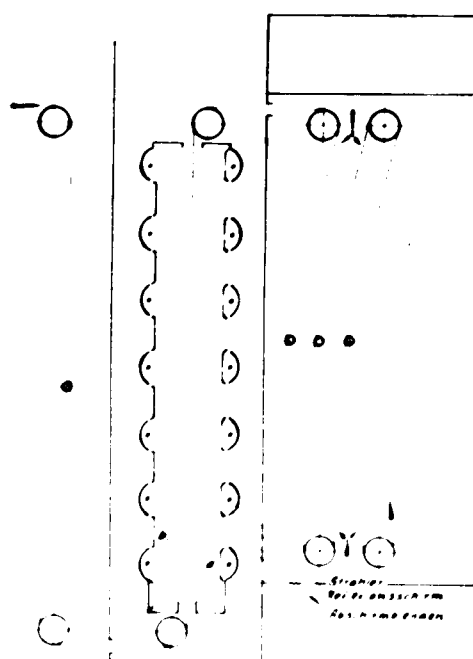
/kcal/hod/

α ...součinitel přestupu tepla / kcal/m²hod°C/

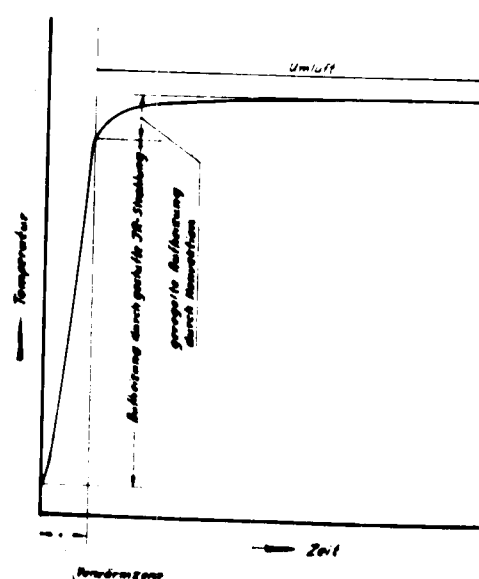
F...plocha výměníku v m²

t...rozdíl mezi teplotou vzduchu a zboží v °C

Ideální řešení rychlovyhřívací dráhy představuje po mnoho let vyvíjená infračervená šachta se svisle vedenou tkaninou /obr. 13/. Jde o sálevý přenos tepla uskutečňovaný elektrickými



obr.13

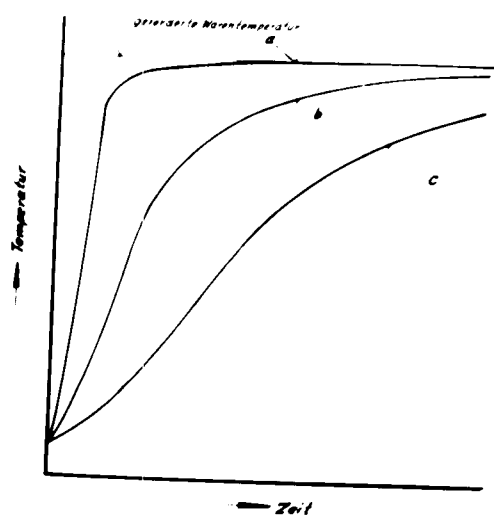


obr.14

zářiči umístěnými po obou stranách rychlovyhřívací dráhy. Je-li stroj v pohybu, jsou zářiče odkryty a v případě, že se stroj z nějakých příčin zastaví, zakryjí se víky. Tím nemůže dojít k znehodnocení zpracovávané partie zboží. Velké výhoda tohoto ohřevu spočívá v tom, že umožňuje rychlé a přesto „mírné“

vyhřátí uvnitř tkaniny.

Jak ukazuje obr. 14 je možné ohřát textilní materiál v ně-
kolika vteřinách na vysokou teplotu, aniž bychom pracovali s ně-
jakých rychlým proudem vzduchu při povrchu tkaniny. Ve srovnání
s konvekčním ohřevem je výhodou infračerveného ohřevu fakt, že
ve vyhřívací komoře není třeba oběhu vzduchu. Zatímco při kon-
vekčním ohřevu se dosahuje žádané teploty teprve po minutách,
dosáhne se při infračerveném ohřevu této teploty již po vte-
řinách. To je zřejmé z obr. 15, [9] kde jsou křivky ohřevu
při použití různých vyhřívacích drah za stejného vydání energie.
Křivka a značí průběh ohřevu materiálu v infračervené zóně s ná-
sledujícím omezením růstu teploty nad předepsanou mez konvekcí.
Křivka b značí průběh ohřevu materiálu za použití konvekční-
ho vyhřívání se zvýšeným počtem přestupů tepla a křivka c zná-
zornňuje ohřev při konvekčním přenosu tepla bez použití rychlo-
vyhřívací dráhy.



obr.15

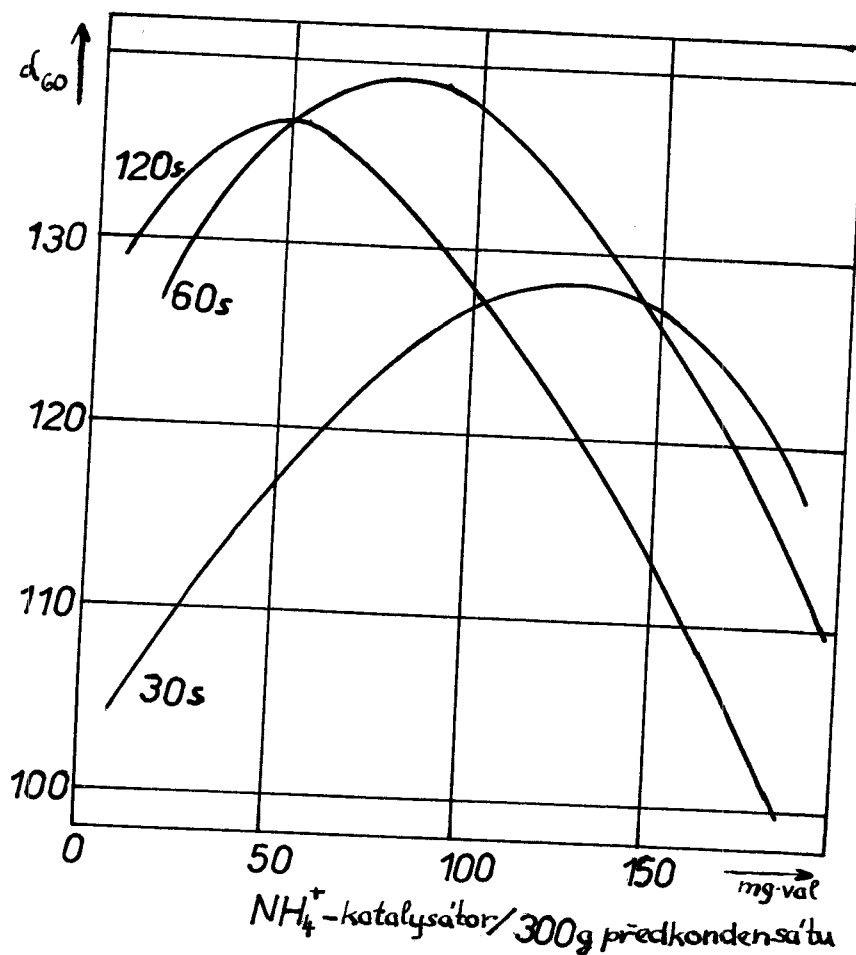
Forma tohoto ohřevu je velmi
výhodná, působí stabilitu teploty
v prodlévací zóně i rovnoměrné roz-
ložení pryskyřice v tkanině.

Účinnost infračerveného ohřevu
závisí na volbě působící vlnové
délky záření. Podobně jako v radio-

technice je třeba správného nastavení vysílače i přijímače, je třeba i zde souladu mezi vysílanými paprsky a jejich příjmem v-
hřívanou látkou. Nejúčinnější vlnová délka se pohybuje mezi 0,8
až 10 μm . Velmi důležité je při tomto způsobu ohřevu použití
vhodného katalyzátoru o správné koncentraci. Jako katalyzátoru
se při dimethylol - pryskyřičné úpravě používá amonných solí.
Tak např. [7] při použití 50 %ního předkondenzátu předsušeného
při 70 °C na zbytkovou vlhkost 7 % byla zpracována viskózní dám-
ská šatovka /váha 320 g/m²/ při 180 °C po dobu 30, 60 a 120 sec.
Maximální vlnová délka $\lambda_{\text{max}} = 3 \mu\text{m}$. Byla použita různá kon-
centrace amonného katalyzátoru a zkoumán úhel zotavení. Jak je
patrné z obr. 16 byly nejlepší výsledky dosaženy při zpracování
po dobu 60 - 120 sec koncentrací NH_4^+ iontů 100 - 150 mg na 300
g předkondenzátu. Zatímco úhel zotavení α_{60} po 60 minutách
u neupravené látky činil 69°, činil po úpravě téměř 140°.

Bylo uvedeno několik způsobů použití rychlovyhřívacích drah.

Rychlovyhřívacím pochodem však ještě tepelné zpracování ma-
teriálu nekončí. Teprve v prodlévací zóně dochází k dokonalému
vytržení pryskyřice. Je třeba vyrovnat teplotu tkaniny na přede-
psanou hodnotu a udržovat ji po celou dobu kondenzace na stejné
výši, jak ukazuje obr. 14. Často však dochází k prostoru u vý-
stupní štěrbině stroje k poklesu teploty materiálu a tím i
ztrátám. Tuto otázku bude třeba ještě dorešit.

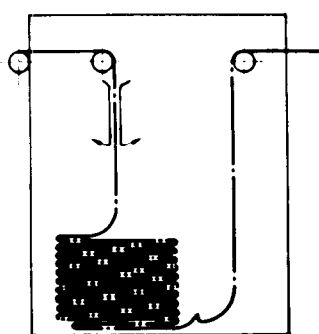


obr. 16

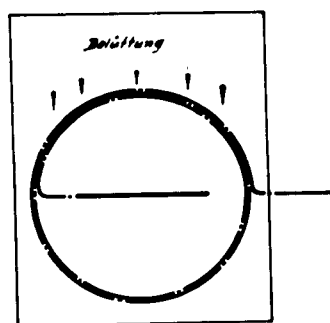
Úkolem prodlévací zóny je přivádět materiálu průběžně z obou stran tepelnou energii a přitom pečovat, aby byly odsávány vodní páry i výpary z prykyřice. Prodlévací zóna musí být dostatečně veliká, aby se dosáhlo optimálního úpravářského efektu při prodlévě třetí minuty.

Za nejjednodušší prodlévací zařízení se považuje zbožová skládka /obr. 17/, kterou je tkanina skládána do vyhráté pro-

dlévací komory. Po určitém čase je složená tkanina z komory od-
vedena. V tomto zařízení však nemůže kondenzační proces proběh-
nout dokonale. Vrstvy látky prakticky znemožňují, aby se k po-
vrchu látky přiváděla rovnoměrně z obou stran tepelná energie.
Dovnitř odvádění odštěpených zplodin je obtížné.



obr.17



obr.18

Ani prodleva materiálu ve formě
velkonábalu /obr. 18/ [9] není vhodná,
zvláště prostředně těžké a těžké lát-
ky.

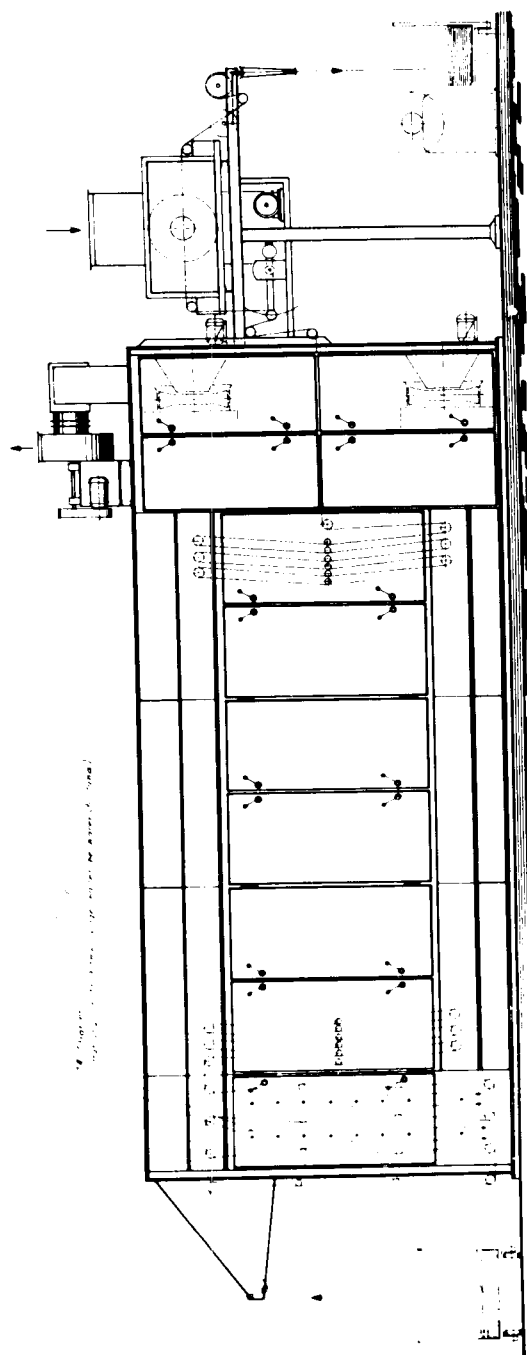
V kondenzačním stroji musí být
vedení vzduchu provedeno tak, aby se
zajistila rovnoměrná výměna tepla po
obou stranách tkaniny. Aby se zabrá-
nilo „mrtvým hnízdům“ v proudění vzdu-
chu, musí být zajištěno jeho dvojitě
vedení po obou stranách tkaniny. Na
obr. 19 je takový stroj firmy Haas [9].
Stroj je též vybaven „ochlazováním“
zboží konvekci po prožití rychlovyhří-

vací drahou.

V kondenzačních strojích se může používat jako teplosměn-
né media proud horkého vzduchu nebo přehřáté páry, či jejich
kombinace. Bylo zjištěno, [4] že provádí-li se kondenzace v pros-

toru obsahujícím více než 20 % přehřáté páry, zlepší se odolnost upravené tkaniny proti odírání, úhel zotavení se však trochu zmenší /tab. 2/. Částečně se zlepší i pevnost tkaniny, ovšem je možné, že na úkor snížení stupně tvrzení. Schraut se ve své práci [8] zabývá otázkou, zda za stejných podmínek dochází k urychlení ohřevu při použití přehřáté páry pro přenos tepla. Po laboratorních měřeních a výpočtech došel k závěru, že se v konečném efektu doby ohřevu materiálu přehřátou parou a horkým vzduchem téměř neliší. Příčinou odlišných vlastností tkaniny při provedení kondenzace přehřátou parou nejsou rozdíly v době ohřevu, nýbrž chemicko-technologické vlivy.

Velmi zajímavé je použití tryskových kondenzačních rámců, kde probíhá sušení i kondenzace. Provádí se přehřátou parou /teplota asi



obráz. 19

Tabulka 2. Odolnost oděru u umělého hedvábí

% použité páry v peci	zlepšení oděru v %
0	0
23	3
35	13
49	37
65	70
73	86
78	96
92	108

160°C/ prodící vysokou rychlostí tryskami, umístěnými těsně nad běžící tkaninou. Pryskyřice se vytvrdí během asi 1 minuty. Je zde však nebezpečí, že se pryskyřice nevytvrdí stejnoměrně. Velkou výhodou je však úspora tepelné energie.

Důležitost správného provedení kondenzace byla již opodstatněna. Je třeba proto najít vždy optimální teplotu a dobu kondenzace. Vyšetření této optimální teploty a doby kondenzace se provádí na vzorcích zpracovávané tkaniny, při určitých teplotách a časech kondenzace. Hledá se pak vzorek s nejvhodnějšími mechanicko-fyzikálními vlastnostmi.

6. Hodnocení nemačkové úpravy a její vliv na jakost tkaniny

Efekt úpravy se posuzuje podle úhlu mačkovosti, vlastně podle jeho zvýšení. Obvykle se stanoví jednak po osnově, jednak po útku. Z těchto hodnot se pak vypočítá průměr. Pro tkaniny z regenerova-
né celulózy bývá předepsán úhel 100° .

Dále se posuzuje jakost upravené tkaniny, především pevnost v přetrhu a odolnost proti odírání, popř. tažnost a srážlivost.

Tabulka 3. Vliv úpravy na odolnost proti odírání

% upevněné pryskyřice	počet cyklů do rozedření
0	2200
2,5	2000
5,6	1820
8,3	1270
11,2	620
15,7	600
17,2	400

U tkanin z regenerované celulózy se pevnost téměř nemění, obvykle se ještě zvyšuje pevnost za mokra. Odolnost proti odírá-
ní se však podstatně snižuje /tab. 3/ [2]. Životnost upravených
výrobků však neklesá úměrně s tímto snížením. Tento rozdíl se

vysvětluje tím, že se nemačkovou úpravou sníží tažnost vláken, což vede k nevýhodnému rozmístění tlaků při oděrových zkouškách.

Nemačková úprava působí v tkanině následující výsledné efek-
ty:

- a/ zvýšená odolnost proti zmačkání a zvýšená schopnost zotavení po zmačkání
- b/ po vyprání uschne bez záhybů
- c/ zmenšená srážlivost v prádle
- d/ zvýšená pevnost v přetrhu za mokra u umělého hedvábí
- e/ zvýšená stálost většiny barev v otěru
- f/ menší smáčivost ve vodě a rychlejší schnutí
- g/ lepší omak a splývavost tkaniny
- h/ větší váha
- i/ větší odolnost proti kroucení tkaniny, takže oděv podrží lépe tvar i vzhled
- j/ větší odolnost proti posunu a prodření
- k/ base pro moderní nehořlavé úpravy
- l/ větší odolnost proti poškození světlem a povětrnostním vlivům
- m/ větší odolnost proti hnilobě.

7. Shrnutí

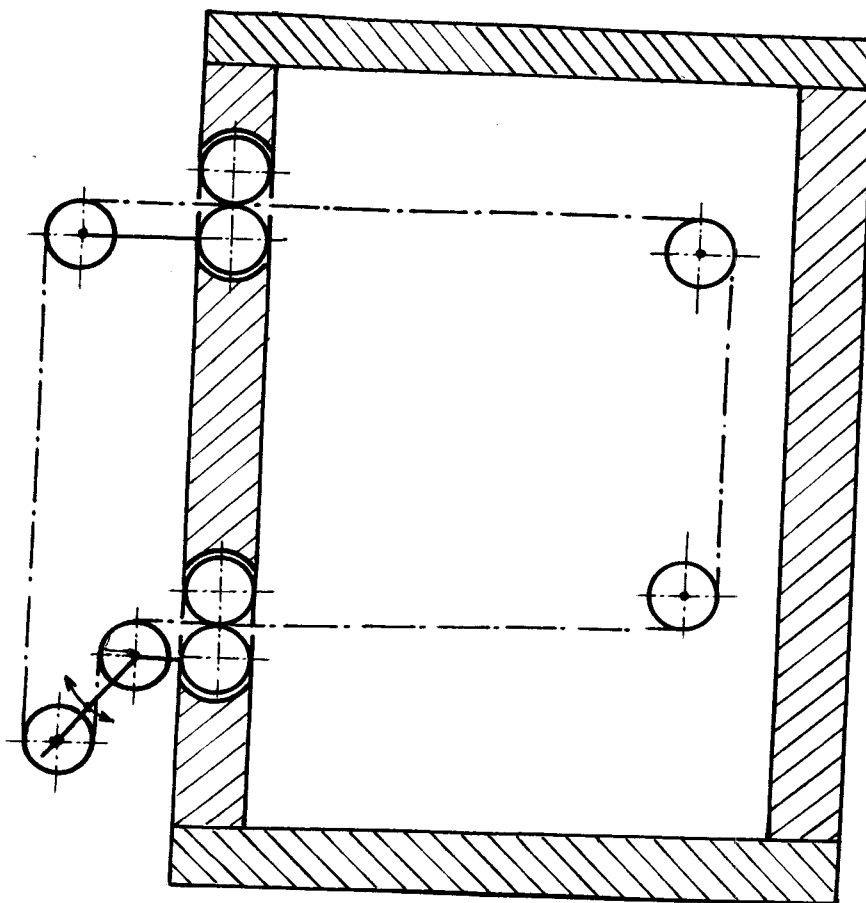
V teoretické části jsem objasnil příčiny mačkovosti viskóзовých vláken a omezení této jejich nežádoucí vlastnosti nemačkovou úpravou. Byl zdůrazněn vliv kondenzace na nemačkovou úpravu a zabýval jsem se zejména ohřevem materiálu při kondenzaci. Tato část byla zpracována na základě řady nových poznatků, uveřejněných v zahraničních časopisech. Chtěl jsem osvětlit zejména nutnost správného tepelného zpracování tkaniny při optimální teplotě a době kondenzace pro kvalitu úpravy. Ukázel jsem i na řadu konstrukčních řešení ohřevu materiálu, na jejich výhody i nevýhody. V závěru jsem se krátce zmínil o tom, jaké nové kvality poskytuje nemačková úprava tkanině.

II. Č Á S T P R A K T I C K Á

8. Úkoly měření a jeho provedení

Úkolem praktické části mé práce je stanovení optimálních podmínek kondenzace na viskóзовých šatovkách, impregnovaných Depremolem o koncentraci 200 g/l při 80 - 85 %ní zbytkové vlhkosti.

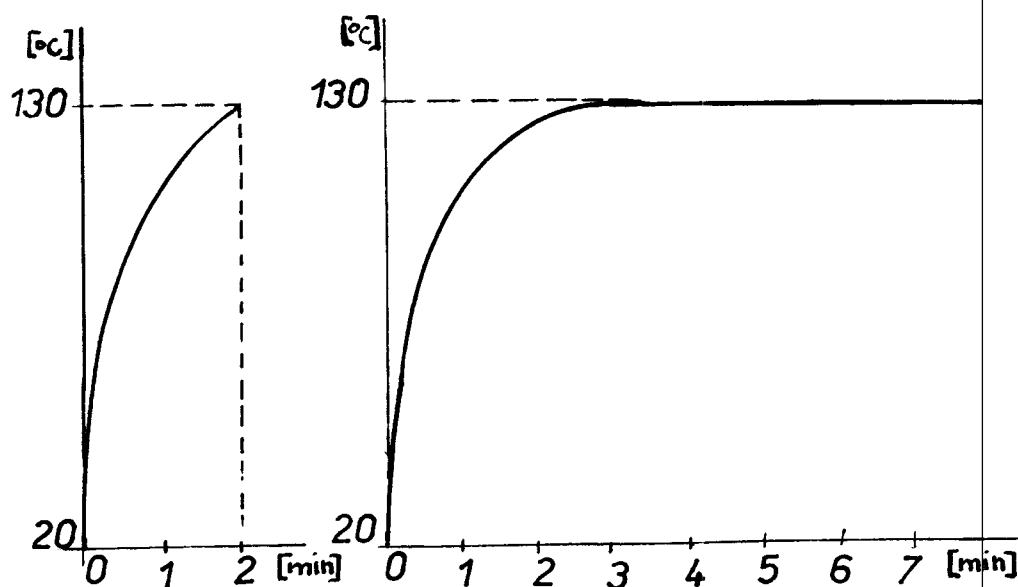
Laboratorně v teplotní a časové řadě jsem zkoušel účinky kondenzace na viskóзовé šatovce Lavera. Zkoušky byly prováděny při teplotách 130°C, 140°C a 150°C po dobu 2, 3, 5 a 7 minut v u-



obr.20

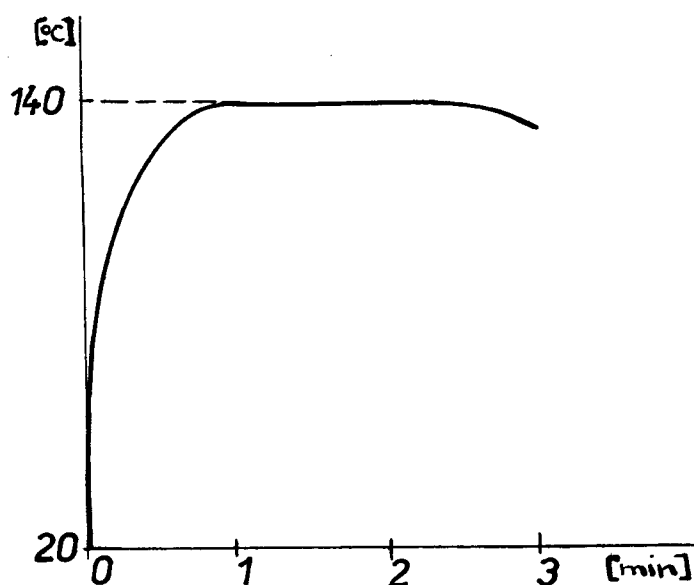
pravené sterilizační sušárně Chirana typ ST 538, které je zabu-
dovatelná do stěny a opatřená dvířky po obou stranách. Její ma-
ximální příkon je 7,5 kW a udržovací 2,5 kW s regulací teploty
od 50 do 200°C. V sušárně je ventilátor, který běží nepřetržitě
a obstarává oběh horkého vzduchu v sušicím prostoru. Lze přisá-
vat čerstvý vzduch štěrbinou v boční stěně, jejíž velikost se
dá měnit. Objem sušárny je 495 l. Pro dané zkoušky byla uprave-
na dvířka a vyrobena válečková dráha pro běhoun /obr. 20/. Na
běhoun jsem pak upevňoval jednotlivé vzorky a zasouval je do su-
šárny vyhřáté na určitou teplotu. Kontrolu ohřevu materiálu jsem
prováděl pomocí termočlánků na registračním přístroji Vareg a
technickém kompenzátoru typu QTK. Křivky ohřevu materiálu pro
130°C a časy 2 a 7 minut jsou na obr. 21.

Vzhledem k možnostem laboratorních zkoušek byla velikost



obr. 21

vzorků 40 x 60 cm. Proto jsem musel přizpůsobit měření mechanic-
kých a fyzikálních vlastností tkaniny. Při zouškách pevnosti a
tažnosti byla pro každý vzorek provedena pouze tři měření po út-
ku a po osnově. Rovněž při zkouškách v oděru byla provedena vždy
tři měření. Při zkouškách srážlivosti byla velikost vzorků upra-



obr.22

vena na 30 x 30 cm. Podmínky
pro srovnání jednotlivých mě-
ření byly však naprosto stej-
né.

V provozní kondenzační
peci Artos typ 1852 jsem pro-
vedl odpovídající tepelné
zpracování na šatovce Leona.
Zkoušky byly prováděny při
teplotě 140°C a po dobu 3, 5,
7, 10 a 15 minut. Škrťací

klapka byla nastavena na 60 % a ventilátor běžel při 1000 obrát-
kách/min. Vzorky délky 2 m byly našity mezi dva běhouny a ve-
deny strojem. Jeden ze vzorků byl veden do stroje mokrý a v něm
se sušil a kondenzoval po dobu 15 minut 25 vteřin při rychlosti
zboží 5 m/min. Teplota materiálu byla kontrolována termočlánky.
Ohřevovou křivku materiálu ve stroji zaznamenanou registračním
přístrojem Vareg vidíme na obr. 22. Po určité době zpracování
byl zaznamenán pokles teploty, způsobený výstupní štirbinou.
Vzorky zpracované ve stroji jsem v tabulkách srovnal se zbožím

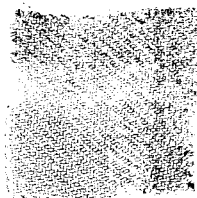
impregnovaným, ale nezkondenzovaným a se zbožím neupraveným.

9. Výsledky měření

Parametry zkoušených tkanin:

1. Šatovka Lavera kondenzovaná v sušárně

Vzorek:



Váha m^2221,5 g/m^2

Dostava.....osnova 230/10 cm

útek 195/10 cm

Vazbakepr K $\frac{1}{2}$ Z

2. Šatovka Leona kondenzovaná ve stroji

Vzorek:



Váha m^2168 g/m^2

Dostava.....osnova 206/10 cm

útek 168/10 cm

Vazba.....plátňová

Zkušební podmínky: $t = 20 - 22^\circ C$ $\varphi = 65 \%$

Vzorky předsušeny při $55^\circ C$ a klimatizovány ve zkušebním ovzduší

a/ zkoušky pevnosti a tažnosti v přetrhu

Velikost vzorku: 200 x 60 mm

Předpětí: 500 g upínací délka $l = 200$ mm

1. Tabulka 4. Pevnost po osnově [kp] / variační koef. v [%]

dobu kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$54,6 \pm 1,6$	$53,5 \pm 0,3$	$56,2 \pm 0,6$	$53,7 \pm 1$
	2,9	0,6	1,1	1,9
140	$53 \pm 1,1$	54 ± 1	$53,7 \pm 0,6$	$53,2 \pm 0,3$
	2	1,9	1,1	0,6
150	$55,8 \pm 0,3$	$54,8 \pm 0,8$	$53,2 \pm 0,6$	$51,5 \pm 0,5$
	0,5	1,5	1,1	1

Tabulka 5. Pevnost po útku [kp] / v [%]

dobu kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$42,2 \pm 1,6$	$44,4 \pm 1,2$	$42,8 \pm 1,2$	$45,7 \pm 0,8$
	3,9	2,5	2,9	1,8
140	$45,2 \pm 1$	$44,7 \pm 0,3$	$47,8 \pm 1$	$45,8 \pm 0,8$
	2,2	0,7	2,1	1,8
150	$46,8 \pm 0,3$	$45,8 \pm 0,8$	$43,5 \pm 0,5$	$44,3 \pm 0,8$
	0,6	1,7	1,2	1,7

Tabulka 6. Tažnost po osnově [%]

Variační koeficient v [%]

dobu konden- sace [min] teplota [°C]	2	3	5	7
130	25,3 ± 0,4	25,2 ± 0,5	25,1 ± 0,8	23,9 ± 0,4
	1,6	2	3,2	1,7
140	24,7 ± 0,3	23,8 ± 0,5	23,3 ± 0,3	23,3 ± 0,7
	1,2	2,1	1,3	3
150	24,4 ± 0,5	23,8 ± 0,2	23,7 ± 0,3	23,9 ± 0,7
	2	0,8	1,3	2,9

Tabulka 7. Tažnost po útku [%]

Variační koeficient v [%]

dobu konden- sace [min] teplota [°C]	2	3	5	7
130	30,5 ± 0,8	30,5 ± 0,5	30 ± 1	30,2 ± 0,6
	2,6	1,6	3,3	2,7
140	30,7 ± 0,8	30,3 ± 1,1	31,2 ± 1	31,8 ± 0,6
	2,6	3,6	3,2	1,9
150	31,3 ± 0,2	30,3 ± 0,3	29,8 ± 0,3	30 ± 0,5
	0,6	1	1	1,7

2. Tabulka 8. Pevnost [kp] / v [%]

$t = 140^{\circ}\text{C}$

doba kond. [min.]	pevnost po osnově [kp]	v [%]	pevnost po útku [kp]	v [%]
3	$28,5 \pm 1,3$	4,5	$29,4 \pm 1,2$	4,1
5	$39,4 \pm 0,5$	1,2	$28,3 \pm 0,8$	2,8
7	$36,8 \pm 1,3$	3,5	$27,5 \pm 1,2$	4,4
10	$40,5 \pm 0,4$	1,1	$28,1 \pm 0,7$	3,5
15	$36,5 \pm 1$	2,7	$25,2 \pm 1,9$	4,4
suš. a kond.	$44,5 \pm 1$	2,2	$32,8 \pm 0,9$	2,8
bez kond.	$40,2 \pm 1$	2,7	$31,4 \pm 0,9$	2,9

Tabulka 9. Tažnost [%] / v [%]

$t = 140^{\circ}\text{C}$

doba kond. [min.]	tažnost po osnově [%]	v [%]	tažnost po útku [%]	v [%]
3	$16,5 \pm 1$	6	$17,4 \pm 0,2$	1,2
5	$19,7 \pm 0,4$	2	$16,1 \pm 0,7$	4,3
7	$14,1 \pm 0,2$	1,4	$17,1 \pm 0,6$	3,5
10	$12,1 \pm 0,5$	4,1	$16,4 \pm 0,4$	2,4
15	$10,5 \pm 0,5$	4,7	$17 \pm 0,7$	4,1
suš. i kond.	$8,9 \pm 0,2$	2,5	$14,8 \pm 0,4$	2,7
bez kond.	$11,8 \pm 0,3$	2,5	$14,8 \pm 0,4$	2,7

b/ Pevnost v oděru

1. Šatovka Lavera:

brusný papír č. 400

zatížení 200 g

úbytek váhy po 1000 otáčkách

tloušťka tkaniny: 0,61 mm

2. Šatovka Leona:

brusný papír č. 400

zatížení 200 g

úbytek váhy po 300 otáčkách

tloušťka tkaniny: 0,39 mm

1. Tabulka 10. Pevnost v oděru [%]

Variační koef. v [%]

dobu kondens. [min] teplota [°C]	2	3	5	7
130	$1,17 \pm 0,2$	$1,17 \pm 0,26$	$1,05 \pm 0,02$	$1,11 \pm 0,26$
	17,1	22,2	0,95	2,21
140	$1,36 \pm 0,13$	$1,53 \pm 0,06$	$1,53 \pm 0,22$	$1,66 \pm 0,11$
	11,5	4	14,3	6,6
150	$1,65 \pm 0,13$	$1,61 \pm 0,1$	$1,61 \pm 0,19$	$1,81 \pm 0,2$
	7,6	6,2	11,2	11,2

2. Tabulka 11. Pevnost v oděru [%]/ v [%]

doba kond. [min.]	pevnost v oděr [%]	v [%]
3	2,55 $\pm$ 0,36	14,1
5	3,22 $\pm$ 0,45	14,1
7	3,31 $\pm$ 0,45	13,5
10	3,33 $\pm$ 0,41	12,7
15	3,35 $\pm$ 0,65	19,4
suš. i kond.	3,21 $\pm$ 0,27	8,4
bez kond.	2,37 $\pm$ 0,32	12,5
neupraveno	1,68 $\pm$ 0,21	12,5

c/ zkoušky srážlivosti

1. Šatovka Lavera:

Velikost vzorku: 30 x 30 cm

Postup: práno v bubnové pračce při $t = 60^{\circ}\text{C}$ po 40 minut. Lázeň:
mydelní roztok o koncentraci 3 g/l. Po té 2x opláchnu-
to po 5 minut. Volně usušeno a vyžehleno žilem při
 150°C .

2. Šatovka Leona:

Velikost vzorku: 70 x 70 cm

Postup zkoušky jako u Lavery

1. Tabulka 12. Srážlivost po osnově [%]

Variační koef. v [%]

dobu kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$12,7 \pm 0,4$	$11,2 \pm 0,3$	$12,7 \pm 0,6$	$11,8 \pm 0,3$
	3,2	2,7	4,7	2,5
140	$10,8 \pm 0,3$	$11,6 \pm 0,3$	$10,8 \pm 0,3$	$10,8 \pm 0,3$
	2,7	2,5	2,7	2,7
150	$12,3 \pm 0,3$	$12,5 \pm 0,5$	$12,3 \pm 0,3$	$12 \pm 0,5$
	2,3	4	2,3	4,2

Tabulka 13. Srážlivost po útku [%]

Variační koef. v [%]

dobu kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$4,2 \pm 0,6$	$4,8 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,3$
	14,3	6,2	9,1	7,9
140	$4,2 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$
	7,2	8,1	7	7,3
150	$4,7 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,3$
	6,4	7,2	7,2	6,4

2. Tabulka 14. Srážlivost [%] / v [%] $t = 140^{\circ}\text{C}$

doba kond. [min]	srážlivost po osnově [%]	v [%]	srážlivost po útku [%]	v [%]
3	$9,9 \pm 0,9$	9,1	$5,5 \pm 0,4$	7,3
5	$9,9 \pm 0,6$	6,1	$3,4 \pm 0,4$	11,7
7	$9 \pm 0,5$	5,6	$2,8 \pm 0,5$	17,9
10	$8,3 \pm 0,9$	10,8	$2,9 \pm 0,4$	13,8
15	$9,3 \pm 0,3$	3,2	$4,1 \pm 0,4$	9,8
suš. i kond.	$6,2 \pm 0,3$	4,9	$2,4 \pm 0,4$	16,4
bez kond.	$5,3 \pm 0,5$	9,5	$10,1 \pm 0,5$	4,9
neupraveno	$3,1 \pm 0,3$	3,2	$4,1 \pm 0,4$	9,7

d/zkoušky mačkovosti

Velikost vzorku: 20 x 50 mm

Měřený úhly zotavení po 5 minutách a 60 minutách α_5 a α_{60} .Hodnoty v tabulkách jsou průměrné hodnoty úhlu zotavení měře-
ných po osnově po líci a rubu tkaniny a po útku po líci a ru-
bu tkaniny.

U obou šatovek použit stejný postup.

1. Tabulka 15. Úhel zotavení α_5 [°]

Variační koef. v [%]

doba kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$62 \pm 1,4$	$75,9 \pm 1,3$	$78,9 \pm 1,4$	$69,7 \pm 1,2$
	4,6	3,6	3,7	3,5
140	$72,8 \pm 1,5$	$70,8 \pm 1,3$	$71 \pm 1,1$	$70,2 \pm 1,1$
	4,3	3,8	3,2	3,5
150	$85,3 \pm 1$	$85,3 \pm 1$	$85,4 \pm 0,9$	$80,8 \pm 0,9$
	2,6	2,6	2,3	2,4

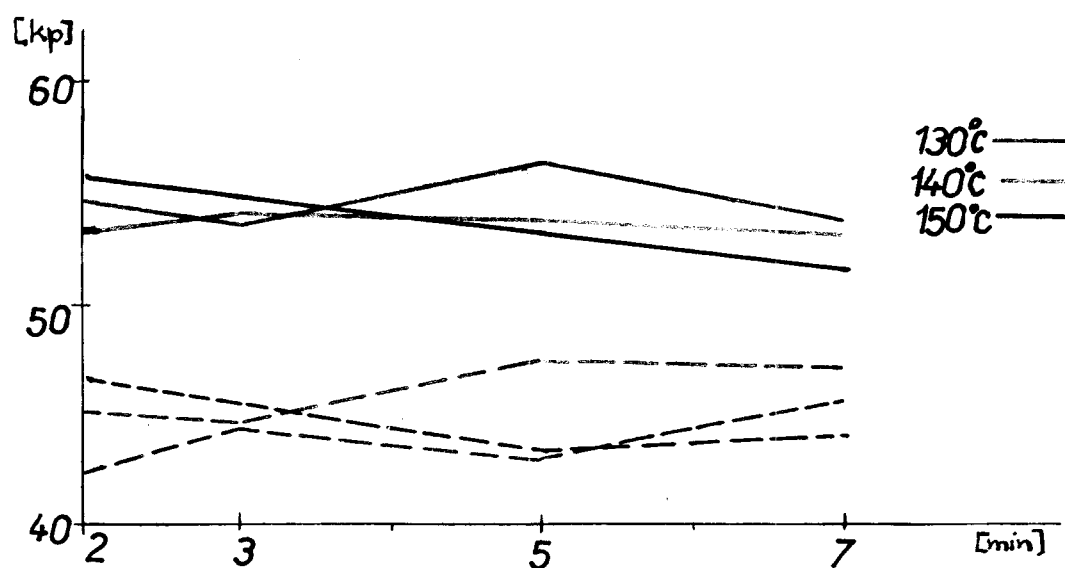
Tabulka 16. Úhel zotavení α_{60} [°]

Variační koef. v [%]

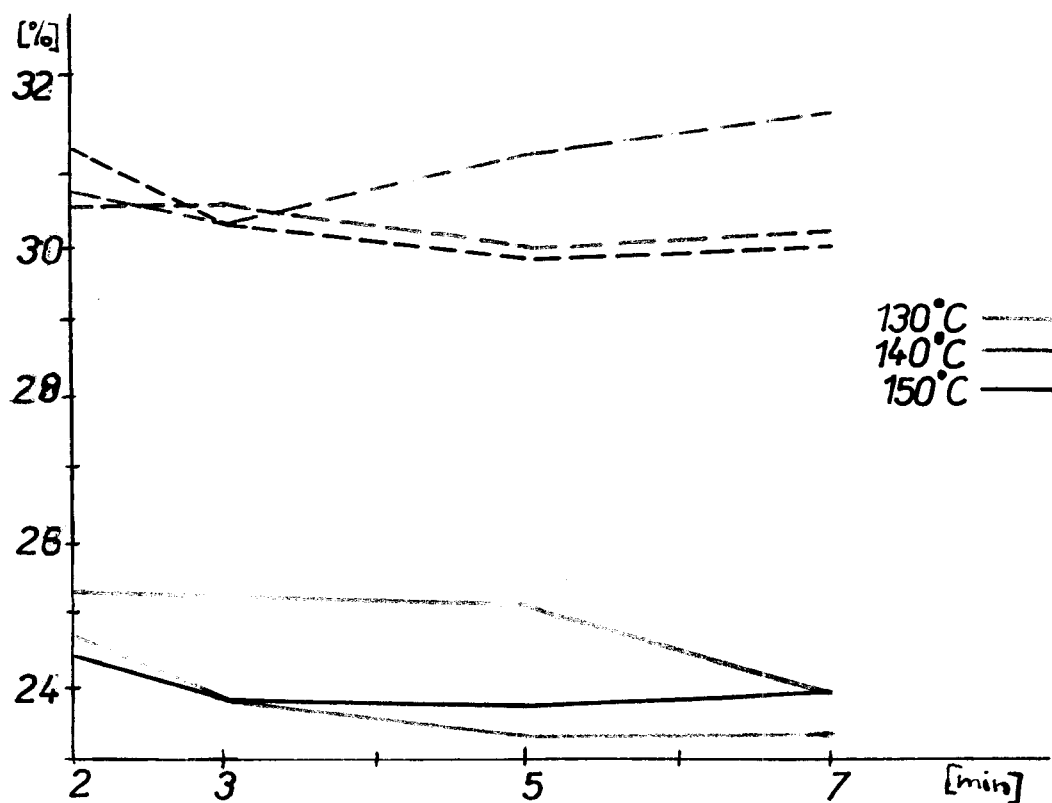
doba kondensace teplota [°C] [min]	2	3	5	7
130	$83,7 \pm 0,7$	$89,1 \pm 0,8$	$96,4 \pm 0,8$	$80,5 \pm 1,6$
	1,8	2,2	1,6	3,7
140	$92,5 \pm 1,4$	$90,6 \pm 1,$	$98,7 \pm 0,9$	$90 \pm 1,2$
	3,2	2,8	1,9	2,7
150	$105,1 \pm 0,6$	$104,7 \pm 0,9$	$108,7 \pm 1,3$	$106 \pm 0,6$
	1,2	1,7	2,5	1,3

2. Tabulka č. 17. Úhly zotavení $\angle_5$ a $\angle_{60}$ [°]/v [%] $t = 140^\circ\text{C}$

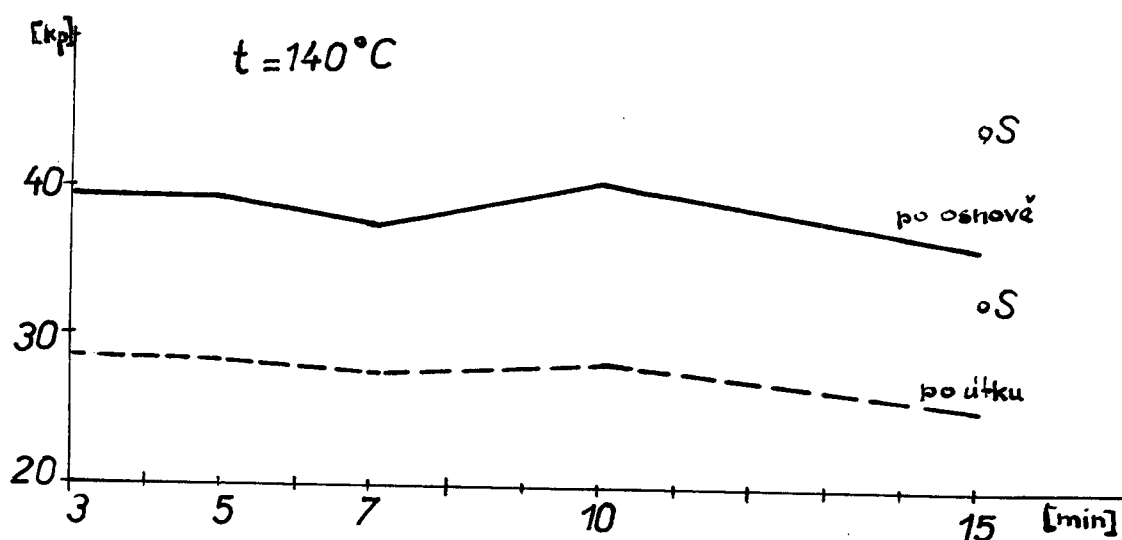
doba kond. [min.]	$\angle_5$ [°]	v [%]	$\angle_{60}$ [°]	v [%]
3	102,5 $\pm$ 1	2	120,2 $\pm$ 1,5	2,5
5	125,4 $\pm$ 1,3	2,2	140,9 $\pm$ 1	1,6
7	122,2 $\pm$ 0,7	1,3	138,4 $\pm$ 1,1	1,6
10	109,8 $\pm$ 1	2	128,6 $\pm$ 1,2	2
15	114,4 $\pm$ 1	1,8	132,3 $\pm$ 0,9	1,5
suš. i kond.	126,9 $\pm$ 1,3	2,2	144,1 $\pm$ 0,7	1
bez kond.	101,6 $\pm$ 0,9	1,9	116,6 $\pm$ 0,9	1,7
neupraveno	67,3 $\pm$ 0,7	2,3	89,8 $\pm$ 0,6	1,4



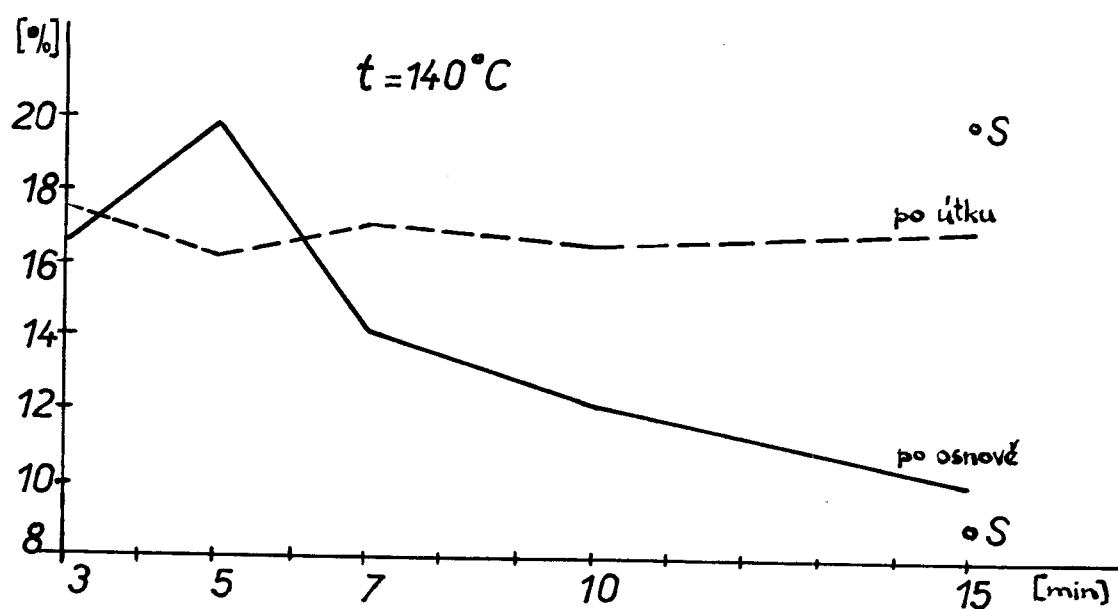
obr.23 Pevnost tkaniny kondensované v sušárně



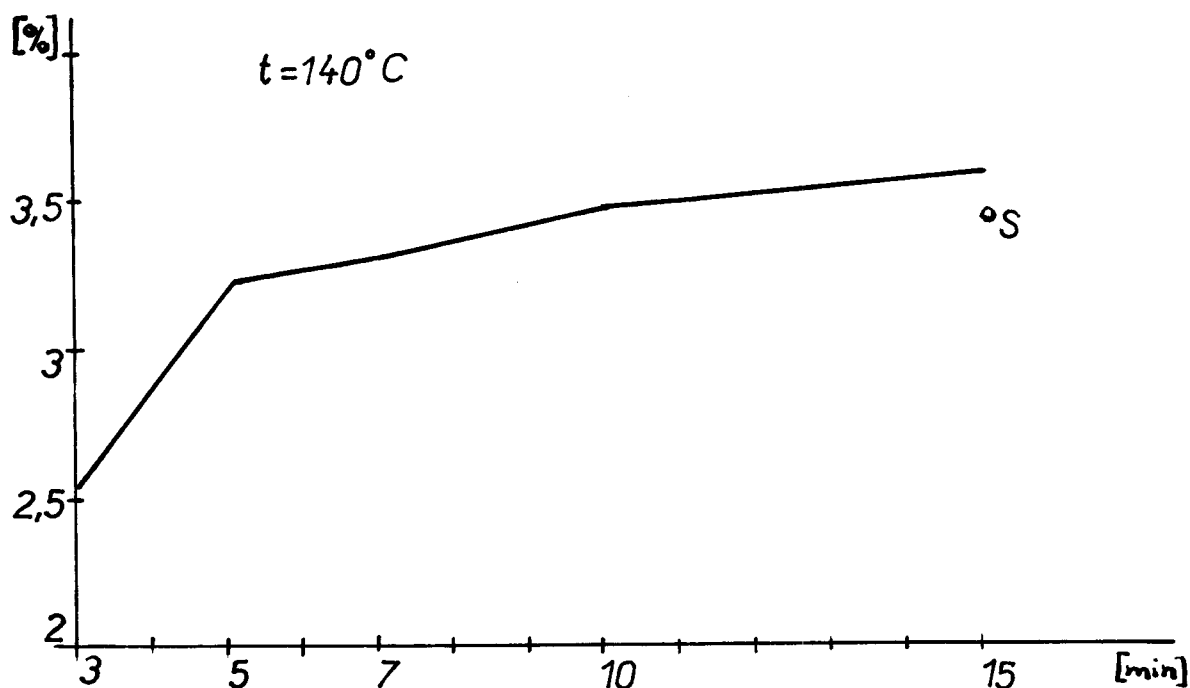
obr.24 Tažnost tkaniny kondensované v sušárně



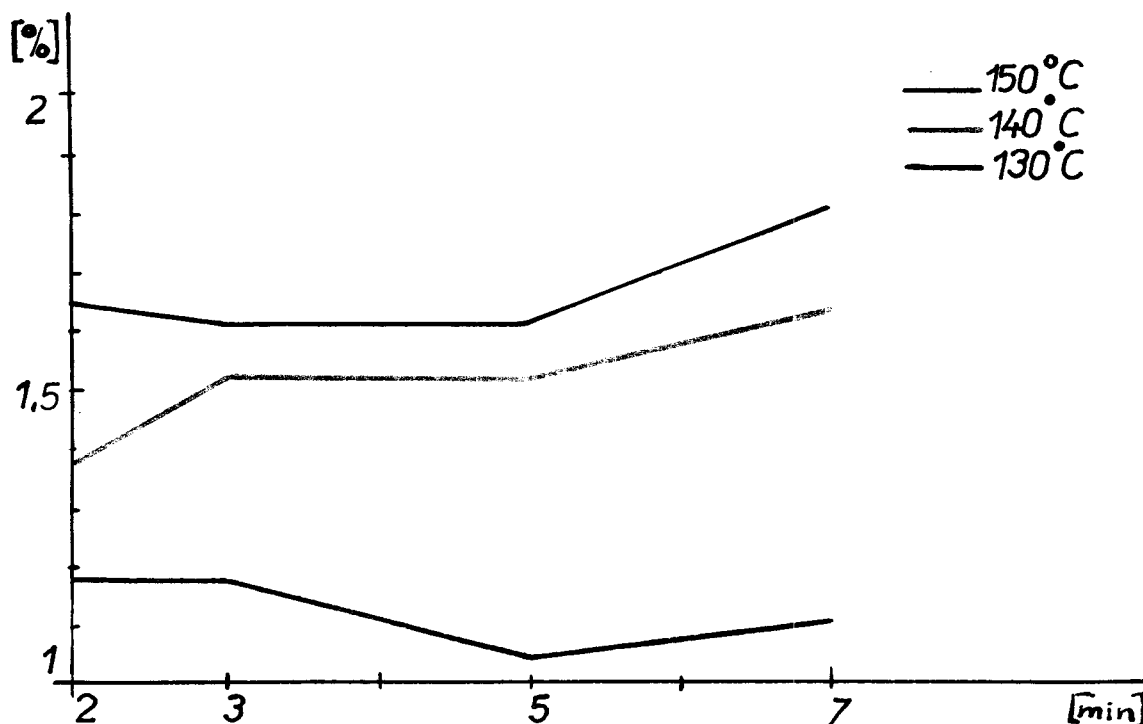
obr.25 Pevnost tkaniny kondensované ve stroji



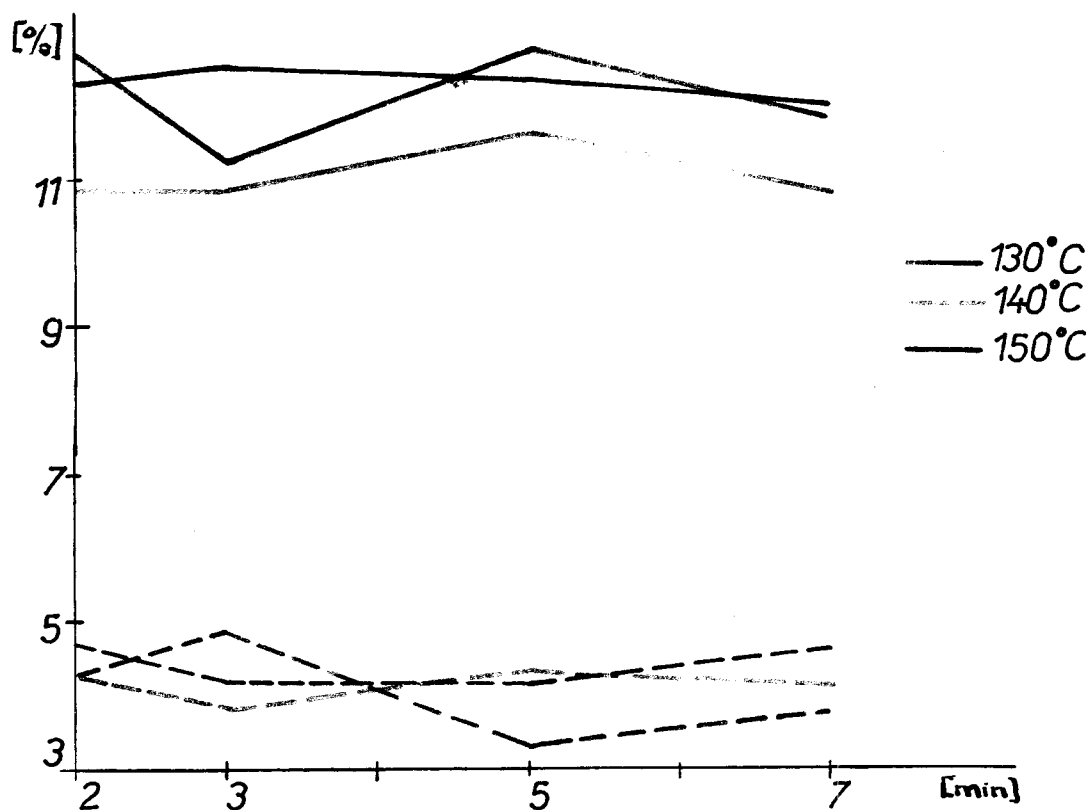
obr.26 Tažnost tkaniny kondensované ve stroji



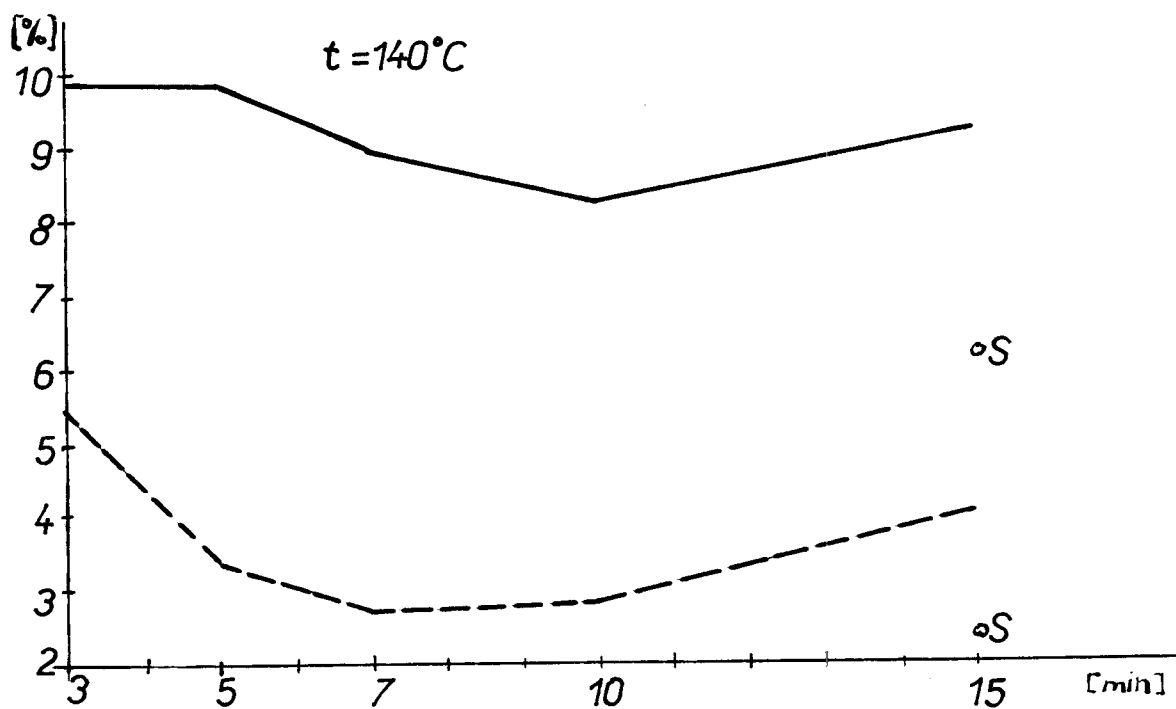
obr.28 Pevnost v oděru tkaniny kondensované ve stroji



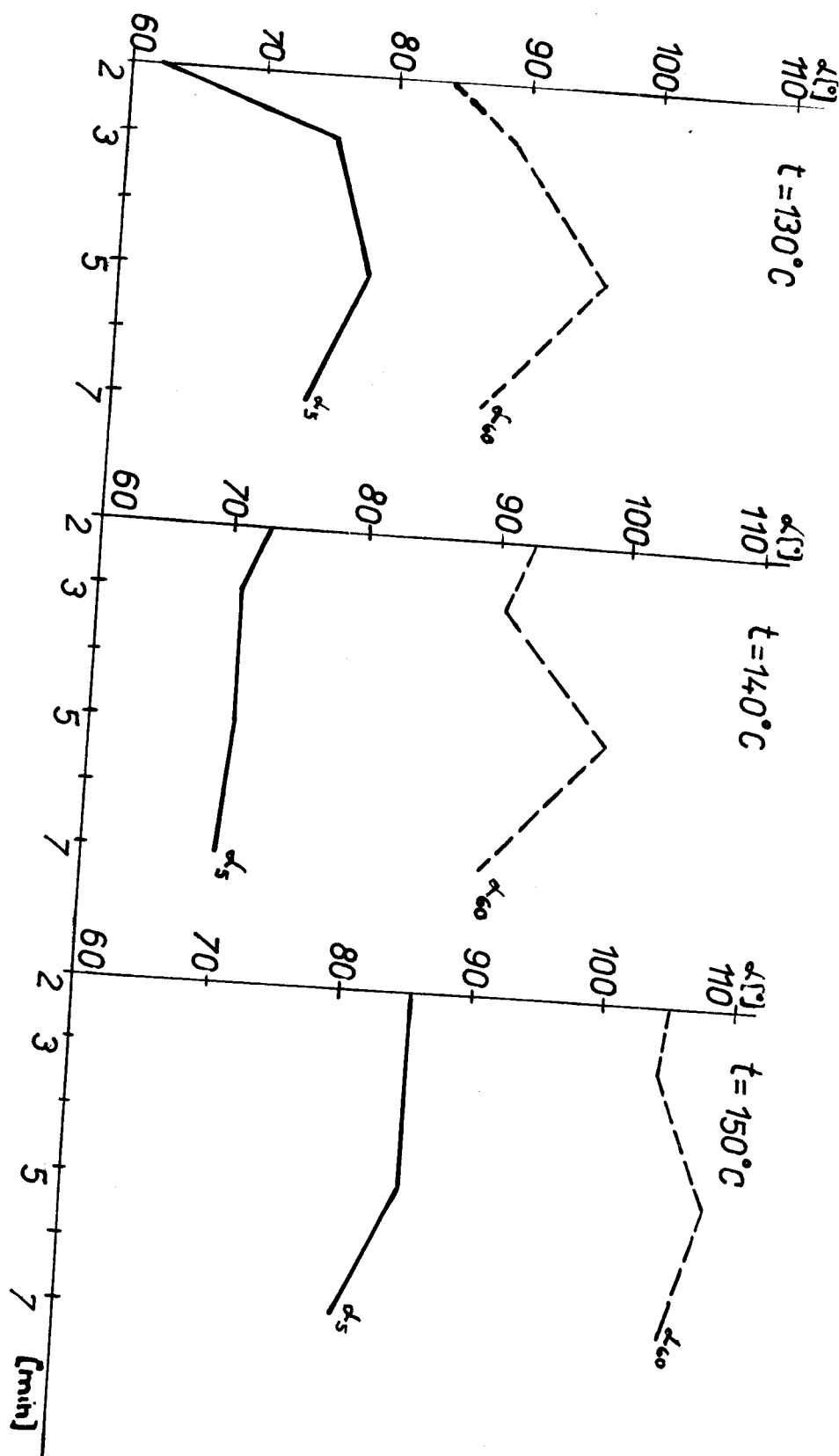
obr.27 Pevnost v oděru tkaniny kondensované v sušárně



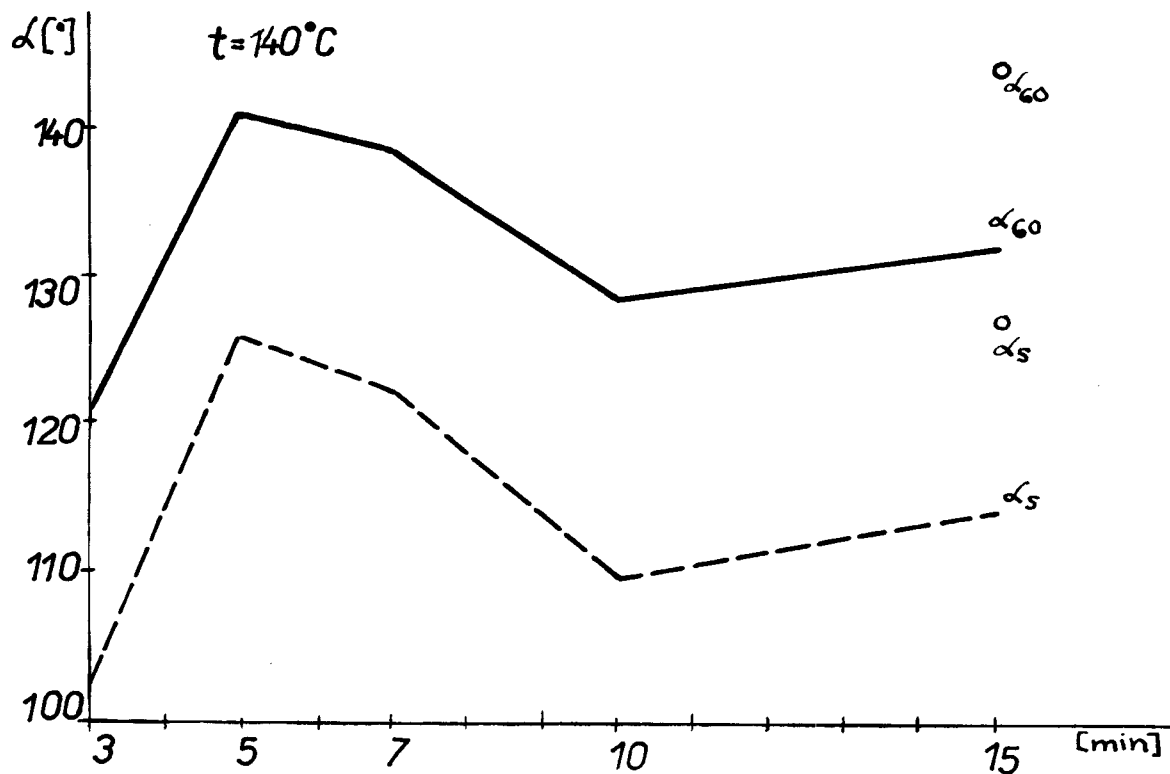
obr.29 Srážlivost tkaniny kondensované v sušárně



obr.30 Srážlivost tkaniny kondensované ve stroji



obr.31 Mačkovost tkaniny kondensované v sušárně



obr.32 Mačkovost tkaniny kondensované ve stroji

10. Komentář k dosaženým výsledkům

Byla provedena řada mechanicko-fyzikálních zkoušek. Jejich výsledky jsem seřadil do tabulek a průběh v závislosti na čase a teplotě kondenzace vynesl do grafů.

a/ Pevnost tkaniny kondenzované v sušárně se téměř nezmění, jak vyplývá z tabulek 4, 5 a obr. 23. Rovněž tažnost této tkaniny je ve stejném rozmezí /tab. 6, 7 a obr. 24/. V tabulce 3 jsou seřazeny hodnoty pevnosti pro žatovku kondenzovanou ve stroji. Z obr. 25, kde jsou vyneseny hodnoty graficky, vidíme, že pevnost po osnově i po útku se udržuje na stejné výši a po době kondenzace 10 minut začíná klesat. Odpovídá to teoretickému výkladu, že při delší době kondenzace sesnižuje pevnost vláken. Zajímavé je, že pevnost vzorku S /sušeno i kondenzováno ve stroji/ po osnově i po útku vzrostla nad ostatní hodnoty. Vzorek yl ve stroji 15 minut 25 vteřin. Zatímco je pevnost tohoto vzorku po útku 32,8 kp a po osnově 44,5 kp, je pevnost předsušené tkaniny kondenzované ve stroji při 140°C po 10 minut po útku 28,1 kp a po osnově 40,5 kp. Tažnost tkaniny po útku je s rostoucím časem kondenzace na stejné výši, kdežto po osnově od páté minuty klesá. Nejnižší tažnost po osnově má vzorek 3, kdežto po útku má tažnost nejvyšší.

b/ Pevnost tkaniny v oděru, která byla kondenzována v sušárně, se snižuje s rostoucí teplotou. Největší odolnost oděru

má tkanina zkondenzovaná při 5 minutách 130°C , a to 1,05 % /tab. 10/. Při této teplotě však není pryskyřice dokonale vytvrzena. Největší oděr je při teplotě 150°C a kondenzaci trvající 7 minut, a to 1,81 %. Zde už zřejmě vytvrzení pryskyřice překročilo optimální hranici a oděr začíná prudce narůstat. Toto potvrzují i zkoušky s tkaninou kondenzovanou ve stroji /obr. 28/. S rostoucí dobou kondenzace klesá i odolnost tkaniny v oděru, což vyplývá i z tabulky 11. Zatímco neupravené zboží má % v oděru 1,68 %, je u tkaniny impregnované bez kondenzace 2,37 % a tkaniny zkondenzované při 5 minutách a teplotě 140°C 3,22 %. Zboží usušené i zkondenzované ve stroji má 3,21 %.

c/ Srážlivost tkaniny kondenzované v sušárně po útku i po osnově /tab. 12, 13 a obr. 29/ se téměř nemění. Srážlivost byla naměřena po útku téměř 2x menší než osnově. Částečně má na to vliv tah na vzorek způsoběný připevněním na běhoun. Srážlivost tkaniny kondenzované ve stroji /tab. 14 a obr. 30/ je v časové řadě při teplotě 140°C po útku nejmenší při 7 minutách, a to 2,8 %, po osnově nejmenší při 10 minutách, a to 8,3 %. Pak srážlivost roste. Vysoká srážlivost po osnově se dá vysvětlit velkým tahem při vedení vzorku strojem. Vzorek byl našit mezi dva běhouny a přenášel veškerou tažnou sílu. Zajímavé je, že tkanina usušená i zkondenzovaná ve stroji má velmi nízkou srážlivost jak po útku, tak po osnově. Po útku činí srážlivost 2,4 % a po osnově 6,2 %. Srovnání srážlivosti upraveného zboží s neupraveným je klamné vzhledem k zmíněnému vysokému tahu po

VŠST LIBEREC Fakulta textilní	Stanovení podmínek tepel. zpracování nemačkové úpravy se zaměřením na op- timální účinnost na kondenzačním stroji Artos.	Strana 61 V. Haas
osnově působícímu při kondenzaci. Velkým kladem nemačkové úpravy bylo dokonalé usušení tkaniny bez záhy ů. d/ Jedna z nejdůležitějších zkoušek pro posouzení jakosti nemačkové úpravy je zkouška mačkovosti. Na obr. 31 a v tabulkách 15 a 16 jsou závislosti úhlů zotavení na době a teplotě kondenzace u tkaniny kondenzované v sušárně. Nejvyšší úhel zotavení po 5 minutách byl zjištěn u vzorku kondenzovaného při 150°C po dobu 5 minut, a to 85,4°, jakož i úhel zotavení po 60 minutách, a to 108,7°. Úhel zotavení tkaniny kondenzované ve stroji /tab. 17, obr. 32/ byl nejvyšší po 5 minutách i po 60 minutách při době kondenzace 5 minut, a to $\alpha_5 = 125,4^\circ$ a $\alpha_{60} = 140,9^\circ$. Ještě vyšší však byl úhel zotavení zboží usušeného i kondenzovaného ve stroji, a to $\alpha_5 = 126,9^\circ$ a $\alpha_{60} = 144,1^\circ$ /v grafu označeno kroužkem/. Pro srovnání úhly zotavení neupraveného zboží činily $\alpha_5 = 67,3^\circ$ a $\alpha_{60} = 89,8^\circ$.		

11. Závěry měření

Z uvedených výsledků měření v-yplývají důležité závěry. By-
lo zjištěno, že

- 1/ pevnost tkaniny se prakticky s teplotou a dobou kondenzace
nemění aklesá teprve při extrémních podmínkách
- 2/ tažnost tkaniny se s dobou a teplotou tkaniny téměř nemění
- 3/ odolnost oděru klesá s rostoucím stupněm vytvrzení pryskyři-
ce, tedy s teplotou i časem
- 4/ srážlivost se s dobou a teplotou kondenzace téměř nemění
- 5/ úhel zotavení roste do optimální hodnoty zpracování a potom
klesá

Na základě laboratorních měření byl zjištěn nejvyšší úhel
zotavení při kondenzaci na 150°C po dobu 5 minut. Odolnost odě-
ru je přitom 1,61 %. Při zkouškách na stroji byl u předusušené
tkaniny zaznamenán největší úhel zotavení při 140°C po 5 minutách
kondenzace. Přitom je poměrně vysoká tažnost, uspokojivá pevnost
a srážlivost. Pevnost v oděru je oproti delším dobám zpracování
rovněž vyšší.

Nejlepších vlastností však bylo dosaženo na tkanině, která
byla usušena i zkondenzována přímo ve stroji při 140°C po dobu
15 minut 25 vteřin. Byl zaznamenán nejvyšší úhel zotavení, niž-
ší srážlivost, o něco vyšší tažnost po útku a vyšší pevnost v ta-
hu jak po útku, tak i po osnově. Uspokojivá je i odolnost v oděru.

Toto zjištění pokládám za velmi důležité, neboť sušením i kondenzací přímo v kondenzačním stroji by se ušetřila cenná energie a snížily by senáklady na výrobu. Není však plně ověřeno, zda je pryskyřice v tkanině dokonale rozložena. Řada odborníků se domnívá, že při současném sušení a kondenzaci dochází k nerovnoměrnostem. Tento fakt by bylo třeba ověřit, rovněž iako vliv odpařované vlhkosti na kondenzaci pryskyřice. To však není v rozsahu mé práce. Bylo by však velmi vhodné zabývat se těmito otázkami blíže, neboť výhody současného sušení a kondenzace ve stroji jsou zřejmé.

Vzhledem k tomu, že laboratorně v sušárně probíhal ohřev zboží déle než ve stroji a ne tak intenzivně, usuzuji, že k dobré kondenzaci pryskyřice na viskóзовých šatovkách postačí teplota 140°C . Ze zkoušek ve stroji i v sušárně pak vyplývá pak nejlehší doba kondenzace 5 minut. Kondenzovat předsušené zboží při nižší teplotě je výhodnější i z toho hlediska, že zastaví-li se z nějakých příčin stroj, nedochází ke zničení partie zboží. Úhel zotavení i odolnost v oděru je při 140°C , jak ukázalo měření, i po 15 minutách kondenzace dobrá. Rovněž pokles pevnosti je přijatelný.

Když neuvažuji, z důvodů dříve naznačených, proces současného sušení i kondenzace ve stroji, pokládám za nepřijatelnější kondenzaci předsušeného zboží při teplotě 140°C a po dobu 5 minut.

Z á v ě r

Ve své práci jsem se zabýval zejména vlivem kondenzační teploty a doby na jakost nemačkové úpravy. Nemohl jsem se šíře zabývat dalšími vlivy působícími na kondenzaci, zejména pak vlivem vlhkosti materiálu. To však nebylo ani úkolem mé práce a její rámec by byl značně překročen. V praxi je však nutné přihlížet i k těmto vlivům.

Přesto se domnívám, že jsem ve své práci podal uspokojivě přehled nových poznatků o ohřevu materiálu i jeho řešení v kondenzačním stroji a v praktické části přinesl některé nové závěry, které jsem shrnul v samostatné kapitole.

VŠST LIBEREC Fakulta textilní	Stanovení podmínek tepel. zpracování nemačkové úpravy se zaměřením na op- timální účinnost nakondenzačním stroji Artos.	Strana 65 V. Haas
Seznam literatury [1] Stoy Artur - Kebl Fr.: Nové hmoty, Praha, ORBIS 1961 [2] Felix Václav: Chem. technologie textilní, kniha VII , Konečná úprava textilií, Praha, SNTL 1961 [3] Textilní příručka, Praha, SNTL 1965 [4] Informativní přehled V'Z, 1960, str. 9255 - 9279 [5] Informativní přehled VUB, 1961, str. 9475 - 9487 [6] Informativní přehled V'Z, 1962, str. 9647 - 9682 [7] Vauck W.: Infrarotkondenzation der Dimethylolharnstoff - Katalysatorgemische, "Melliand Textilberichte", 1961, str. 690 - 696 [8] Schraud A.: Untersuchungen "über den Temperaturanstieg bei der Gewebeaufheizung in Luft und in überhitztem Wasserdampf, "Melliand Textilberichte", 1966, str. 559 - 562 [9] Goldenberg R.: Entwicklungstendenzen in dem kondenzation- maschinenbau, "Melliand Textilberichte", 1967, str. 1069 - 1073 [10] Gottschalk K.: Bemerkenswertes auf dem Gebiet der Kondenza- tionsmaschinen, "Melliand Textilberichte", 1966, str. 325 - 327		

O b s a h

	str.
Úvod.....	1
I. Část teoretická	
1. Viskóзовá vlákna a jejich vlastnosti.....	3
2. Nemačková úprava močovinoformaldehydovými pryskyřicemi.....	8
3. Kondenzace a její vliv na úpravu.....	15
4. Ohřev materiálu.....	19
5. Kondenzační stroje a způsoby vyhřívání.....	26
6. Hodnocení nemačkové úpravy a její vliv na jakost tkaniny.....	35
7. Shrnutí.....	37
II. Část praktická	
8. Úkoly měření a jeho provedení.....	39
9. Výsledky měření.....	43
10. Komentář k dosaženým výsledkům.....	59
11. Závěry měření.....	62
Závěr.....	64
Seznam literatury.....	65

Prohlašuji čestně, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně.

Hoas/Víclav