

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



LIBEREC 2007

MILADA BOROVSÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní obor: Mechanická textilní technologie

Zaměření: Netkané textilie

Katedra netkaných textilií

**PROSTUP POJIVA 3D TEXTILÍ POMOCÍ
ULTRAZVUKU**

**ULTRASOUND AIDED TRANSMISSION OF
BINDER IN 3D TEXTILE FABRIC**

Autor: Milada Borovská

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Bohuslav Charvát

Katedra netkaných textilií

Rozsah práce: 45

Počet obrázků: 8

Počet tabulek: 8

Počet příloh: 3

Akademický rok: 2006/2007

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že *souhlasím* s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 10.května 2007

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce RNDr.Bohuslavu Charvátovi za poskytnutou pomoc a rady při vypracovávání této bakalářské práce.

Anotace

Účelem vypracování této bakalářské práce bylo zkoumání vlivu ultrazvuku k průniku pojiva do objemné textilie. Sledován byl průnik pojiva ve formě zpěněné vodné disperze a vodné disperze. Používané byly vlákenné vrstvy z polyesterových a polypropylenových vláken. Vláknenná vrstva byla částečně zpevněna vpichovacím strojem. Sledován byl průnik pojiva do textilie při pouhém působení gravitace, dále při působení přitlaku a při působení vhodného přitlaku s působením ultrazvuku.

V první části práce jsou popsány základní teoretické poznatky související s danou problematikou. V druhé části je popsán experiment. Dle experimentu jsou pak vyhodnoceny, zvolený přitlak a vliv ultrazvuku na průnik pojiva.

Klíčová slova: ultrazvuk, kavitace, disperze pojiva, zpěněná vodní disperze, průnik pojiva

Annotation

This thesis studies the impact of the ultrasound on the penetration of a bonding agent into a bulky fabric. The penetrating bonding agent had the form of a foamy water dispersal and of water dispersal with layers of polyester and polypropylene fibres. The fibre layer was partially toughened by a pricking machine. The study was focused on the penetration of the bonding agent into the textile by sheer gravity, by pressure, and by pressure enhanced by the ultrasound.

The first part of the thesis deals with the basic theoretical facts related to the topic. The second part centres on the description of the experiment, followed by its evaluation and specification of the appropriate pressure and the influence of the ultrasound on the penetration of the bonding agent.

Key terms: ultrasound, cavitation, dispersion of the bonding agent, foamy water dispersal, penetration of the bonding agent

Obsah

1	ÚVOD.....	7
2	TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1	ULTRAZVUK	8
2.1.1	Vznik ultrazvukových vln.....	9
2.1.2	Způsobí šíření ultrazvukových vln.....	10
2.1.3	Užití ultrazvuku v průmyslu	12
2.1.4	Kavitace	14
2.2	DISPERZE POJIVA	15
2.2.1	Základní pojmy.....	15
2.3	TENZIDY	17
2.4	ZPĚNĚNÉ VODNÉ DISPERZE	18
2.4.1	Pěna	18
2.4.2	Využití pěny v textilním průmyslu	22
2.4.3	Stabilita pěny	24
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	26
3.1	ZKUŠEBNÍ METODY A NORMY	26
3.2	POUŽITÝ VLÁKENNÝ MATERIÁL	28
3.3	PŘÍPRAVA VZORKŮ	28
3.3.1	Výroba vpichované netkané textilie	28
3.3.2	Vlastností vzorků	29
3.4	PŘÍPRAVA POJIVA	30
3.5	ULTRAZVUKOVÝ PŘÍSTROJ	32
3.6	NÁNOS DISPERZE A ZPĚNĚNÉ VODNÉ DISPERZE NA VLÁKENNOU VRSTVU	34
3.7	URČENÍ VHODNÉHO PŘÍTLAKU	34
3.8	POSTUP PŘI NÁNOSU POJIVA NA TEXTILII A NÁSLEDNÉ SUŠENÍ	36
3.9	RASTROVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE	37
3.10	LUCIE	38
4	DISKUSE	39
5	ZÁVĚR.....	42
6	LITERATURA	43
7	PŘÍLOHY	45

1 ÚVOD

Oblast užití ultrazvuku je velice široká. Ultrazvuk se využívá k makro zvukovým aplikacím výkonové akustiky, jako je ultrazvukové čištění, obrábění, svařování, rozprašování, emulgování, ovlivňování chemické reakce a krystalizace. Ultrazvuk se v textilní praxi využívá zejména pro spojování a oddělování textilních útvarů vyrobených z vhodných termoplastických vláken. Dále se používá pro praní, barvení, odplynování kapalin, merceraci a pro enzymatické pochody.

Aplikace ultrazvuku ke snadnějšímu průniku pojiva (disperze, pěny) do vrstvy rouna zatím není ve sledované literatuře uváděna. Podíl pojiva, který po impregnaci ulpívá na vláknech v povrchové vrstvě je vysoký a tudíž jeho funkce z hlediska aktivních spojů mezi vlákny nepatrná. Malá hloubka průniku pojiva naneseného stříkáním disperze nebo zpěněné disperze má za následek nestejnou rozložení pojiva a tím malou soudržnost vrstev. Byla hledána metoda, která vede k usnadnění průniku pojiva. Jako vhodná se jeví možnost využití ultrazvukového vlnění, které rozkmitá částice pojiva a usnadní jejich prostup mezi vlákny.

Bakalářská práce sleduje průnik pojiva ve formě disperze a zpěněné disperze do objemné vrstvy rouna při pouhém působení gravitace, dále při působení přítlaku a při působení vhodného přítlaku s působením ultrazvuku. Hlavním cílem bylo zjistit vliv ultrazvuku společně s vhodným přítlakem na průnik pojiva do textilie.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Ultrazvuk

Ultrazvukovými vlnami rozumíme v akustice takové zvukové vlny, jejichž kmitočet leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha t. j. asi nad 20kHz. Ultrazvuk zabírá kmitočtové pásmo od 20 kHz do 50 000 kHz. Těmito vysokými kmitočty se odlišuje od slyšitelného zvuku s nimž má jinak společné akustické zákony.

Účinky ultrazvukové energie při jejím šíření v sledovaném prostředí závisí od intenzity, resp. amplitudy výchylky a frekvence kmitů, a od vlastností toho prostředí. Na základě jejich konkrétních hodnot, kterými se vyjadřuje velikost intenzity ultrazvuku, dělíme ultrazvukovou energii na pasivní a aktivní, nebo na ultrazvuk velkých a malých amplitud. . [1]

Pasivní ultrazvuk zahrnuje oblast, kde ultrazvukové vlnění dosahuje intenzitu, která při jeho šíření nezpůsobuje fyzikální ani chemické změny v prostředí.

Aktivní ultrazvuk (s intenzitou nad $0,5 \cdot 10^4 \text{W/m}^2$) ovlivňuje strukturu prostředí. Způsobuje fyzikální, chemické a jiné změny pozorovaného prostředí. Sekundární účinky se v ozařovaném prostředí projevují formou kavitace, tepelnými účinky, deformací a mechanickými případně elektrochemickými účinky. [27] [1]

Podstatou akustických vln všech frekvencí jsou elastické kmity prostředí, které se šíří z jednoho místa do druhého rychlostí závislou na mechanických vlastnostech prostředí. Kmity pevných těles se přenáší na jiná tělesa, kapaliny a plyny, které je obklopují, čímž vznikají elastické zvukové a ultrazvukové vlny. Specifičnost kmitavých procesů spočívá v tom, že prostředím prostupuje pouze rozruch s přenosem energie, kdy částice prostředí se trvale nepřemísťují, ale vykonávají jen kmitavý pohyb okolo svých pevných rovnovážných poloh. Tyto navzájem na sebe navazující kmitavé procesy se nazývají vlnění. Jakmile vlnění a jeho energie zůstanou omezeny jen na prostor kmitajícího tělesa (například UZ měniče) potom se vlnění nazývá stojaté nebo též chvění–vibrace. Vibrující těleso na ultrazvukové frekvenci vyzařuje do okolí ultrazvukové vlnění a proto se nazývá ultrazvukový zářič. [1]

Ultrazvuk se od slyšitelného zvuku liší tím, že má vyšší frekvenci a velmi krátké vlny. Díky tomu se šíří přímočaře a při odrazu od překážek u něj platí zákon odrazu. Mezi další vlastnosti patří absorbování ultrazvuku plyny. Absorpce je závislá na vlnové délce a to tak, že čím menší vlnovou délku ultrazvuk má, tím více je plynem absorbován. Naproti tomu v kapalinách, např. ve vodě, se ultrazvukové vlnění může šířit i do velmi velké vzdálenosti. Účinky ultrazvuku při šíření ve sledovaném prostředí závisí na intenzitě (resp. amplitudě), frekvenci kmitů a na vlastnostech prostředí. [27]

2.1.1 Vznik ultrazvukových vln

V ultrazvukovém poli vykonávají částice hmoty periodické kmitavé pohyby, které jsou jim vnucované zdrojem energie. Např. ultrazvukovým zářičem. Můžeme tedy říci, že ultrazvukové vlny tvoří nekonečný počet oscilujících hmotných částic spojených jako elastickou pružinou. Každá částice je ovlivněna kmitavým pohybem sousedních částic, které se navenek projevují jako vlnový pohyb všech částic.

2.1.1.1 Veličiny charakterizující ultrazvukové vlny

- **perioda (T)** – čas jednoho kompletního cyklu měřený v sekundách.

$$T = \frac{\lambda}{c}, \quad (1)$$

- **frekvence (f)** – počet period (kmitů) za sekundu, měřeno v hertzech [Hz]. Není závislá na mediu , ve kterém se ultrazvuk šíří. Závislost mezi frekvencí a trváním kmitů je daná vztahem:

$$f = \frac{1}{T}, \quad (2)$$

- **vlnová délka (λ)** – délka jedné periody měřené v metrech, neboli prostorová vzdálenost mezi dvěma body, které leží za sebou ve stejné fázi vlny.

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT \quad (3)$$

- **rychlost šíření (c)** – rychlost jakou se šíří ultrazvuk daným mediem. Rychlost šíření je závislá na typu media. [1]

$$c = \lambda f, \quad (4)$$

2.1.1.2 Dalšími veličinami charakterizujícími ultrazvukové vlnění jsou:

akustický tlak (Pa) – okamžitý tlak v mediu způsobený průnikem akustických vln

akustická intenzita ($N.m^{-2}$) – výkon ultrazvukové vlny přenesený přes plochu kolmou k ultrazvukovému svazku

akustický výkon (W) – množství akustické energie přenesené za časovou jednotku

Při průniku ultrazvuku z jednoho media do druhého, dojde ke změně rychlosti šíření, změně vlnové délky, avšak frekvence zůstává stále. Mezi frekvencí, fázovou rychlostí a vlnovou délkou platí jednoduchý vztah:

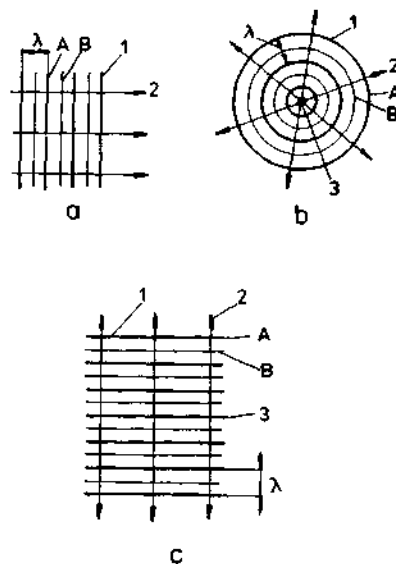
$$f = \frac{v}{\lambda}, \quad (5)$$

Částice hmoty v ultrazvukovém poli podléhají periodické vibraci okolo jejich klidové pozice. maximální vzdálenost od klidové pozice se nazývá amplituda. Amplituda a počet pohybujících se částic udává intenzitu (energii ultrazvuku). Akustická energie (J) je mechanická energie (schopnost konat práci). která je přenášena během průniku ultrazvukové vlny.

2.1.2 Způsobí šíření ultrazvukových vln

V neohraničeném prostředí se ultrazvuková vlna šíří od svého zdroje prostorově. Sousedící částice kmitající ve stejné fázi tvoří vlnoplochu. podle jejího tvaru označujeme tvary vln. z nichž základní jsou:

- rovinná vlna
- válcová vlna
- kulová vlna [2], [3].



Obr.1. Způsobí šíření ultrazvukových vln a) rovinná vlna, b) kulová vlna, c) válcová vlna

1- vlnoplocha, 2- paprsek, 3- zdroj vlnění, A- místo zhuštění částic, B- místo zředění částic, λ - délka, vlny

Tvoří-li vlnoplocha rovinu kolmou na směr šíření, jde o vlnu rovinnou (Obr.1. a). jejím zdrojem je harmonicky kmitající nekonečná rovina. Kmitá-li nekonečně dlouhý válec se zanedbatelně malým průměrem vytvoří se kolem něho válcové plochy (Obr.1. c). při zdrojích malých rozměrů (bodových) se setkáváme s vlnami kulovými (Obr.1.b). jejichž vlnoplochy mají tvar soustředných kulových ploch se středem v bodovém zdroji ultrazvuku. Při značně velkém poloměru prochází kulová plocha v rovinnou [2], [3].

2.1.2.1 Druhy ultrazvukových vln

Ultrazvukové vlny šířící se prostředím mohou být několika druhů, které se vzájemně liší způsobem pohybu částic prostředí vzhledem ke směru postupu vlny. Známe: Podélné vlny (longitudiální)

Příčné vlny (transverzální)

Povrchové vlny (Rayleighovy)

Deskové vlny (Lamboy)

2.1.2.2 Rychlost šíření vln v prostředí

Šíření ultrazvukového vlnění vyvolává v plynném, kapalném, nebo tuhém prostředí periodické stlačení a zředování, které je důsledkem střídavých tlakových změn způsobených postupujícími ultrazvukovými vlnami.

Zvukové vlny střední hustoty vyvolávají periodické alternace s oblastmi opakujícího se zahuštění a zředění. Z tohoto vyplývá, že tlak a výchylky částic odpovídají oblastem maximálního tlaku a naopak největší výchylky (amplitudy) částic odpovídají minimálnímu tlaku.

Z toho vyplývá, že rychlost šíření v čistých plynech a kapalinách závisí na tlaku a hustotě prostředí a mění se s teplotou.

Rychlost šíření ultrazvuku klesá v pořadí tuhé látky- kapaliny- plyny. Stručně řečeno, tužším prostředím se toto vlnění šíří rychleji. [4]

2.1.3 Užití ultrazvuku v průmyslu

Využití ultrazvuku v průmyslu je založeno na hlavních fyzikálních jevech, které se vyskytují v homogenním ultrazvukovém poli:

- Kmitavý pohyb základních prvků kapaliny následkem akustického šíření vln, akustického proudění, což je cirkulační proudění v kapalině, absorpcí akustických vln v médiu.
- Kavitace, což je růst oscilace a kolaps bublin plynu nebo páry způsobený akustickou vlnou. Aby se vyskytla kavitace je nutné, aby médium. Obsahovalo jádra- malé kapsičky plynu uvízlé v trhlinách a malá zrnka prachu na stěnách zařízení, které mohou být excitovány ultrazvukem na základe frekvence a intenzity ultrazvukové vlny.
- Blízko rozhraní s pevnou látkou se vyskytuje další jev, který je pojmenován “ microstreaming, mikroproudění“. Je to efekt impedance akustické vlny na objektu, způsobené dalším typem proudění, které se vyskytuje blízko povrchu a je způsobené třením mezi povrchem a oscilujícími částicemi tekutiny. V podstatě mikroproudění je dalším důkazem akustického toku. [5]

2.1.3.1 Využití aktivní ultrazvukové energie se dá rozdělit do tří skupin:

1. Mechanický efekt- čištění, vrtání, svařování, mletí , rozprašování
2. Fyzikálně-mechanický efekt- emulgace, homogenizace, filtrace, extrakce, difúze, krystalizace
3. Chemický efekt- vliv na rychlost, průběh a výtěžek reakcí, urychluje oxidaci, hydrogenaci, katalyzátorové procesy atd. [6]

Oblast užití ultrazvuku je velice široká. Ultrazvuk se využívá k makro zvukovým aplikacím výkonové akustiky, jako je ultrazvukové čištění, obrábění, svařování, rozprašování, emulgování, ovlivňování chemické reakce a krystalizace. V chemii se používá jako dispergující a disociační činidlo, k urychlení rozličných reakcí. Dále zkoumání materiálu, zjemnění struktury tavenin, k získání disperzních emulzí, k měření mořských hloubek, dále k přesnému měření rychlosti zvuku a z toho k určování jiných veličin, které se jinak obtížně měří, např. elastických konstant pevných látek a stlačitelnosti kapalin. Uplatnění nalezneme i v medicíně a biologii. [13]

Další aplikace účinku ultrazvuku se vyskytuje v oděvním průmyslu, a to při oddělování, spojování a pojení textilií. Pro jeho užití v těchto uvedených procesech byla zkonstruována řada zařízení. Největších úspěchů v tomto oboru dosáhla firma Bronson, která kromě běžných bodových ultrazvukových svářeček dodávala na trh i ultrazvukové šicí stroje a ultrazvukové pojíací stroje, které se s odstupem doby příliš neprosadily. Přesto se dodnes v některých speciálních úlohách ultrazvukové pojení a spojování používá. [7]

Z energetického hlediska je ultrazvukové rozprašování - aerosolace - mnohem účinnější než odpařování teplem. což naznačuje možnost, že by se dalo použít jako náhrada nebo doplnění běžných procesu sušení. O ultrazvukové rozprašování vznikl zájem hlavně vzhledem k jeho schopnosti vytvářet malé kapičky s regulovatelnými rozměry. Dále se tato aplikace velmi rozvíjí v oblasti ultrazvukového rozprašování atomisace - a spalování paliv, kde jsou dosahované výsledky velmi slibné z hlediska velmi dokonalého spalování, z toho vznikajících úspor paliv a značného snížení škodných exhalací[13].

2.1.3.2 Mezi nejnovější techniky použití ultrazvuku patří

- Aplikace v textilní předběžné úpravě a konečném procesu [8].
- Impregnace netkaných textilií pojivem a polymerním roztokem [9].
- Ultrazvuková úprava pro klesající viskozitu a povrchové napětí pryskyřičných systémů, které probíhá v kompozitních materiálech [10].
- Použití ultrazvuku v nanokompozitních materiálech vytvoří nanovlákněné textilie impregnací s různými matricemi, pro rovnoměrný rozložení pryskyřice a pro odstranění vzduchových bublin umístěných uvnitř nanovlákněných textilií [9] [11] [12].

2.1.4 Kavitace

Kavitace je množina jevů spojená se vznikem, výskytem a působením dutin (bublin) v kapalině. Jestliže má ultrazvukové vlnění dostatečnou intenzitu nad 50 W/cm^2 dochází ke vzniku kavitace, tj. ke vzniku a zániku množství malých bublinek v kapalině s frekvencí ultrazvukového vlnění. Tvorba a zánik těchto bublinek způsobených rázy ultrazvukových vln jsou vlastní příčinou dějů v mnohých známých procesech, jako je např. čištění povrchu, dispergace, eroze povrchů apod. V nejbližším okolí těchto bublinek dochází k pozoruhodnému uvolnění energie, lokální růst teploty spojený s tímto dějem se odhaduje až na 3000°C a tlaky v oblastech na stovky MPa v nanosekundových časových úsecích. Kavitace je vlastně studeným varem v kapalině. Průvodním dějem akustických kavitačních dějů je sonoluminiscence.

Kavitace nastává při dosažení určitých podmínek, a to při odpovídajícím tlaku a teplotě v daném místě. Kavitačním tlakem je tlak blízký tlaku nasycených par při odpovídající teplotě a závisí na obsahu plynu v kapalině. Závisí také na druhu, tvaru, velikosti a počtu kavitačních jader a na době jejich výskytu v kritické oblasti. [14], [15], [16].

2.1.4.1 Vznik kavitace

Periodicky se opakující tlakové vlny prochází kapalinou, kde nastává lokální „zředování a zhušťování.“ V místech s poklesem tlaku dojde na částech tuhých látek nebo plynu (weak spots) k vytvoření parní bubliny, která se následním zvýšením tlaku

smrští. [17] Při opakované tlakové vně dojde ke zvětšení smrštěné bublinky, která si při kompresy opět stlačí. Tento děj se opakuje až do kritické velikosti bublinky, která se pohybuje v rozmezí 170-300 μm a jeden cyklus trvá asi 300 μs . Po dosažení kritické velikosti dochází ke kavitačnímu zhroucení.

Zvýšení tlaku při kolapsu se pohybuje ve stovkách atmosfér. Toto lokalizované zvýšení teploty a tlaku na extrémně teploty je podstatou iniciace reakcí ultrazvukem. Vznik, růst a kolaps bublin se nazývá kavitace a umožňuje přenos energie pro následné chemické reakce.

Pro roztržení čisté kapaliny a navození kavitačního cyklu by bylo potřeby velmi vysoké energie. Nižší energie postačuje tehdy, pokud u kapaliny existují tzv. slabé body. Ty svojí přítomností způsobují snížení síly potřebné k roztržení kapaliny. Slabé body jsou například malé pevné částčky nebo i zaváděné plynové bublinky. Jejich přítomnost snižuje energii potřebnou k vytvoření kavitace. Při vyšší frekvenci v oblasti MHz by byla špatně navozovaná tvorba kavitace v kapalině. Počet zvukových vln procházejících za jednu sekundu by byl velký a čas na rozestup velmi krátký. Došlo by k roztržení kapaliny mezi ponořeným kmitajícím vlnovodem a kapalinou a vytvořil by se tak shluk bublin tzv. kavitační bariéra, která by zabránila přenosu zvuku do kapaliny. Navození kavitace v celém objemu kapaliny by bylo velice obtížné. Proto se nejčastěji využívá ultrazvukové zařízení s frekvencí od 20 kHz do 100 kHz. [17], [18], [19]

2.2 Disperze pojiva

Disperze je nejpoužívanější formou chemických pojiv. Jejich hlavní výhodou je vysoká koncentrace pojiva v disperzi (až 55 hmot. %) při nízké viskozitě. Vysoká koncentrace snižuje dopravní a manipulační náklady a množství vody, kterou je třeba v konečné fázi výroby odstranit z textilie. Nízká viskozita je předpokladem snadného transportu k vlákenné vrstvě a mezi vlákna.

2.2.1 Základní pojmy

Disperze je soustava sestávající z homogenní fáze a rozptýlených částic. Homogenní fází je v našem případě voda, částice sestávají z polymeru nebo kopolymeru. Typický průměr částic v disperzích pojiv je 0,1 - 1 mikrometr. Další nutnou složkou disperze je povrchově aktivní látka (tenzid) [26]

Posuzujeme vodné disperze syntetických polymerů z hlediska jejich fyzikálního stavu, t. j. jako heterogenní systémy s velkým mezifázovým povrchem, obsahují ve vodné fázi kulové částice polymeru většinou submikroskopické velikosti, řadíme jejich vlastnosti do oblasti povrchové a koloidní chemie. Mírou rozptýlení jakékoliv disperzní soustavy může být buď příčný lineární rozměr částice a u kulových částic průměr d , u krychlových hrana l , nebo jeho převrácená hodnota $D=1/a$, která se nazývá stupeň disperzity nebo specifický povrch S^3) tj. mezifázová plocha připadající na jednotku objemu disperzní fáze. Disperze je vlastně soustava sestávající z homogenní fáze a rozptýlených částic. Homogenní fáze je voda a částice jsou buď z polymeru nebo kopolymeru. Průměr částic v disperzi je 0,1-1 mikrometru. Nutnou složkou disperze je povrchově aktivní látka- tenzid (zajišťuje stabilitu tím, že snižuje povrchové napětí a brání tím vzájemnému spojování částic(koagulaci)).

Koagulace je proces rozpadu disperze cestou spojování částic. Tento proces se uměle vyvolává po rozmístění disperze pojiva ve vlákenné vrstvě a vede ke zpevnění pojiva a celé textilie. Disperze vznikají přímo v procesu emulzní polymerace nebo (v některých speciálních případech) dispergací polymeru v kapalině. [26]

Koagulaci lze vyvolat několika postupy:

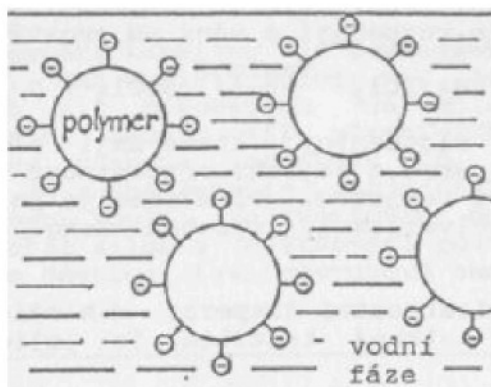
- a) Odstranění vodné fáze, např. jejím odpařením,
- b) Zvýšením kinetické energie částic polymeru natolik, že částice jsou schopny překonat odpudivé síly a spojit se. Toho lze dosáhnout u některých labilních disperzí silným zahřáním nebo mechanickým namáháním, např. intenzivním mícháním,
- c) Zábranou disociace molekul tenzidu, t.j. ztrátou náboje částic. Toho lze dosáhnout:
 - Zmrazením disperze
 - Zábranou disociace úpravou pH
 - Vytvořením nedisociovatelných nerozpustných sloučenin z tenzidu
- d) Termosenzibilizátory[26]

Jsou to sloučeniny způsobující svou přítomností koagulaci disperze při jejím zahřátí pod teplotu varu (40 – 95°C) podle typu a koncentrace termosenzibilizátoru.

Polymerní látku v dispergovaném stavu je možno získat dvojím postupem:

1.mechanickou dispergací makromolekulární látky ve vodní fázi

2.emulsní polymerací (monomer je emulgován ve vodní fázi a radikálovou polymerací je přeměněn na polymer aniž polymerační systém ztrácí povahu emulze. Produktem je Latex – disperze kulových částic polymeru. Částice jsou stabilizovány emulgátory nebo ochrannými koloidy, které jsou absorbovány na jejich povrch (viz obrázek 2.



Obr. 2 : Schéma disperze polymeru ve vodě

2.2.1.1 Nejpoužívanější polymery a kopolymery ve formě disperzí

Pojiva se volí podle požadovaných vlastností výrobků a podle ceny. Základními vlastnostmi pojiv jsou:

- adheze k pojenému vlákennému materiálu
- mechanické vlastnosti (pružnost, tažnost)
- odolnost v podmínkách, kterým bude textilie vystavena (chemická odolnost, praní, chem. čištění, povětrnostní vlivy, stárnutí, teplota) [26]

2.3 Tenzidy

Povrchově aktivní látky - tenzidy jsou látky snižující povrchové napětí na rozhraní dvou vzájemně se nemísících složek.

Tenzidy využívané ve vodných systémech mají molekuly složené ze dvou částí: hydrofilní, rozpustnou ve vodě a hydrofobní, prakticky nerozpustnou. Tenzidy se dělí na neionogenní - nedisociující ve vodě a ionogenní - disociující. Hydrofilní a hydrofobní skupiny neionogenních tenzidů se střídají v jejich molekulovém řetězci. Specifické vlastnosti tenzidů vyplývají ze zvláštní struktury jejich molekul, které jsou složeny ze dvou částí- polární(hydrofilní, hydrofobní) a nepolární. Polární část se vyznačuje určitým stupněm rozpustnosti ve vodě, kdežto pro nepolárne molekuly je typická vysoká nerozpustnost ve vodě.

Ionogenní tenzidy se dělí na anioaktivní a kationaktivní podle toho, zda disociací ve vodě vytvářejí aniont nebo kationt.

Tenzidy se díky rozdílné afinitě svých skupin k oběma nemísitelným složkám disperze koncentrují na fázovém rozhraní těchto složek a snižují jejich vzájemné povrchové napětí.

2.4 Zpěnění vodné disperze

2.4.1 Pěna

Pěna je disperzní dvoufázový systém složený z plynného disperzního podílu a z kapalného nebo tuhého disperzního prostředí. Jde teda o jemně rozptýlený plyn v kapalině nebo tuhé látce. Je aglomerací malých vzduchových komůrek oddělených tenkou kapalnou blanou. Aby bylo možno kapalinu zpěnit je zapotřebí, aby volná povrchová energie klesla oproti rovnovážné hodnotě čisté kapaliny. Toto snížení mohou zajistit tenzidy, které snižují sílu působící v tečné rovině povrchu. Tím se povrchová energie snižuje.

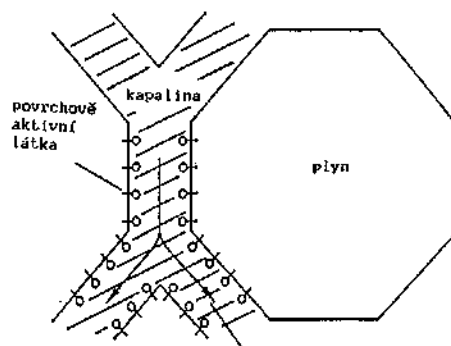
Podmínkou existence pěny je snížení povrchového napětí a povrchové energie kapalné fáze vůči plynu účinkem povrchově aktivních látek.

V každém případě jsou však pěny nestabilní systémy. Mechanismus jejich rozpadu spočívá ve stékání kapaliny tvořící blány mezi bublinami působením gravitace. Tím se blány ztenčují. Při určité kritické tloušťce blána praskne a sousední bubliny se spojí.

Bubliny plynu mohou mít sférický tvar, když se nachází v celém objemu kapaliny a volně se v ní pohybují jako kapičky v zředěných emulzích. Při vzájemném doteku takových to bublin se jejich tvar poruší a vytváří se mnohobuněčné pěny, v kterých jsou jednotlivé stěny téměř ploché. Při dostatečně velkých rozměrech se vytvoří mnohostěnné buňky navzájem oddělené tenkými lamelami kapaliny. Povrch pěny vyjádřený na jednotku objemu je velký a tyto povrchy stěn nemají jednoznačně definovaný geometrický tvar. Proti vzniku těchto filmů působí povrchové napětí, a proto největší pěnotvorní schopnost mají roztoky v přítomnosti tenzidů s nejnižším povrchovým napětím. Na rozdíl od emulze jsou pěny systémy s geometrickou strukturou, která je jakýmsi pružným skeletem. Vlivem povrchového napětí, stékání kapaliny a odpařováním se stěna stává tenká a při kritické tloušťce samovolně praská. Destrukce pěny může nastat i v důsledku mechanických účinků nebo přidáním odpěňovacích prostředků.[20]

Důležitý rys pěny je enormní povrch plyn/pevná látka nebo plyn/kapalina. Kvůli tomuhle velkému povrchu má pěna velkou povrchovou energii a tak se termodynamický vzhled pěny jeví jako labilní soustava. Pro větší stabilitu pěny musí být povrchová energie snižována. Používají se proto činidla, která musí být přidána pro dosažení nižší povrchové energie. Tyhle činidla jsou teda řešením, které pomáhá redukovat povrchové napětí. Přidaná činidla dávají pěně další fyzické rysy, např. povrchové viskozitu a zlepšení povrchové pružnosti, která může vést k zlepšení stability pěny. [21]

Povrchově aktivní látka (PAL) , která se často do kapalin přidává pro lehčí tvorbu pěny, je tvořena z hydrofilní a hydrofobní části. Molekuly PAL pokryjí povrch mezi plynem a kapalinou tak, že hydrofilní části jsou orientované směrem na kapalnou fázi (polární) a hydrofobní části jsou orientované k plynné fázi. [21]



Obr.3 Schéma pěny

2.4.1.1 Tvorba pěny

Pěna může být vygenerovaná mícháním, třesením, nebo litím činidla roztoku nebo horkým vzduchem skrz kapalinu. Další možností je chemická reakce, při které je pěna vytvořená plynem, který může být rozptýlený do kapaliny, nebo fyzickou reakcí, kdy se plyn pouští do kapaliny. Pěny mohou být také vygenerovány v mixérech. Ve které je plynový tok a kapalný tok smíchaný. Pěny tvořené dvěma druhy mixéru je možné rozeznat. V takzvaných dynamických mixérech, je energie požadovaná pro tvorbu pěny dodaná rychleotáčející se částí, které generuje příčné síly. Tyto síly vykonávají rozptyl, kterým dojde k intenzivnímu promíchání vzduchu a kapaliny.

Příklad dynamického mixéru je axiální rotor-stator. V tomto mixéru může být pěna generovaná kontinuálně. Axiální typ a paprskový (poloměrový) typ rotor-stator mixér je také vhodný na tvorbu pěny. Ve výzkumu popsaném v tezi [21], je užíváný jediný axiální typ rotor-stator mixér, protože je to typ mixéru, který je nejpoužívanější v textilním průmyslu. Axiální rotor-stator mixér má výhodu v konstantní stříhací rychlosti v celém objemu. Další druh mixéru je statický mixér. Pěna je vytvořena když plyn a kapalina jsou pumpovány skrz jemný filtr nebo gázu. [21]

2.4.1.2 Rozdělení pěn

Pěny rozdělujeme podle velikosti bublin na pěny charakteru krému (malé bubliny) a perlovité pěny (velké bubliny). Podle poloměru kapaliny a plynu v objemové jednotce, t. j. podle hustoty pěny, je dělíme na vlhké, ve kterých je u plynné fázi

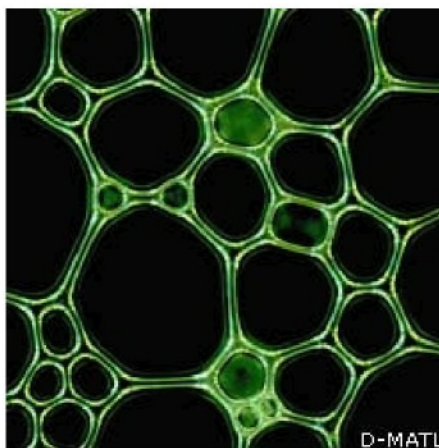
maximálně 78% objemu pěny a suché, ve kterých je 90% a víc procent plynu z objemu pěny [20].

U pěn je prakticky nemožné zabránit vzestupu bublinek plynu a jejich hromadění na povrchu kapalné fáze. Dochází k vytěsňování kapaliny z pěny, mění se tvar bublinek a vlhká pěna se mění na pěnu suchou. [22]

2.4.1.3 Struktura pěn

Podle strukturálního hlediska rozdělujeme pěny na:

- 1) kulové (sférické) pěny, které jsou soustavou oddělených bublin v kapalině. Bubliny jsou pokryté filmem zpevňovacího tenzidu a stěny jednotlivých bublin jsou relativně silné
- 2) mnohostěnné (polyedrické) pěny, které vznikají z kulové pěny odtokem kapaliny mezi bublinami. Jednotlivé bubliny pěny ztrácejí svoji samostatnost a spájejí se do celku přičemž tvar se mění na mnohostěn.
- 3) roštinové pěny jsou přechodovou formou mezi těmito základními druhy pěn.



Obr.4. Příklad kapalné pěny

Kulová pěna je soustava oddělených bublin v kapalině. Bubliny jsou pokryté filmem zpevňovacího tenzidu a vlivem vnějších sil mohou zaujmout i nekulový tvar. Stěny jednotlivých bublin jsou relativně silné.

Mnohostěnná pěna vzniká z kulovité odtokem kapaliny mezi bublinkami. Jednotlivé bubliny pěny ztrácejí svoji samostatnost a spojují se návazně v agregát při čemž jsou definovány do tvaru mnohostěnu a vytvářejí ploché nebo mírně zakrvené lamely prakticky stejné tloušťky. [23]

2.4.2 Využití pěny v textilním průmyslu

Použití zpěněných pojiv přináší z hlediska výroby a vlastností textilií (a stejně tak při zušlechťovacích procesech) řadu výhod, zejména:

- nižší obsah vody v objemu pojiva potřebném k rovnoměrnému rozvrstvení po celé ploše textilie
- úsporou energie při sušení
- snížení míry migrace pojiva k povrchu v průběhu sušení a jemnější rozptýlení pojiva v objemu textilie, což vede k lepšímu využití pojiva z hlediska soudržnosti vláken (vyšší pevnost) , k nízké ohybové tuhosti, nízkému počátečnímu modulu, vyšší prodyšnosti a lepšímu omaku.

Jedna z průmyslových aplikací pěn se objevila v textilním průmyslu. Od 70-tich let vzrostl v této oblasti průmyslu zájem o používání pěn jako způsobu transportu a aplikace různých chemikálií k textilií. Použití pěny pro současnou dvoubarevnou tlač pletenin, tkanin a netkaných textilií a také pro současnou dvoubarevnou tlač nití má různé výhody v porovnání s tradičními kapalnými lázněmi (fulár).

2.4.2.1 Výhody použití pěn

- V pění je část kapaliny nahrazena vzduchem, z toho vyplývá, že pěna má nižší hustotu, rovnající se nižšímu objemu kapaliny v pění. Po aplikaci je požadovaná menší energie pro sušení textilního materiálu.
- Pro obě aplikační techniky pěny i fulár, je celkové množství spotřebovaných chemikálií nízké. Před aplikací může být požadované množství chemikálií vypočítané přesně. Množství chemického odpadu se výrazně snižuje, výkonnost se zvyšuje a proces má nižší množství odpadu zatěžujícího životní prostředí.
- Kvůli zvětšené viskozitě pěny s ohledem na kapalnou fázi, může být používání zahušťovadla redukováno

- Problém přemísťování chemikálií zevnitř materiálu směrem k povrchu se v průběhu sušení snižuje. Kvalita produktů se tím zlepšuje. [21]

Pěna může být používána v různých stupních textilní výroby. Např. při šlichtování (lubrikaci, apretaci) nití před tkaním (pletení), protože nedochází k tak výrazným změnám vlastností nití jako např. u šlichtovací lázně. V předběžné úpravě tkanin může být použita pěna, a to pro merceraci bavlněných tkanin, nebo karbonizaci vlněných tkanin. Barvení nebo potisk tkanin je také jedna z možností. Pěny také možno použít jako chemické látky snižující hořlavost, nebo látky zvyšující navlhavost nebo vodoodpudivé materiály. [21]

Jedním z problému, které se vyskytují při používání pěn v konečných technologiích je distribuce pěny přes celou šířku látky. Také skutečnost, že pěna je termodynamická labilní soustava dělá použití pěny problematické. Pěna klesá (degraduje) přímo po přípravě. Během dopravy pěny skrz potrubí nebo distribuční jednotky, dochází také ke zborcení pěny, které nastane kvůli smykovému napětí. Před skutečnou aplikací pěny na materiál je potřebné, aby pěna byla tak stabilní jako je jen možné. Při rychlé aplikaci pěny na materiál, musí nastat rychle proniknutí, proto se musí textilie chemicky upravovat. A proto je lepší dosáhnout lepšího porozumění procesů, který nastává během vzniku pěny, nanášení pěny a skutečné aplikace. [21]

Jedná z prvních aplikací pěny v textilním průmyslu byla produkce stabilní pěnové vrstvy na kobercích. Přítomnost tohoto vybavení byla bez jakýchkoliv problému používána za účelem textilní úpravy. Použití pěny na textilních substrátech může být vykonané několika způsoby. Rozdíl může být jen v jednotlivých aplikacích.

Další rozdíl, který může být popsán je rozdíl mezi „otevřenými“ pěnovými aplikacemi a „zatvořenými“ pěnovými aplikacemi. V otevřených pěnových aplikacích není pěna násilně vpravená do textilie. Po aplikaci musí pěna proniknout do materiálu a umožnit chemikáliím, aby látku prosytili. V zatvořené pěnové aplikaci je pěna zanášená přímo do materiálu, kde je užívána dobře navrhnutá distribuční jednotka. Její výhoda je v lepší kontrole nad procesem aplikace. Příklad zatvořené pěnové aplikační jednotky je systém otáčejícího se rastrovacího bubnu s pěnovou zásobou vevnitř.

2.4.2.2 Rozpad pěny

Rozpad pěny může nastat následujícími způsoby:

- samovolně přes kapilární síly
- vynuceně, stíračem, který tlačí pěnu do materiálu
- sníženým tlakem pod materiálem, kterým je pěny nasáknutá do materiálu
- zvyšováním teploty, která urychlí rozptyl plynu a viskozita kapalní fázi se sníží
- aplikaci pěny, která působí na materiály destabilizujícím
- rozpadem, kvůli smykovému napětí [21]

2.4.3 Stabilita pěny

Stabilitu pěny možno charakterizovat jako dobu existence pěny.

Je známo, že čisté kapaliny nepění. Roztoky a disperze vytváří za určitých podmínek obvykle velmi nestálou pěnu.

Velký rozdíl hustoty kapaliny a plynu způsobuje rychlý pohyb bublin nahoru vplyvem gravitace a na povrchu se vytvoří vrstva koncentrované pěny.

Rychlost destrukce pěn závisí na stabilitě stěn disperzního prostředí, které oddělují bubliny. Rychlost vytékání je ovlivněna viskozitou kapaliny.

Největší vliv na pevnost kapalných stěn v pěně má závislost povrchového napětí na koncentraci povrchově aktivní látky (PAL). Prodloužením stěny (zvětšením povrchu) klesá koncentrace PAL v povrchové vrstvě stěny a zvýší se povrchové napětí. O stabilitě pěny rozhoduje rychlost difúze PAL z Gibbsových-Plateanových kanálků do povrchové vrstvy filmu a zpět

Další faktory, které ovlivňují stabilitu pěny jsou soudržnost, pružnost a stálost filmu a tloušťka stěn mezi buňkami. [24].

Podle stability pěny rozdělujeme na:

- a. stabilní
- b. nestabilní (kulovité pěny),
které se ihned po svém vzniku začínají rozpadat odtékáním
kapaliny mezi pěnovými lamelami
- c. nestabilní (mnohostěnné
pěny), které si po odvodnění zachovají strukturu suché pěny [25].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Bakalářská práce se zabývá průnikem pojiva do rouna využitím ultrazvuku. Sleduje průnik pojiva ve formě disperze a zpěněné disperze do objemné vrstvy rouna při pouhém působení gravitace, dále při působení přtlaku a při působení vhodného přtlaku zároveň s působením ultrazvuku. Hlavním cílem bylo zkoumání vlivu ultrazvuku při využití vhodného přtlaku na průnik pojiva do textilie.

3.1 Zkušební metody a normy

Pro tento experiment byly použity následující metody a normy.

Plošná hmotnost:

NT- EDANA 40.3-90. plošná hmotnost NT se vyjadřuje v g.m^2 a má být určena ze vzorku o ploše $50\,000\text{ mm}^2$ (např. $200 \times 250\text{ mm}$), které jsou vysekané z větší plochy textilie. Při nedostatku textilie se vyseká největší možný pravoúhelník a z něhož se změří plocha a hmotnost [29].

Plošná hmotnost se dosáhne výpočtem ze vztahu:

$$\rho_s = \frac{m}{A} \quad (6)$$

kde:

ρ_s plošná hmotnost textilie [g/m^2]

m hmotnost vzorku textilie [g]

A plocha vzorku textilie [m^2].

Hmotnost vzorků textilie se určí s přesností na 0,1% hmotnosti vzorků, stanoví se průměrná hodnota a směrodatná odchylka z minimálně 5-ti vzorků.

Objemová hmotnost

Objemová hmotnost NT - ČSN 80 0845. se vyjadřuje v kg.m^3 . Získáme ji ze vztahu [30]:

$$\rho_v = \frac{m}{V} = \frac{m}{S \cdot h} \quad (7)$$

kde:

ρ_v	objemová hmotnost textilie [kg/m ³]
m	hmotnost vzorku textilie [kg]
S	plocha vzorku textilie [m ²]
h	tloušťka vzorku [m]

Tloušťka

Tloušťka plošné textilie h je hodnota, která je definována jako kolmá vzdálenost mezi přitlačnou čelistí a podkladovou deskou měřícího zařízení. Velikost horní přitlačné čelisti a velikost přitlaku jsou definovány pro různé typy materiálů v normě ČSN EN ISO 5084.

Zaplnění

Zaplnění z vyjadřuje objemové zastoupení vláken v objemové jednotce textilie. Objemová definice zaplnění je dána výrazem:

$$z = \frac{V_t}{V_c} \cdot 100 \quad , \quad (8)$$

kde:

z	zaplnění [%]
V_t	objem vláken [mm ³]
V_c	celkový objem vlákenného útvaru [mm ³]

Jednodušší je výpočet zaplnění pomocí objemových hmotností, kde objemová hmotnost vláken byla zjištěna z tabulek a objemové hmotnosti vlákenných útvarů jsou uváděny v kapitole. Výsledné hodnoty jsou vypočítány dle vztahu (8).a uvedeny v tabulce.

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \mu = \frac{\rho_c}{\rho_{PL}} \cdot 100, \quad (9)$$

kde:

ρ_c objemová hmotnost vlákenného útvaru [kg/m^3]

ρ_{PL} objemová hmotnost PL vláken ($\rho_{PL} = 1360 \text{ kg/m}^3$)

ρ_{PP} objemová hmotnost PP vláken ($\rho_{PP} = 910 \text{ kg/m}^3$)

3.2 Použitý vlákenný materiál

K výrobě vzorku byl použit vlákenný polyester a polypropylen. Parametry použitého materiálu jsou uvedeny v tab. 1.

Vlákno	Jemnost T(dtex)	Délka staplu l (mm)	Teplota tání ($^{\circ}\text{C}$)
PL	6,7	80	256
PP	6,7	60	165-170

Tab.1 :Vlákenný materiál použitý k výrobě vzorků netkané textilie.

3.3 Příprava vzorků

Vlákenné vzorky byly vyrobeny v poloprovozu Katedry netkaných textilií. Výroba vlákenné vrstvy byla provedena na válcovém mykacím stroji, vertikálním příčném kladeči a vpichovacím stroji.

3.3.1 Výroba vpichované netkané textilie

Navážky vlákenného materiálu s hmotností 80 g byly ručně měrně dávkovány mykacímu stroji, kde došlo k postupnému ojednocení vláken a jejich uspořádání převážně ve směru vystupující pavučiny. Vrstvení bylo provedeno příčným kladečem. Vzniklá vlákenná vrstva byla odváděná dopravníkem do vpichovacího stroje, kde byla částečně zpevněna provázáním svazky vláken pomocí jehel s ostny. Vyrobená textilie byla dále vrstvená na potřebnou plošnou hmotnost a následně předzpevněna dalším

průchodem vpichovacím strojem. Z připraveného rouna byly nastříhány vzorky o rozměru 100x40 mm, tím byly připraveny pro provedení experimentu.

Výrobní parametry strojního zařízení:

Válcový mykací stroj:

Vstupní rychlost dopravníku	1m/min
Výstupní rychlost pavučiny	10m/min

Tab.2 : Parametry mykacího stroje

Vpichovací zařízení:

Příváděcí rychlost do vpichovacího stroje	0,3m/min
Hloubka vpichu	4mm
Frekvence jehelní desky	200 zdvihů/min
Typ vpichovací jehly	15x18x32x3,5 RB
Odváděcí rychlost	0,4m/min
Počet vpichů	80vpichů/cm ²

Tab.3 : Parametry vpichovacího stroje

3.3.2 Vlastností vzorků

Plošná hmotnost

Stanovení plošné hmotnosti vycházelo z normy EDENA 40.3-90, která již byla zmíněná v předchozí kapitole. Hmotnost vzorku byla zjišťována na laboratorních váhách elektronických „SCALTEC“ s citlivostí 0,001g. Výsledné hodnoty plošné hmotnosti byly stanoveny z 15 vzorků a jsou uvedeny v tab.1.

Objemová hmotnost

Objemová hmotnost byla zjišťována dle již výše zmíněné normy ČSN 80 0845, viz kapitola. Výsledné hodnoty jsou uváděny v tab.1.

Vzorek	Plošná hmotnost [g/m ²]	Objemová hmotnost [kg/m ³]
PP	484,583	48,45833
PL	488,367	48,83667

Tab.4: Plošná a objemová hmotnost polypropylenových a polyesterových vláknenných textilií.

Zaplnění vláken v textilii

Vzorek	Zaplnění z [%]
PP	5,32
PL	3,59

Tab.5: Zaplnění vláken v textilii

3.4 Příprava pojiva

3.4.1 Pojivo

Pro pojení vláknenného rouna byla použita vodní disperze a zpěněná disperze, obě obarvené červeným barvivem pro lepší rozpoznávání průniku.

Akrylátová disperze SOKRAT 4924

Anionaktivní vodná disperze termoreaktivního styrenakrylátového kopolymeru.

- obsah sušiny 38-42% (40)
- pH při 20⁰C 6-8,5 (6,5)
- viskozita max.150 mPa.s
- povrchové napětí 34-38 mN/m
- specifická hmotnost 1,03g/cm³

Výrobce RSM CHEMOCRYL a. s. Sokolov.

Zpěněná disperze SOKRAT 4924

původní disperze zředěná 1:1 vodou(20%sušiny), přidán tenzid SYNTAPON ABA 1% objemu

Barvivo: barva minerální červená tekutá pro vybarvování latexu (1%). Výrobce DRUTEP –Teplice.

3.4.1.1 Příprava zpěněné disperze

Byla použita vodná disperze akrylátového pojiva SOKRAT 4924 o obsahu 20% sušiny. Ke zpěnění byly zkoušeny dva tenzidy.

SYNTAPON ABA (didecylbenzensulfonát sodný)

ALFONAL K (dietanolamid kyseliny laurové)

Stupeň napěnění proveden tak, že do 1000 ml odměrného válce bylo nalito 100ml zpěňovacího media s přibližně 1 % tenzidu a po dobu jedné minuty šleháno pomocí děrovaného pístu (100 kmitů/min.).

Stupeň napěnění spočítán ze vztahu:

$$S_n = \frac{V_m}{V_o}, \quad (10)$$

Kde:

S_n stupeň napěnění

V_m max. objem pěny [ml]

V_o výchozí objem kapaliny [ml]

Stabilita pěny je určena z napěněného media jako čas v minutách, během kterého se ze 100 ml zpěněného media (pěny) vyloučilo 50 ml kapaliny. Hodnoty stupně napěnění a stability pěny jsou uvedeny v tab.

Disperze	% sušiny	SYNTAPON ABA	ALFONAL K
SOKRAT 4924	20%	7,6/11,5	6,8/10,2

Tab.6: Hodnoty stupně napěnění a stability pěny pro tenzidy. Číselník – stupeň napěnění, jmenovatel – stabilita pěny v minutách.

Požadavky byly kladeny na získání pěny, která obsahuje dostatečné množství pojiva s malým podílem vody. Dle hodnot uvedených v tabulce 6 se osvědčil tenzid SYNTAPON ABA, který byl používán pro další zpěňování.

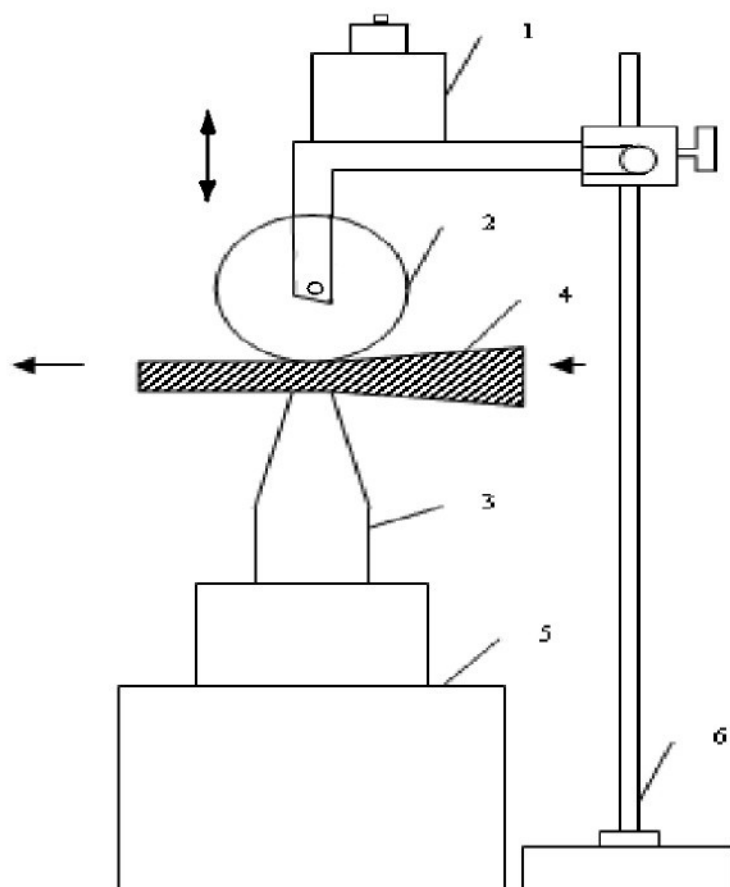
3.5 Ultrazvukový přístroj

Ultrazvukový systém firmy ULTRASONIC Pardubice. Parametry přístroje jsou výkon 1kW, kmitočet 24kHz, sonotroda 50 x 11 mm.

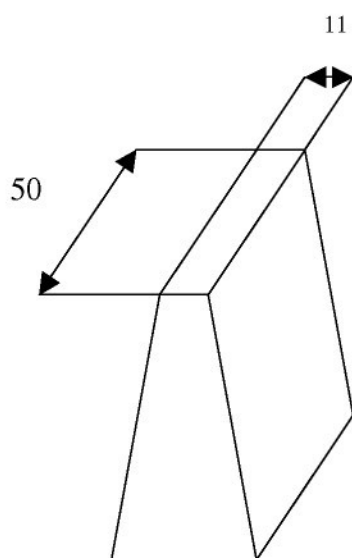


Obr. 5: Ultrazvukový generátor s plynulou regulací.

Záření ultrazvukového přístroje bylo nastaveno pomocí prachu TYGER DRYLAC, polyester epoxy, velikost částic 60-70 μ m.



Obr.6: Ultrazvukový přístroj použitý při pojení. 1-závaží, 2-přítlační váleček, 3-sonotroda, 4-pojená textilie, 5-zdroj (UZ generátor), 6-stojan



Obr.7.: Sonotroda rozměry.

3.6 Nános disperze a zpěněné vodné disperze na vlákennou vrstvu

Vodní disperze pojiva byla nanášena postříkem pomocí postřikovacího zařízení. Zpěněná vodní disperze byla nanášena do šablony s nastavitelným dnem, určujícím výšku nánosu pěny.

Při provedení zkoušek byly nanášeny na vlákennou vrstvu dvě kapky disperze. U těchto kapek jsme sledovali průnik na rubní stranu při pouhém působení gravitace, při působení přtlaku a působení ultrazvuku a přtlaku. Sonotroda je uspořádána tak, že působí se spodu rouna.

Po nánosu kapek pojiva na vlákennou vrstvu vznikla na vstupní straně (líci) plocha ve tvaru kruhu, která se po průchodu UZ zářením na výstupní straně (rub) jeví jako elipsa. Při působení gravitace k prostupu pojiva na rubní stranu nedošlo. Při působení přtlaku bylo vidět pouze částečný prostup pojiva, ale k prostupu na rubní stranu nedošlo.

Pro určení velikosti obrazců průniku pojiva pomocí ultrazvuku byly použity tyto vzorce:

$$\text{Pro plochu kruhu: } S = (\pi \cdot d^2)/4 \quad (11)$$

$$S = (\pi \cdot 0,85^2)/4 = 0,567 \text{ cm}^2$$

$$\text{Pro plochu elipsy: } S = \pi \cdot a \cdot b \quad (12)$$

$$S = \pi \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 3,11 \text{ cm}^2$$

3.7 Určení vhodného přtlaku

Aby docházelo k průniku pojiva je třeba použít určitého tlaku. Tento byl docílen pomocí přtláčného válečku o hmotnosti 0,445 kg ke kterému bylo přidáváno závaží o hmotnosti 1, 2 a 3 kg. Zatěžovaná plocha vzorku je 40*11 mm.

$$\text{Působící síla: } F = m \cdot g \quad (13)$$

$$1) \quad 0,445 \cdot 9,81 = 4,36 \text{ N}$$

$$2) 1,445 \cdot 9,81 = 14,17 \text{ N}$$

$$3) 2,445 \cdot 9,81 = 23,98 \text{ N}$$

$$4) 3,445 \cdot 9,81 = 33,79 \text{ N}$$

$$\text{Zatěžovaná plocha: } S = b \cdot h \quad (14)$$

$$S = 0,04 \cdot 0,011 = 0,00044 \text{ m}^2$$

$$\text{Působící tlak: } P = F/S \quad (15)$$

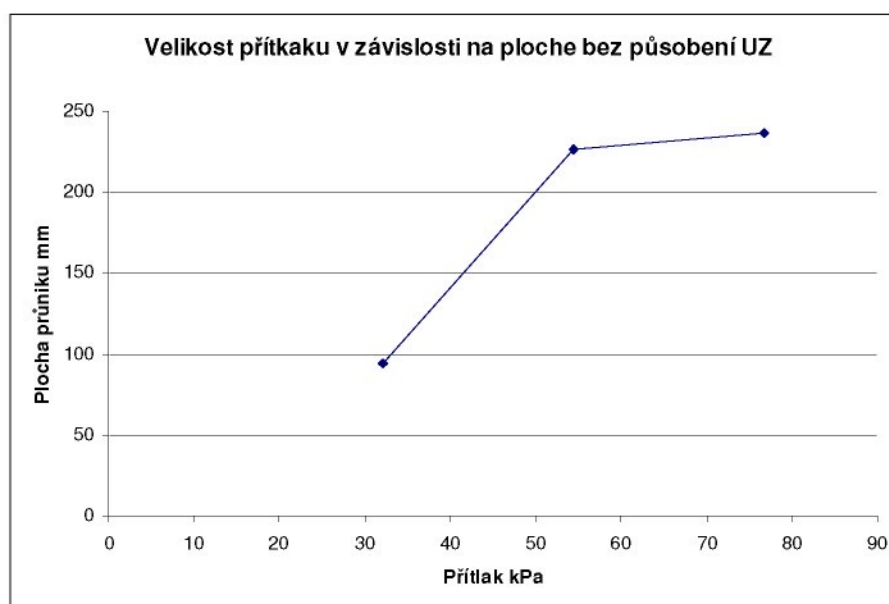
$$1) 4,36 / 0,00044 = 9,909 \text{ kPa}$$

$$2) 14,17 / 0,00044 = 32,204 \text{ kPa}$$

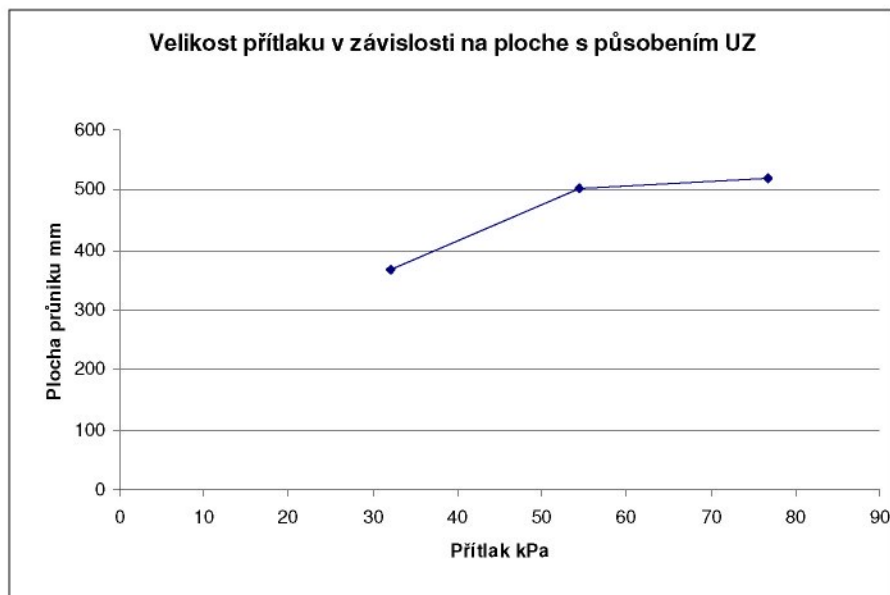
$$3) 23,98 / 0,00044 = 54,500 \text{ kPa}$$

$$4) 33,79 / 0,00044 = 76,795 \text{ kPa}$$

Přítlak byl experimentálně určen při zkoušení závaží o hmotnosti 1, 2 a 3 kg. Při působení přítlaku a působení ultrazvukového zařízení a následně vyhodnocen. Byl určen nejvhodnější přítlak a to 54,5 kPa, neboť při následném vyšším tlaku (76,8 kPa) již nedocházelo k vyššímu průniku a rozptýlu pojiva. Protože plocha průniku se pro nás již významně nezvětšovala a přítlak 54,5 byl pro náš experiment postačující. Hodnoty je možno vidět v grafu č.1 a č. 2.



Graf 1 : *Závislosti velikosti ploch na velikosti daného přtlaku bez průchodu ultrazvukovým přístrojem.*



Graf 2 : *Závislosti velikosti ploch na velikosti daného přtlaku s působením ultrazvukem.*

3.8 Postup při nánosu pojiva na textilii a následné sušení

Nános pojiva probíhal u všech měření stejně. Byla nanesena disperze (pěna) již podle výše změněného postupu.

Po nánosu pojiva na vláknennou vrstvu byla naimpregnovaná textilie sušená v sušárně v proudu vzduchu při teplotě 80 °C a dále sušováno při 140 °C.

Při působení přtlaku naimpregnovaná textilie byla vedena přes přtláčný válec, kde působil předem určený přtlak 54,5 kPa. Dále byl použit stejný postup jako vzorku impregnovaného bez přtlaku.

Při působení ultrazvukového zařízení byla textilie s nánosem pojiva vedena ultrazvukovým zařízením, ve kterém působil přtláčný válec tlakem 54,5 kPa a zespoda působil ultrazvuk pomocí sonotrody. Dále byl použit stejný postup jako u předešlých způsobu.

Vysušené a zesíťované vzorky byly pak podrobeny gravimetrické zkoušce. Zkouška spočívala v oddělení vrstev propojených a nepropojených. Vrstvy byly oddělovány odtrhováním pomocí pinzety a následně vážený na elektronických váhách SCALTEC s citlivostí 0,001g.

Hloubka průniku pojiva byla zjišťována z podílu vrstvy propojené (soudržné) a vrstvy nepropojené (nesoudržné). Byla vypočtena z procentuelního podílu nepropojených vláken v rounu k celkové hmotnosti rouna dle vztahu:

$$P=(m_0-m_1)/ m_0*100 [\%] \quad (16)$$

Kde:

P-hloubka průniku pojiva v [%]

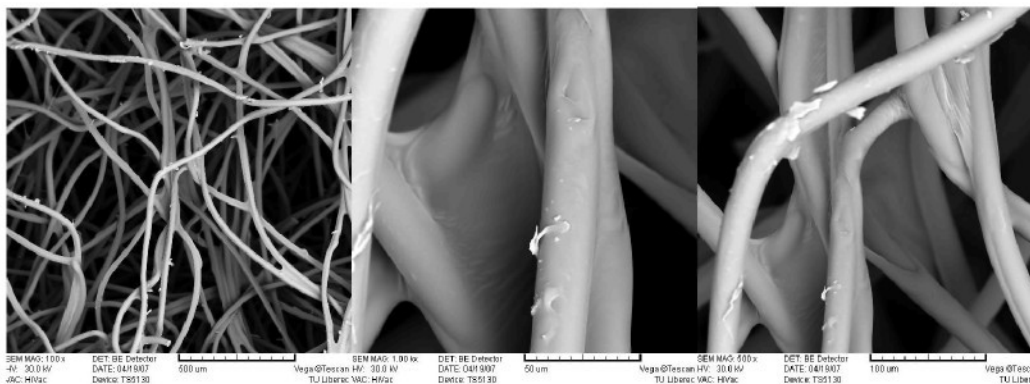
m_0 -hmotnost rouna v [g]

m_1 -hmotnost nepropojeného rouna v [g]

Zjištěné hodnoty jsou uváděny v tab.3-14 v příloze.

3.9 Rastrovací elektronová mikroskopie

K posouzení vzhledu pěny a jejímu smáčení vlákna byly vyhotoveny fotografie rastrovací elektronovou mikroskopií. Příprava preparátu spočívá v připevnění zkoumaného vzorku na pracovní stolek. Takto upravený vzorek byl pokrytý tenkou vrstvou (10-30nm)Au. Primární paprsek se pohyboval po řádcích po preparátu (rastroyal) a vyrážel sekundární elektrony. Ty byly snímány sondou, převáděny na videosignál a zobrazeny na monitoru. Na jednotlivých vzorcích byla provedena zkouška pod rastrovacím elektronovým mikroskopem k posouzení vzhledu. Byly sledovány povrchy textilie, resp. líc a rub textilie. Vždy byl prohlednut celý preparát a z charakteristických míst byly pořízeny snímky.



Obr.8.: Snímky vzorků z rastrovacího mikroskopu. Vzorek: působení UZ pěna.

3.10 Lucie

Je program vyvinutý pro pořizování a ukládání obrázků a pro interaktivní měření. Systém umožňuje automatické archivování rozsáhlých obrazových sekvencí a poskytuje prostředky pro údržbu obrazových hodnot. [28]

Postup vyhodnocení LUCIE

Měření se provádělo z digitálních fotografií získaných ze světelného mikroskopu. Vyhodnocení se dělá v software LUCIE. Postup byl následovný:

Nejdříve byly dané vzorky snímány světelným mikroskopem. Obraz byl přenesen do počítače, kde byly pomocí LUCIE G vyhodnocovány parametry. Před každým měřením bylo potřebné udělat kalibraci. Následně byly vyznačeny jednotlivé plochy. Kromě ploch vyhodnotil program Lucie G i jiné parametry vypočtené z naměřených ploch, např. ekvivalentní průměr, max. rozměr atd. hodnoty jsou uvedeny v tabulkách v příloze 3.

Měření byla prováděno z důvodu porovnání výsledků získaných gravimetrickou metodou, která je výhodná pro využití směsové barevných vzorků. Měření prokázalo, že procento propojení při gravimetrické metodě a metodě měření ploch je srovnatelné. Procento propojení se u obou postupu pohybuje kolem 70-80%.

4 DISKUSE

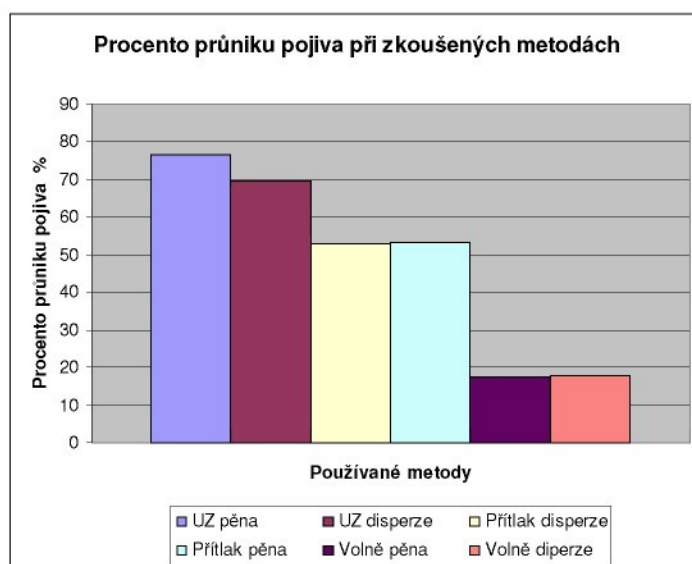
Zkoušeny byly dva vlákenné materiály polyesterové a polypropylenové rouno. Byly použity dvě formy pojiva zpěněná vodní disperze a vodní disperze obarvené červeným barvivem pro lepší rozpoznání. Cílem bylo dokázat, že pomocí ultrazvukového přístroje dochází k průniku pojiva mnohem snadněji než s pouhým působením gravitace nebo přitlaku.

Pojení bylo prováděno při konstantních podmínkách tj. obdobné plošné a objemové hmotnosti, tloušťka rouna, procentuálního množství pojiva viz tab. příloha 1. 2. Měněny byly faktory jako je volní postřik(smáčení), dále smáčení při působení vytypovaného tlaku a při působení tlaku a zároveň s účinkem ultrazvuku. Disperze pojiva byla zanášena postřikem ze stříčky, která byla upevněna ve výši 300mm. Zpěněná disperze byla nanášena štětcem a urovnána stěrkou. Vzorky byly po každém nánosu váženy. V případě disperze kapky dopadají na textilií z uváděné výšky, pokud dopady na povrch textilie začalo jeho smáčení, které je vedeno kapilárními silami. Čím je zúčastněn větší počet vláken, tím je odvedeno více kapaliny do struktury vláken. Průnik je daleko rychlejší při současné aplikaci ultrazvuku. Tento dodává kaplkam pojiva energii a zároveň působí na rozkmitání vlákenného systému. Při použití pěny dochází vlivem působení ultrazvuku k rychlejší degradaci pěny a dle obrázku z REM viz. Obr.8 usuzují, že dochází ke zmáčení vláken podobnému při využití disperze.

Z experimentu tedy mohu usoudit, že pronikání pojiva do objemné textilie podporované aplikací ultrazvuku je účinnější než při pouhém působení gravitace nebo přitlaku. Hodnoty jsou graficky znázorněny v grafech č. 3 a 4. Graf č.3 zobrazuje procentuální průnik pojiva ve formě disperze a zpěněné vodní disperze do polyesterového vlákenného rouna. Z grafu je zřetelně vidět, že k průniku pojiva do objemné netkané textilie z polyesterových vláken dochází při působení ultrazvukového přístroje jednoznačně lépe. Graf č.4 zobrazuje procentuální průnik pojiva ve formě disperze a zpěněné vodní disperze do polypropylenového vlákenného rouna.

Vzorek	UZ pěna	UZ disperze	Tlak pěna	Tlak disperze	Volně pěna	Volně disperze
1	73,89087	71,10908	54,68278	56,34921	19,39547	21,03674
2	73,17073	66,59847	56,45982	52,39075	15,46336	19,12716
3	80,09479	66,99834	54,43787	56,34013	17,44659	16,19198
4	77,88834	66,4575	53,59616	54,66917	16,59857	16,41949
5	81,60553	73,96288	56,25	55,3553	21,06068	18,44116
6	73,5797	65,99345	53,25123	47,46667	18,45997	17,83097
7	70,52433	65,49502	53,3919	53,40136	18,59079	17,61575
8	78,97517	70,48768	52,36641	53,35106	16,89619	17,83961
9	81,60183	65,30172	50,40282	51,5528	18,94053	21,23218
10	81,67671	69,92774	48,95833	52,4177	15,48767	19,15812
11	79,46003	68,96208	55,84281	51,99775	21,21212	20,41689
12	72,62737	77,94749	55,04	50,64935	18,21842	18,39671
13	70,06188	72,46767	49,89594	55,2094	13,79674	11,31049
14	80,75165	71,44402	51,70425	48,07074	13,42873	12,51348
15	70,98473	68,14516	50,95057	50,67972	15,24454	21,51076
Průměr	76,45958	69,41989	53,14873	52,66007	17,34936	17,9361
Odchylka	3,797179	2,854315	1,948538	2,140683	1,937294	2,110788

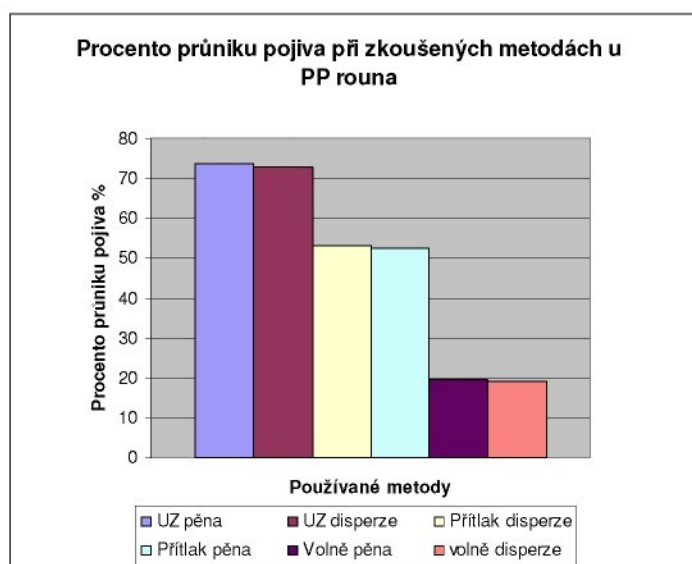
Tab. 7: Procento průniku pojiva u vlákenné vrstvy vyrobené z polyesterových vláken při zkoušených metodách.



Graf 3: Procentuální vyhodnocení průniku pojiva u polyesterové vlákenné vrstvy při působení UZ, přítlaku 54,5 kPa a pouze gravitace s pojivem ve formě zpěněné vodní disperze a vodní disperze.

Vzorek	UZ pěna	UZ disperze	Tlak pěna	Tlak disperze	Volně pěna	Volně disperze
1	77,68142	74,27984	53,66506	59,14358	22,07547	24,33249
2	79,64194	75,47835	56,87657	48,11422	21,71399	18,25013
3	74,84798	68,31129	51,28593	53,60434	22,06549	18,96355
4	73,58813	75,05388	50,50505	46,875	14,84099	20,72977
5	72,16157	72,5573	50,44202	48,14398	12,29737	17,40781
6	72,6674	72,8336	48,22198	53,09824	20,71927	16,40712
7	80,11958	66,88475	54,10579	51,49095	11,08064	15,74251
8	65,5354	74,70687	55,81885	56,45325	13,08604	15,29791
9	68,77828	70,39226	50,49197	53,47293	24,41978	23,0654
10	75,03916	69,35649	53,98707	63,18328	22,61663	23,35179
11	72,1459	76,93036	56,98587	50,88927	25,11324	17,95148
12	71,95238	73,99232	50,02684	54,10188	27,35084	18,43116
13	75,82029	73,6246	49,29724	56,09628	13,40042	20,66559
14	68,3184	73,14861	56,30655	52,60022	20,56174	19,00452
15	78,99202	74,78814	48,65302	49,13793	22,36373	20,49953
Průměr	73,81932	72,82258	52,44465	53,09369	19,58038	19,34005
Odchylka	3,387617	2,214773	2,751091	3,253901	4,426189	2,213902

Tab.8 : Procento průniku pojiva u vlákenné vrstvy vyrobené z polypropylenových vláken při zkoušených metodách.



Graf 4: Procentuální vyhodnocení průniku pojiva u polypropylenové vlákenné vrstvy při působení UZ, přítlaku 54,5 kPa a pouze gravitace s pojivem ve formě zpevněné vodní disperze a vodní disperze.

Z výsledků měření lze usuzovat, že ultrazvukové pojení při požitých podmínkách zvyšuje průnik pojiva do rouna přibližně na 73% a zároveň dochází k rovnoměrnějšímu rozptýlu pojiva do míst spojů mezi vlákny. Spotřeba pojiva je nižší než při běžné impregnaci, není zapotřebí odmačkávat přebytek pojiva a tím se velmi urychlí sušení textilie.

5 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyrobit vlákenný materiál z polyesterových a polypropylenových vláken. Propojit jej pojivem ve formě disperze a zpeňené vodní disperze. A zajistit rovnoměrné rozložení pojiva aplikací ultrazvuku a současným působením vhodného přítlaku. V našem případě experimentálně zjištěný přítlak 54,5 kPa. I při působení ultrazvuku bez přítlaku disperze i pěna pronikaly jen částečně.

Zjišťování průniku pojiva objemnou netkanou textilií pomocí gravimetrické metody je jednoduché avšak velmi náročné. Gravimetrická metoda je výhodná zejména pro různobarevné směsové textilie, u kterých nelze rozlišit barvu pojiva od barvy vlastních vláken. K získání odpovídajících výsledku bylo nutno provést statistiku z velkého počtu měření. Z experimentu lze usoudit, že při zvyšování tlaku na textilií dochází k lepšímu průniku pojiva mezi vlákny a současné působení ultrazvuku toto velmi urychluje. Z výsledku měření lze usuzovat, že při použitých podmínkách dochází ke zvýšení průniku při použití disperze o 68% a při pění 70,9% u polyesterových vláken. U polypropylenových vláken při použití disperze je to 72% a při pění 73%. Dochází k rovnoměrnějšímu rozptýlu pojiva do spojů mezi vlákny. Výhodou při použití zejména pěny je nízká spotřeba pojiva (není potřeba odmačkávat) a tím se urychluje sušení textilie.

Ultrazvukové pojení lze z ekonomického hlediska doporučit k pronikání pojiva do objemných vlákenných vrstev (netkaných textilií), u kterých se uskutečňuje pomalé pronikání pojiva samovolně nebo působením přítlaku, nebo také nedochází k celkovému požadovanému průniku pojiva. Prostup pojiva vlákennou vrstvou je větší a ztráty na pojivu menší. V případě, že pojivo proniká do textilie snadno, bylo by použití ultrazvuku nevhodné. Zvýšili by se náklady na úkor ne příliš lepších výsledku.

6 LITERATURA

- [1] Švehla, Š., Figura, Z.: Ultrazvuk v technológii, ALFA Bratislava, 1984
- [2] Odraz, J.: Ultrazvuk v měřící technice, druhé vydání, SNTL Praha 1984
- [3] Bubenský, R., Minařík, V., Čermák, F.: Defektoskopie, Ediční středisko ČVUT Praha 1987
- [4] Moholkar, V. S.: Intensification of Textile Treatments: Sonoprocess Engineering, Enschede, 2002
- [5] Moholkar, V. S.: Warmoeskerken M.M.C.G: „ Mechanisti Aspects and Optimization of Ultrasonic Washing“, AATCC Review, č.2, s. 34-37 2002
- [6] Kohezní tlak. Dostupné z: http://artemis.osu.cz/molfs/MOLFS_1.pdf
- [7] Sodomka, L.: Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií, TUL 2002
- [8] MOHOLKAR, V.S., NIERSTRASZ, V.A., WARMOESKERKEN, M.M.C.G.: Intensification of mass transfer in wet textile processes by power ultrasound, AUTEX Research Journal, vol.3, No.3, pp. 129-138, 2003.
- [9] Martinová, L., Lukáš, D.: First annual report of project ULTRATEC, Project Number No FP6-505892-1, WPS, 6th framework program of EU, 2005.
- [10] J HUANG, Y., LIEU, L., QIU, J., SHAG, L.: Influence of ultrasonic treatment on the characteristic of epoxy resin and their interfacial property of its carbon fibers composites, Composites Science and Technology, Vol.62, Issue 16, pp. 2153-2159, 2002.
- [11] Košťáková, E.: Nanofibers as Reinforcement in Composites, Reinforced Plastics 2004, International BALATON conference, Hungary, 2004.
- [12] Košťáková, E., Polachová, J., Krsek, J.: Electrospun Nanofiber Nonwoven Web as a Reinforcement for Composite Materials, STRUTEX 2004, TU in Liberec-Czech Republic, pp.175-191, ISBN 80-7083-891-4, 2004.
- [13] Šimonová- Čerovská.: Ultrazvuk a jeho využití v praxi, Praha, 1976
- [14] Štengl, V., Šubrt, J.: Výkonový ultrazvuk a jeho aplikace, Chemické listy 98, 2004
- [15] Výzkum kavitace 2., Sborník přednášek, ČSVTS, Praha 1978
- [16] Brdička, M., Samek, L., Taraba, O.: Kavítace, SNTL, Praha 1981
- [17] Didenko, Y. T., Putách, S. P.: Ultrason. Sonochemistry., č.1 1994

- [18] www.knzc.fme.vutbr.cz –vodní turbíny 1. Kavitace, VUT Brno
- [19] INOTEX , Dvůr Králové nad Labem- Centrum textilu 2
- [20] Blažej, A. a kolektiv.: Tenzidy, ALFA Bratislava 1977
- [21] Engelsen, C.,W., den:Structure, Properties and Behavior of Three- phase Foam, Enschede, UNIVERSITY of TWENTE, Disertační práce 2003
- [22] Doc. Ing. Schejbalová CSc., H.: Úvod do obecní chemie
- [23] <http://www.ethistory.ethz.ch/rueckblicke/departemente/dmatl/forschung>
- [24] www.upce.cz/priloha/kpf-transportnivevy3
- [25] Španiková, A.: Využití ultrazvuku přípravě a jejích průnik do rouna, Semestrální práce, Liberec 2004
- [26] Jirsák, O., Kalinová, K.: Netkané textilie, TUL Liberec 2003
- [27] Švehla, Š., Abramov, O., Chleбенko, I.: Využití ultrazvuku v strojárstve a metalurgii, ALFA Bratislava 1984
- [28] Krüss, MET HODS to determine sumace and inferfacial tensions of liquids and solids- uživatelská příručka
- [29] EDANA 40.3 - 90, Plošná hmotnost, January 1996.
- [30] CSN 80 0845, Objemová měrná hmotnost

7 PŘÍLOHY

Příloha 1

Příloha 2

Příloha 3