

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



**Tuhost v ohybu laminovaných
3D netkaných textilií**

Pavčina Čelikovská

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1997

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÁ



DIPLOMOVÁ PRÁCA

Adheziva na bázi melt-blown

Sylvia Kaňuková

Sylvia Kaňuková

1997

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilná

Obor 3126-53

Textilná technológia

zameranie : Netkané textílie

Adheziva na bázi melt-blown

Sylvia Kaňuková

Vedúci diplomovej práce : Ing. Lenka Martinová, CSc

Rozsah práce a príloh : 67

Počet strán : 59

Počet obrázků : 4

Počet tabulek : 24

Počet príloh : 7

Počet grafov : 10

Dátum zadania : 30.10.1996

akulta textilní

atedra netkaných textilií

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

ro

Sylvii Kaňukovou

bor

3126 - 53 Textilní technologie, obor netkané textilie

edoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých
kolách určuje tuto diplomovou práci:

ázev tématu: Adheziva na bázi melt-blown

Zásady pro vypracování :

- Prostudujte dostupné informace o technologii melt-blown a vlastnostech těchto výrobků.
- Důkladně se seznámte s obsluhou a proměnnými parametry melt-blown poloprovozní jednotky na KNT.
- Vyrobte různé adhezivní vrstvy technologie melt-blown.
- Studujte vliv průměru vláken, plošné hmotnosti a eventuálně materiálového složení na adhezivní vlastnosti těchto vrstev. Výsledky diskutujte.

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40-60 stran

Seznam odborné literatury:

1. Firemní literatura J&M Laboratories
2. Hrubý, P.: Komerční a technické informace o NT vyráběných technologií melt-blown.
3. Nonwovens World, 2, č.2, May, June, 1987
4. Mezinárodní konference INDA 1989

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lenka Martinová, CSc.

Konzultant:

Zadání diplomové práce: 30.10.1995

Termín odevzdání diplomové práce: 30.5.1997



Vedoucí katedry

Děkan

Doc. RNDr. Oldřich Jirsák, CSc.

Prof. Ing. Jiří Milítký, CSc.

V Liberci dne 30.10.1996

Miestoprísazné prehlásenie

„Miestoprísazne prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry“.

V Liberci, dňa 29.5.1997

Kaňuková Sylvia

Kaňuková Sylvia

CONTENTS

1. THEORETICAL PART

2. THEORETICAL PART

2.1. Theoretical part of the work 2

2.2. Theoretical part of the work 2

2.2.1. Theoretical part of the work 2

2.2.2. Theoretical part of the work 13

2.2.3. Theoretical part of the work 13

2.2.4. Theoretical part of the work 16

2.2.5. Theoretical part of the work 22

2.2.6. Theoretical part of the work 24

2.2.7. Theoretical part of the work 29

POĎAKOVANIE

Moje úprimne poďakovanie za odborné vedenie tejto diplomovej práce patrí
Ing. L. Martinovej, CSc. a ďalej tým, ktorí sa podieľali na vzniku a dokončení práce.

OBSAH

1. VŠEOBECNÁ ČASŤ	7
1.1 Úvod	7
2. TEORETICKÁ ČASŤ	8
2.1 Základný princíp adhézie	8
2.1.1 Teória medzipovrchového kontaktu	8
2.1.2 Mechanizmus adhézie	14
2.2 Adhéziva	15
2.2.1 Druhy adhezív	15
2.2.2 Hot-melt adhéziva	16
2.3 Testovanie adhezív	22
2.4 Melt-blown	24
2.3.1 Vlastnosti textílií melt-blown	29
2.3.2 Použitie textílií melt-blown	30
2.5 Zhodnotenie teoretickej časti a úvod do experimentálnej časti	32
3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	33
3.1 Príprava vzoriek pre experiment	33

3.2 Stanovenie plošnej hmotnosti textílii	37
3.3 Stanovenie pevnosti spoja	41
3.4 Stanovenie kinetiky zrážania	45
3.5 Stanovenie priemeru vlákien	50
4. DISKUSIA	51
4.1 Nastavenie teplotného režimu pre technológiu melt- blown	51
4.2 Stanovenie plošnej hmotnosti	52
4.3 Stanovenie pevnosti spoja	53
4.4 Stanovenie kinetiky zrážania	54
4.5 Stanovenie priemeru vlákien	54
4.5 Záver	56

1. Všeobecná časť

1.1 ÚVOD

V súčasnej dobe dochádza vo veľkej miere k používaniu hot-melt adhéziva pre dosiahnutia rôznych vlastností výsledného produktu a z dôvodu termoplastického pojenia, čo nám zaisťuje získanie jednotnosti rúna. Hot-melty sú pri normálnej teplote pevné, termoplastické bezrozsypadlové materiály, ktoré prejavujú lepivosť v roztopenom stave. Hot-melt adhéziva majú v porovnaní s ostatnými typmi lepidiel niekoľko predností, napr:

- sú bezrozsypadlové
- väčšinou netoxické
- majú krátke vytvrdzovacie časy
- majú vyhovujúce začiatkové pevnosti spojov
- možnosť mechanizácie a automatizácie lepenia
- zvýšenie produktivity práce

Tavné lepidla našli široké uplatnenie v nábytkárskom priemysle na lepenie dreva, v obalovej technike na lepenie papiera, lepenky, kartónov, v obuvníckom priemysle, v odevnom priemysle a v ďalších priemyselných odvetviach. Tavné lepidla sú použiteľné nielen na široký sortiment adherentov, ale aj v pomerne širokom tepelnom rozmedzí, a to od -100 až do $+200^{\circ}\text{C}$. Pre svoje zloženie sú ekologické, a tým sa stávajú materiálmi budúcnosti.

Jednou z technológií, ktorá je schopná vyrobiť adhéznú vrstvu z hot-melt adhéziv vo forme plošných útvarov je technológia melt-blown. Technológia melt-blown proces má určitú budúcnosť a to z dôvodu, že spracováva rôzne typy termoplastických materiálov, vrátane širokej škály homopolymérov, kopolymérov a zmesí polymérov. V dnešnej dobe, spotreba adhezív je menšia než 5 miliónov libier ročne. Ovsím s ohľadom na výrobu špecifických polymérov, sa očakáva i vzrast spotreby adhezív.

2 .Teoretická časť

2.1 ZÁKLADNY PRINCÍP ADHÉZIE

Adhézia je chápana ako súhrn fyzikálnych a chemických síl , ktorými sa pútajú dva povrchy navzájom , tj. povrch spojovaného materiálu a adheziva . Medzi pojeným materiálom a pojivom vzniká väzba , ktorú charakterizujú adhézne sily .[6]

2.1.1Teória medzipovrchového kontaktu

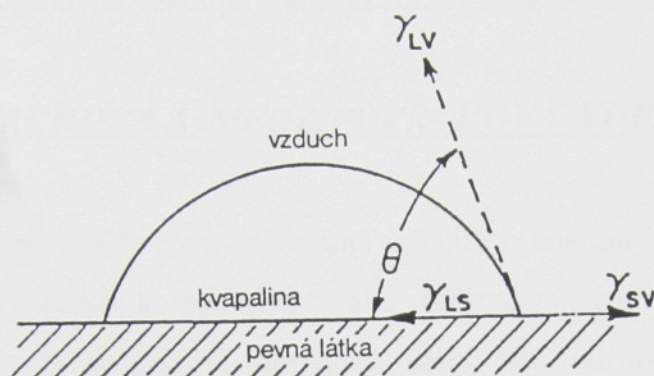
Aby bol dosiahnutý blízky molekulárny kontakt , adhezivum musí byť schopné rozšíriť sa na pevnom povrchu a zabráť miesta zaplnené vzduchom , ale pri tom nesmie byť prítomná žiadna nečistota . Všeobecne tomu odpovedá , že adhezivum vykazuje nulový alebo blízky nule uhol kontaktu , a niekedy počas lepenia má výbornu nízku viskozitu .

Aby sa ocenili schopnosti dané adhezivum- substrát je potrebné zoznámiť sa s požiadavkami. Je nutné uvažovať mokrú rovnováhu , aby sa zistili hodnoty voľnej povrchovej energie adheziva a substrátu a voľnej energie adheziva a substrátu vzájomného styku a vyskúšať kinetiku mokrých procesov .[3]

2.1.1.1 ROVNICA ZMÁČANIA

Napätie povrchu je priamo zmerateľné medzimolekulárnymi silami , ktoré zahrňujú disperzné sily a polárne sily . Disperzné sily sú obyčajne slabšie ako polárne sily, ale sú univerzálne a sú im vystavené všetky materiály . Ďalší typ sil , ktorý môže pôsobiť sú vodikové mostky.

Zmáčanie môže byť definované tekutou kvapkou v rovnováhe na pevnom povrchu ako na obr.1[5]



Napätia v troch fázach kontaktu sú definované Youngovou rovnicou, ktorá sa zaoberá vzťahom napätia k rovnovážnemu kontaktu uhlom θ ako :

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos\theta \quad (1)$$

Termín γ_{SL} - voľná energia adhezivo - substrát vzájomneho styku

γ_{LV} - povrchová voľná energia tekutého adheziva

γ_{SV} - voľná energia pevného substrátu, ktorá vyplýva z adsorbcie vyparovania kvapaliny a môže byť značne nižšej hodnoty než povrchová voľná energia pevného telesa vo vakuu, γ_s . Táto redukcia povrchovej voľnej energie pevného telesa, keď je pokrytá vrstvou vzduchu, bola definovaná pojmom rovnováhy tlaku π_s tak, že keď adsorbovaná vrstva sa podrobí ideálu, 2-dimenziálny plyn, platí :

$$\pi_s = \gamma_s - \gamma_{SV} \quad (2)$$

Keď $\theta > 0^\circ$, tekutina nie je rozširovaná, ale keď $\theta = 0^\circ$, tekutina zmáča povrch pevnej látky kompletne, a voľne sa šíri cez povrch v závislosti na viskozite tekutiny a drsnosti povrchu.[3]

Potom pre samovoľné zmáčanie platí :

$$\gamma_{SV} \geq \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \quad (3)$$

Je možné rozšíriť tekutinu a zmočiť pevnú látku keď $\theta > 0^\circ$, ale jednalo by sa o tlak alebo silu vivíjanú na tekutinu , aby sa rozšírila silou cez pevný povrch .

2.1.1.2. POVRCHOVÁ A MEDZIPOVRCHOVÁ VOĽNÁ ENERGIA

Rozlíšenie môže byť stanovené pre nízku energiu a vysokú energiu pevných povrchov. Organické komponenty , ako polyméry , patria do prvej skupiny a ich voľná povrchová energia je obyčajne nižšia než 100 mJm^{-2} .Kovy , oxidy kovov a keramiky patria do 2.skupiny a ich voľná povrchová energia je obvykle väčšia ako 500 mJm^{-2} [3]

Zisman ustanovil , že pre nízkoenergetické pevné látky a série kvapalín lineárne vzťahy často existovali medzi $\cos\theta$ a γ_{LV} mokrej kvapaliny . Tieto deje definovali kritické povrchové napätie mokra γ_C hodnotou , na ktorú sa γ_{LV} extrapolovalo ako $\cos\theta$ smerujúci k jednotke , to znamená , že θ smeruje k nula stupňom . Vtedy γ_C je povrchové napätie kvapaliny , ktoré sa práve rozptýli po povrchu . Niektoré hodnoty γ_C pre polymérne pevné látky sú ukázané v tab.1 [3]

Ďalší prístup bol neskôr adaptovaný Goodom a Girifalcom , ktorí vyjadrili vzájomnú voľnú energiu v termínoch voľných povrchových energií čistých fází analógiou Bertelotovej rovnice .

Potom , pre vzájomnú voľnú energiu γ_{SL} platí:

$$\gamma_{SL} = \gamma_S + \gamma_{LV} - 2\Phi (\gamma_S \gamma_{LV})^{1/2} \quad (4)$$

Φ - maximálna hodnota jednotiek a je definovaný výrazami molekulárnej geometrie a silami s príťažlivosťou k susedným fázam .[3] Vzťahy medzi γ_C a γ_S sú :

$$\gamma_C = \Phi^2 \gamma_S \quad (5)$$

Fowkies vytvoril podobný argument , v ktorom navrhuje , aby voľná povrchová energia čistej fázy by mohla byť reprezentovaná sumou príspevov stúpaním vďaka rozdielnym typom silových komponentov. Nedávne výskumy sa domnievali , že γ_s alebo γ_{LV} môže byť všeobecne vyjadrené dvoma výrazmi , napr .

$$\gamma_s=\gamma_s^D+\gamma_s^P \tag{6}$$

Kde γ_s^D - komponent disperznej sily

γ_s^P - komponent polárnej sily

Fowkies potom navrhol , že geometrický význam komponentov disperzných síl je spoľahlivou predikciou pri interakcii energií spôsobených vzájomným pôsobením disperzných síl .Owen a Wendt a Kaelble rozšírili tento návrh o započítanie interakcií polárných síl .[3] Potom platí :

$$\gamma_{SL}=\gamma_s+\gamma_{LV}-2(\gamma_s^D\gamma_{LV}^D)^{1/2}-2(\gamma_s^P\gamma_{LV}^P)^{1/2} \tag{7}$$

Počítajúc rovnice (1), (2),a (7) , pre nízku povrchovú energiu , kde $\pi_s= 0$

$$1+\cos\theta=\frac{2(\gamma_S^D)^{1/2}(\gamma_{LV}^D)^{1/2}}{\gamma_{LV}}+\frac{2(\gamma_S^P)^{1/2}(\gamma_{LV}^P)^{1/2}}{\gamma_{LV}} \tag{8}$$

Tab č. Hodnoty kritického povrchového napätia a energie voľného povrchu rôznych látok[3]

Pevný povrch	Kritické povrchové napätie γ_c (mNm ⁻¹)	Povrchová voľná energia (mJm ⁻²)		
		γ_s^D	γ_s^P	γ_s
Polytetrafluoretylén	18.5	14.5	1.0	15.5
Polychlorotrifluoretylén	31.0	31.4	2.1	35.5
Polyetylén	31.0	31.3	1.1	32.4
Polystyrén	32.8	38.4	2.2	40.6
Nylon - 66	42.5	33.6	7.8	41.4

Hodnoty γ_{LV} , γ_{LV}^D a γ_{LV}^P pre ďalšie kvapaliny sa dajú nájsť v literatúre. Keď sú zmerané kontaktné uhly dvoch kvapalín na pevnom povrchu, nasledujúce rovnice môžu byť formulované z rovnice 8 a vyriešené aby sme získali hodnoty γ_s^D a γ_s^P . Hodnoty γ_s , γ_s^D a γ_s^P pre rôzne nízkoenergetické povrchy sú dané v tabuľke 1.[3]

Sharpe a Shonhorn zistili dôležitosť zmočenia a navrhli, že najdôležitejšie faktory majúce vplyv na silu adhézneho spojenia je schopnosť adheziva šíriť sa spontánne na substráte a ignorovaním voľnej energie rozhrania. Použitím Zismanovho konceptu kritických povrchových napätí navrhli že γ_c pre adhezivum musí byť menej než to substrátu. Preto požiadavok na zvýšenie voľnej energie spodného povrchu POE a podobných substrátov je len hlavný dôvod / prečo sú väčšinou potrebné povrchové modifikácie takýchto látok pred lepením. Preto kritérium Sharpa a Shodhorma základne navrhuje pre efektívne lepenie potrebnosť lepidla s malým alebo nulovým kontaktným uhlom. Takto sa okamžite rozšíri a zatečie do póru, čím zaisť skutočný kontakt s malou možnosťou vzniku trhlín, ktoré môžu spôsobovať koncentráciu napätia.[3]

Bolo použito mnoho technik jak zistiť povrchovú voľnú energiu vysokoenergetických telies, ale výsledky sú v najlepšom prípade aproximácie. Niektoré hodnoty sú dané v tabuľke 1.

2.1.1.3 KINETIKA ZMÁČANIA

Topografia substrátu môže ovplyvniť kinetiku zmáčania. Najskôr kvapalina ktorá tvorí uhol menej než 90° s pevným povrchom sa môže rozšíriť po malých póroch a trhlínach a nehomogenitách, pôsobením kapilarity. Potom drsnosť povrchu není kontaktným uhlom θ' v porovnaní s θ skúmanom na hladkom povrchu.[3] Táto zmena môže byť vyjadrená rovnicou:

$$\cos \theta' = r \cos \theta \quad (9)$$

kde r je faktor drsnosti alebo pomer skutočnej plochy k premietnutej ploche solidu. Keď $\theta < 90^\circ$ zdrsnenie povrchu povedie k tomu, že θ' bude menšie. Keď $\theta > 90^\circ$ zdrsnenie povrchu zvýši skutočný kontaktný uhol θ' omnoho viac a zníži stupeň zmačania. Limitované preniknutie do atramentových dierok je špeciálne poznačené a tento efekt sa ešte zvýši, keď kvapalina má viskozitu väčšiu než niekoľko desiatok centipoisou a je rýchle stlačená po povrchu substrátu. Za týchto podmienok kvapalina blízko povrchu sa nemôže udržať a tvorí väčší dynamický uhol [3].

Rôzni pracovníci skúmali kinematiku zmačania roztavených polymérov na substrátoch ako zmenu kontaktného uhlu roztavených polymérov, ktorá je časovou funkciou za rôznych teplôt. Bolo zistené, že šírenie roztavených polymérov po kovovom povrchu môže byť popísané ako proces, v ktorom bariéry aktivačnej energie, ako tie ktoré pôsobia proti toku a výsledna sila z tohoto vzniká pôsobením povrchových síl behom nahradzovania rozhrania teleso - pára, rozhraním teleso - tekutina.

Keď podmienky zmačania alebo roztierania sú vo vzduchu, bublinky vzduchu môžu pôsobiť ako zvyšovče napätia; zvýšenia sily odtrhnutia lepených spojov hliník-epoxid boli zistené až o 30 % vyššie pri kompletom odstránení vzduchu bublínok.

2.1.1.4 ZNEČISTENIE POVRCHU

Dôležitým aspektom lepiacej operácie sú vonkajšie podmienky. Všetky vlákna majú schopnosť na svojom povrchu viazať plyny z prostredia. Najčastejšie to býva vzduch, oxid uhličitý, a vodné páry, ktoré môžu v niektorých prípadoch spôsobiť veľké znečistenie adhézie.

Pri odstraňovaní týchto nečistôt praním a extrakciou sa vytvára i pórovitejší povrch, do ktorého pojivo ľahšie difunduje a môže sa viazať na väčšom celkovom styčnom povrchu. Pritom prenikanie pojiva je účinné len do takej hrúbky, pokiaľ sily adhézie vzťahujúce sa o takto zväčšenú stykovú plochu dosiahnu úroveň kohéznych síl. Hrubšie prenikanie už k zvyšovaniu pevnosti nevedie [7]. Je dôležité, aby znečistenie lepeného spoja bolo

minimálne . Preto niektoré adheziva ako epoxidy sú schopné rozpustiť niektoré organické nečistoty , alebo vytvoriť dosť vysokú povrchovú energiu , aby bolo znečistenie odstránene .

2.1.1.5 ORIENTÁCIA NA ROZHRANÍ

Bolo dokázané , že orientované amfifatické monovrstvy ako je kyselina steárová, môžu byť veľmi efektívne adheziva pri lepení POE na aluminium . Dokonca môžu byť tak efektívne , že síla sojenia môže prevýšiť pevnosť POE . Mnohovrstvé lepenie znižuje pevnosť spoja , pretože relatívne tlustá vrstva má za následok zníženie kohezívnej pevnosti, a preto sa chová ako slabá hraničná vrstva .[3]

2.1.2 Mechanizmus adhézie

Pevnosť styku je funkciou rady faktorov fyzikálnej a chemickej povahy. Podľa toho , ktorým faktorom sa dáva prednosť , bolo vytvorená rada teórií popisujúcich mechanizmus adhézie .

Medzi 4 . hlavné teórie lepenia , ktoré boli ustavené patria :

- a) mechanická teória
- b) difúzna teória
- c) elektronická teória
- d) adsorbčná teória

• ADSORBCNÁ TEÓRIA (Bruyne)

Adsorbčná teória je najširšie akceptovanou teóriou . Predpokladá , že druhotné valenčné sily (fyzikálne väzby) pôsobiace do vzdialenosti 0,5 nm medzi molekulami substrátu na adheziva stačí k vysvetleniu adhézie . Fyzikálne väzby môžu byť tvorené van der Waalsovými silami alebo vodíkovými väzbami . K získaniu stabilnej adhézivnej väzby je

potreba , aby polarita povrchov boli podobné . Stabilné adhézivné väzby nebudú vytvorené medzi polárnymi a nepolárnymi látkami .[8]

- **DIFÚZNA TEÓRIA** (Vojutskij)

Predpokladá , že adhézia polymérov s vysokou molekulovou hmotnosťou vzniká vplyvom difúzie reťazcových molekúl alebo ich jednotlivých častí do substrátu . Keď je substrát tiež organický polymér , je adhézia zaistená spoločnou difúziou dvoch rozdielnych makromolekúl s rôznou pohyblivosťou.

2.2 ADHEZIVA

Adhezivo je látka schopná spojovať dva povrchy rôznych materiálov súčasne pomocou rovinného spojenia .

2.2.1 Druhy adhezív

Adhéziva boli používané už v dávnej minulosti dokonca sú zaznamenané v Biblii . Vznikli, keď jeden muž objavil a zapálil živcovú zmes z prírodného materiálu ,potom ju schladil a tým vyformoval húževnatý materiál .Prvé adheziva boli získavané z prírodných zdrojov- rybí olej , stromová živica .V prevažnej miere nové adheziva pozostávajú zo stabilných syntetických polymérov ale zostali používané aj adhéziva získavané z prírodných zdrojov , ale sú spracovávané pred ich použitím . Medzi tieto nové prírodné adheziva sú zahrnuté aj zvieracie odvođeniny (krv , kasein , rosol), odvođeniny z drevín (borovicová živica, deriváty celulózy).Prvé adhéziva boli málo funkčné , pretože boli špinavé a mali nízku stálosť pri stárnutí .[4]

- **SYNTETICKÉ ADHEZIVA**

Najväčší vývoj zmesi adhezív bol zaznamenaný s aplikáciou odvođenín syntetických organických polymérov. Materiály sú rozdelené na dva typy : termoplastické a termosety .

Termoplastické adhézy sú mekké alebo tekuté ohrievaním a sú rozpustné. Termosetové adhézy ohrievaním meknú a sú nerozpustné.

Typickým príkladom termoplastického adhézy je H-M adhezívum. Používanie H-M adhézy bolo zaznamenané už v Stredoveku, používaním pečatného vosku. Moderné H-M adhézy sú zložené z polyméru ako PAD, PES, Etylén - vinyl acetátové kopolyméry. Ďalej jedným z najpoužívanejších termoplastických adhezívom je PVAc, ktorý je aplikovaný s emulziou.[4]

• SAMOLEPIACE ADHÉZY

Samolepiace adhézy sú termoplastické a ich dôležitosťou je schopnosť priliepať. Vystavujú nadmernú pevnosť už pri malom aplikovanom tlaku. Sú odvodené z elastomerických materiálov, ako je polybutadién a polyizoprén.

• ŠTRUKTÚRNE ADHÉZY

Štruktúrne adhézy sú v základe termosety, majú schopnosť pripevňovať adherent, tak že tvoria štruktúrny materiál, za dlhšiu časovú periodu, keď adhézy spoj je pod určitou záťažou. Odolávajú vysokým teplotám. Ich dôležitou vlastnosťou je odolnosť voči lomu - húževnatosť. Patria medzi ne epoxidové, akrylové, uretanové adhézy.

2.2.2 Hot - melt adhezíva

Výhodou zloženia H-M v porovnaní s tradičnými upevňovadlami a ďalšími adhezívnymi systémami je rýchla doba vytvrdenia. Závislosťou na charaktere adhézy a pracovných podmienkach, H-M môžu oplyvniť pevnosť spoja v ďalšej frakcii. H-M majú viacej výhod. V roztavenom stave majú nízku viskozitu a index toku vyplňuje medzeru medzi substrátmi, utesnením zabráni prenosu tepla. H-M môžu byť používané a navrhované ako tepelné a elektrické izolácie. Vyžadujú špeciálne zariadenie pre transport a odovzdanie roztavenej masy substrátu. Ohrevné a pretlačovacie zariadenie je nutné. Celý systém musí byť izolovaný aby bolo zabránené strate teplot.[4]

2.2.2.1 APLIKÁCIA HOT-MELT

Hot - melt adhéziva sú používané v priemysle ktorý môže mať úžitok z výhod , kde lepenie veľkých plôch je vhodné na utesnenie a distribúciu napätia . Sú používané v obalovej technike na lepenie papiera , lepenky , kartónov , pre konštruovanie papierových mechov, v nábytkarskom priemysle na lepenie dreva , v obuvníckom priemysle , knihoviazáčskom priemysle , v odevnom priemysle na odstraňovanie švov, lemovanie , v textilnom priemysle zvlášť v NT pre zdravotnícky materiál a výplňkový. Najväčší predaj H-M bol zaznamenaný v USA v roku 1981 205 000 t . Predpokladaný predaj je odhadovaný , že ročne stúpa asi o 8%.[4]

2.2.2.2 PODSTATA POUŽITIA

Funkcie H-M adhéziv zjednodušujú chladenie z roztaveného stavu . Počas aplikácie substrátu pevná látka poskytuje pevnosť za použitých teplot. Viskozita adheziva musí byť nízka pri aplikácii i potahovaní povrchu . Požadovaná viskozita je závislá na teplote spracovania a rýchlosti počas postrikovania. Keď je adhezivo tiež pevná látka ,to môže pokryť nadmerne povrch alebo preniknúť a púšťať skrz porézny materiál. Keď adhezivo je tiež viskózne , nemôže prispôbiť mikroskopický drsný povrch substrátov, potom výsledkom je zlý kontakt .

Pomer medzi teplotou a viskozitou adheziva je veľmi dôležitý. Keď viskozita nebude rásť dosť rýchle , potom dva substráty sú pripojené , lepenie môže byť deformované alebo môže byť zničené pred zadaním napätia v nepretržitej výrobnnej linke . Tento problém môže byť poznání pri chybnom zlepení , keď oba substráty boli mokré od adheziva a H-M má poškodenú kohezivitu . Keď viskozita stúpa príliš rýchle , nemôže nastať kontakt adhéziva s druhým substrátom čím sa zamedzí lepenie a zmočenie

Rýchlosť stúpania viskozity je kontrolovaná chladiacím pomerom po lepení . Pomer chladenia je ovládaní množstvom použitého adheziva , tepelnou kapacitou a tepelnou stratou substrátu zariadenia a okolnej atmosféry . Čas medzi aplikáciou adheziva na prvý substrát a kontaktnom s druhým substrátom (otvorený čas) pre jednotlivé zariadenie musí

byť kratší než zadaný čas zariadenia . Ideálny čas natavenia mal by byť dlhší než otvorený čas(open time) , pretože sa substráty lepia okamžite po kontakte.[4]

Natavený čas adhézie v špecifických operáciach sa mení vďaka nekontrovateľnej kolísavosti okolnej teploty a hrúbky substrátu a kvantite adheziva .Tieto nedostatky môžu byť zlepšené regulovaním operačnej rýchlosti a obsahom použitého adheziva.

2.2.2.3 VLASTNOSTI ADHEZIVA A PREVEDENIE

Adhézia môžu byť vyrobené pochopením prevedenia H- M vzhľadom na množstvo vlastností a reológiu adheziva. Povrchové charakteristiky adheziva a substrátov sú dôležité pre čisté zmočenie a pokrytie .

Dôležitou charakteristickou vlastnosťou adheziva je pevnosť a pružnosť pri použitých rozsiahlych teplotách a jeho viskozita na aplikovanej teplote substrátov.Použitý rozsah teplot je definovaný výskytom krehkosti u nízkych teplot a strátou pevnosti zvýšených teplot. Spodná teplota adheziva je príbuzná teplote skelného prechodu (T_g) . Dolná medz T_g ,kde stráta molekúl je pri procese minimálna , sú malé výsledky v krehkosti deformačného poškodenia.Presná teplota , na ktorej sa objavuje krehkosť , je závislá na rýchlosti deformácie . Keď rýchlosť deformácie je stúpajúca , krehkosť teplot je nízka.

T_g adheziva je funkciou hodnoty pre individuálne zlučiteľné komponenty. Modifikované použité živice v H-M majú všeobecne nízku molekulovú hmotnosť (= 50 - 2000). Neohybnosťou molekúl , majú často hodnoty izbových teplot vyššie než základné polyméry . Následkom prísad živíc stúpa T_g adheziva . Prímesí olejov a voskov majú nižšiu T_g a tým je nižšia aj T_g adheziva .[4] T_g môže byť odhadovaná z T_g komponentov rovnicou :

$$T_{gA} = (W_1 T_{g1}^{-1} + W_2 T_{g2}^{-1} + \dots + W_n T_{gn}^{-1})^{-1} \quad (1)$$

kde T_{gA} je T_g adheziva ; T_{g1} , T_{g2} , . . . sú hodnoty komponentov a W_1 , W_2 . . . sú váhovou frakciou komponentov , teploty sú dane v Kelvinoch .[4]

Použité teploty sú obecné v oblasti systému medzi prechodovou zónou a tavením alebo tepelnou zónou . V termoplastických zloženiach , pohyblivosť polyméru môže byť

omedzená zapletaním reťazca alebo kryštalitov segmentov. Kratšie amorfné reťazce majú v kaučukovitom plate vyššie moduly . Kryštalinita sama rastie modulmi zastúpených zhušťovadlom. Limit je dosiahnutý , keď kryštalická hladina je vysoko a amorfné reťazce sú krátke a teplota na ktorej sa javí krehkosť je vysoká . Živice a oleje znižujú počet zapletených reťazcov v obsahu amorfného polyméru a zvyšujú molekulovú hmotosť medzi zapleteniami .[4]

Teplota tavenia je teplota , ktorá je omedzená zaníkaním toku molekúl. Tok charakterizujúci H-M adheziva je závislý na šmykovej rýchlosti ako na teplote systému. Živice a oleje znižujú teplotu, na ktorej je tok skúmaný , pretože znížujú počet zapletení reťazca .

Dosiahnutie medze lepej pevnosti H-M adheziva, zahŕňa veľký deformačný priebeh. Porušenie kohézie závisí na zlomu pevnosti polymérnej zmesi . Adhézne porušenie nastáva , keď je menší kontakt medzi adhezivom a substrátom , alebo keď je práca na rozhraní adhémie nízka.

2.3.2.4 KOMPONENTY HOT-MELT ADHÉZIV

H-M adhéziva sú zložené zo základného polyméru v kombinácii s modifikovanými prísadami s nízkou molekulovou hmotnosťou živíc , voskou a výplní. Obvykle sú pridávané stabilizátory proti degradácii, ktorá môže nastať počas tavenia . Komponenty a ich funkcie sú sumarizované v nasledujúcej tabuľke[4]

Zložky H-M adhéziv

Polymér

Príklad : etylén-vinyl acetát , etylén-etyl akrylát, amorfný polypropylén, POP , PVAc, PES

Funkcia : príslušná kohézna pevnosť a tuhosť

Živice

Príklad : ropné a kalafúnove živice

Funkcie : zlepšená adhémia a povrchové zmáčanie , znížená viskozita taveniny

Vosky

Príklad : parafinové a mikrokryštalické vosky získane z ropy , syntetické vosky

Funkcie : znížená viskozita taveniny , nízka cena , znížená povrchová lepiivosť

a) Polyméry

Polymér zdeľuje pevnosť zmesi ako výsledok molekulovej hmotnosti, kryštalinity, a vodíkových mostkov. Pri vyššej molekulovej hmotnosti polymérov sú viac zapletené reťazce a tým je vyšší tok taviacej teploty. Keď je kryštalinita prítomná, kryštalické oblasti udržujú neporušenosť systému, pokiaľ je dosiahnutý bod tavenia. Vodíkové mostky v polárnych polyméroch ukazujú väčší bod tavenia, ktorý udržiava pevnosť spoja a výkon na vyššej teplote.

• Olefinové kopolyméry.

Medzi najpoužívannejšie polyméry v H-M adhézivách patria etylén-vinyl acetátové kopolyméry (EVA). Výber vhodnosti EVA je založený na obsiahnutom vinyl-acetáte a viskozite. Rozsah použitého etylén vinyl-acetátu je prípustný $\approx 10-40$ hp%, najviac používaná koncentrácia je okolo 25-30 hp %. Vinyl acetátom vzrastá polarita polyméru a zlepšuje sa zmáčanie a adhézia substrátu ako u celulózy.

Vyššie V-A polyméry (≥ 28 hp % VA) majú menšie kryštalické POE bloky, a preto sú mekšie a viac prispôsobivé, majú zlepšenú adhéziu pórovitosťou substrátu. Na druhej strane, nižšie polyméry (< 28 hp %) majú vyššiu POE kryštalinitu a kratšie amorfné segmenty.

Ďalším dôležitým faktorom vo výbere EVA je charakteristika toku na zvýšenej teplote. To je pomer molekulovej hmotnosti a molekulovej hmotnosti distribúcie polyméru. Tok je meraný indexom toku (ASTM D 1238) čo je hmotnosť polyméru ktorá pretečie za špecifický čas otvorom za danej teploty a záťaže. Index toku je nepriamym pomerom MH. Polyméry majúce index okolo 1-500 sú prístupné, ale najpoužívannejšie sú s indexom okolo 5-30. Vyššia MH polymérov udáva pevnejšie zloženie a má viac "hot/tack" a kratší open time, než polyméry s nižšou MH. [4]

• Olefinové homopolyméry.

Amorfný POP, vyrobený POP procesom je tiež používaný vo veľkej miere v H-M adhézivách.

MH je predbežne v intervale 2 000-15 000 v komerčne používaných adhézivách.

• PAD.

Je používaný vinímočne. Základným výrobkom pre výrobu je nasýtený roztok mastných kyselín a etylénových diaminov. Polyamidy majú vysokú provoznú teplotu pretože polarizujú amidové skupiny pri lepení.

• PES.

Sú ako PAD používané veľmi zriedka, pretože majú vysokú pevnosť a vysokú provoznú teplotu. Sú vyrobené z organických dikarboxylových kyselín a dialkoholov.

b) Živice.

Nízka MH živíc (500-2 000) je obvyčajne pridávaná olefinovým polymérom, ktoré znižujú viskozitu taveniny a zlepšujú adhéziu. Živice musia byť zlučiteľné s polymérom. Polarita živíc, MH a distribúcia MH sú dôležitými hľadiskami funkcií živíc. Od toho závisí ich bod meknutia. Viskozita na bode meknutia je v intervale 0,5-1,0 kPa.s. Teplota zoskelenia je okolo 40-50°C nižšia než teplota meknutia.

Rozoznávame dva typy živíc používané pre H-M adhézia:

• Ropné živice.

Patria medzi najpoužívanejšie a sú vyrobené ropným krakovaním, väčšinou C₅ alebo z čistých aromatických monomerov ako je styren, α -metylstyren a vinyltoulén. Nižšia MH niektorých uhľovodíkov privádza lepšiu zlučiteľnosť než produkty majúce úzku distribučnú krivku MH.

• Kalafúnve živice.

Zmes C₂₀ diterpenovej kyseliny, ktorá je vyrobená z borovicových stromov. Najširšie používané živice sú estery získané reakciou s polyhydroalkoholom ako je glycerín a pentaerythritol. Živice môžu byť stabilizované hydrogenáciou alebo esterifikáciou, pre zachovanie viskozity a farby adhézia počas vysokých teplôt alebo tepelným stárnutím. Kalafúnove deriváty majú lepšiu zlučiteľnosť než uhľovodíkové živice. Estery živíc majú širokú distribučnú krivku MH, pretože sú zmesou jednoduchých esterov.[4]

c)Vosky.

Vosky môžu byť dodávané k olefinovým polymérom pre zníženie viskozity taveniny, vplyvajúcej na teplotu tavenia a eliminovať zvyšky na izbovú teplotu. Vosky znižujú cenu zmesi. Môžu byť oddelené z ropy alebo vyrobené zo syntetik.

2.3 TESTOVANIE ADHÉZIV

2.3.1 Testy a typy porúch

Typy pevnostných testov:

- Odlupovacie testy používajú ťahovú silu každého substrátu zo strany lepenia. Pevnosť je obvykle daná silou z dĺžky lepeného poškodenia.
- Skúšky šmykom používajú ťahovú silu každého substrátu z opačnej strany spoja. Pevnosť je obvykle daná silou z dĺžky lepeného poškodenia.
- Skúšky tečenia sú riadené použitými silami za jednotku času. Rozsah pevnosti poškodenia pod trvalým zaťažením.

Adhéziva sú tiež skúšané pre viskozitu taveniny, "open time", pevnosť v ťahu, moduly a pre flexibilitu použitých teplôt. Dôležitým požiadavkom je stabilita na aplikovaných teplotách.

Typy lepeného poškodenia:

Adhézne poškodenie- adhezivo oddelené od substrátu.

Kohézne poškodenie- adhéziva oddelené od seba.

Poškodenie substrátu- keď materiál poškodzuje predtým adhezivo.

Poškodenie substrátových filmov je niekedy primerané tepelnému poškodeniu. NT niekedy uvoľňujú vlákna.

2.3.1.1 Test pevnosti v šmyku

Šmykový test je testom prekrytia, v ktorom je testované porušenie spoja. Určuje silu požadovanú na odtrhnutie strany laminovaného substrátu opačným smerom.

2.3.1.2 Test odlupovací

Odlupovací test určuje silu potrebnú pre odtrhnutie adheziva z daného substrátu. Adhezivo môže byť odlupované zo substrátu 90 alebo 180° uhlom. Odlupovací test je kritickou mierou tlak-samolepenia a adhézie NT. Adhéziva s vyššou odlupovacíou hodnotou sú horšie odstraniteľné než adhéziva s nižšou odlupovacíou hodnotou.

2.3.1.3 Test pevnosti v ťahu

Ťahový test určuje vnútornú pevnosť a predĺženie adheziva. Ťahové testy sú používané pre počiatočné požiadavky adhézných vlastností projektov. Základný polymér adheziva je základom pre ťahové vlastnosti.

2.3.1.4 Test viskozity

Viskozita je určovaná materiálovou odolnosťou toku. Viskozita je kriticky stanovená hodnotou adhézie. Dá sa určiť mnohými cestami napr. za použitia Brookfieldovho viskozimeteru, indexu toku, a kinematiky.

2.3.1.5 Test "open time"

Meranie otvoreného času určuje ako dlho H-M adhézie môžu zostať tekuté pri lepení dvoch povrchov dohromady.

2.3.1.6 Popolový test

Metóda, ktorá je založená na určení množstva anorganického zbytku vo vzorku. Vzorek je horúci veľmi vysokou teplotou organických materialov, je prepálený a zostávajú tam anorganické zbytky. Tento test sa môže použiť na určenie množstva filerov v adhézne zmesi.

2.3.1.7 FTIR

Fourierov prevod infračerveného žiarenia. FTIR je používaný na určenie chemikálii v zmesi. Použitím FTIR je možné určiť typ polyméru a použitej živice v adhezívu. FTIR analyzuje použitú skúšku zmesi pre výskyt kontraminácie. 2

2.3.1.8 Test GPC

Gelová permeačná chromatografia určuje molekulovú hmotnosť zložiek. Analýzou GPC je použitá skúška pre degradáciu polyméru, obsah a kontramináciu polyméru.

2.3.1.9 Test reológie

Reológia je štúdiom toku a elasticity. Rozdielne adhezíva majú rozdielne reologické profily. Test reológie môže byť používaný na snímanie miešania, degradácie a pomeru suroviny. Reológia je často používaná ako pomocný prostriedok v prevedení adhezív. 2

2.4 MELT-BLOWN

Názov technológie je zložený z anglických slov melt-taviť, tavenina a blown-fúkať. Do čestiny a slovenčiny sa neprekláda, ale niekedy sa popisuje výrazom „textília vyrobená rozfukovaním taveniny polyméru“.

Táto technológia bola vyvinutá v 50. rokoch, pre komerčné využitie bola dokončená až začiatkom 80. rokov. V súčasnej dobe je na svete v provoze asi 80 výrobných liniek s približne celkovou kapacitou 60 tisíc ton za rok. V ČR bola uvedená do provozu prvá linka firmou Ecotherm Mělník.

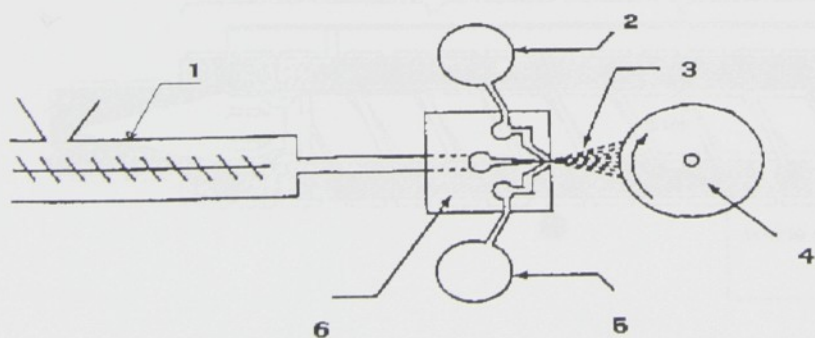
Výrobky melt-blown sa skladajú z vlákien voliteľných priemerov. Typické sú mikrovlákná s priemerom 2-4 μm , sa vyznačujú veľkým merným povrchom. Procesom sa dajú vyrobiť textílie z omnoho jemnejších vlákien [0.1 μm] alebo naopak z vlákien bežných jemností 10-50 μm .

Proces výroby sa skláda z nasledujúcich operácií ;

- a) Tavenie polyméru a doprava taveniny k tryske
- b) Formovanie vlákien
- c) Strhávanie taveniny prúdom vzduchu, formovanie vlákien a ich chladenie
- d) Formovanie vlákenej vrstvy na poréznom zbernom bubne alebo páse
- e) Pojenie
- f) Navíjanie

Medzi najviac spracovávané polyméry patria : polypropylén (98 %), polyetylén , polyester (1 %), polyamid . Na rozdiel od technológie spun-bond , pri ktorej sa spracovávajú polyméry bežných vláknařských molekulových hmotností a teda viskozity taveniny (s indexom toku 1- 30) sú v technológii melt-blown spracovávané špeciálne vyvinuté nízkomolekulárne vysokotekuté polyméry (s indexom toku 30 - 1 500) , všeobecne platí , že čím je index toku vyšší, tým je možné vyrobiť jemnejšie vlákna . Proces melt-blown vyžaduje úzku distribučnú krivku molekulových hmotností , a to z dôvodu výroby rovnakých a jemných vlákien .[1]

Obr.1 Schéma zariadenia pre výrobu melt-blown



1- taviaci extrudér , 2-5 - rozvod horúceho vzduchu , 3- formovanie vlákien , 4 - zberný bubon , 6 - zvlákňovacia hubica

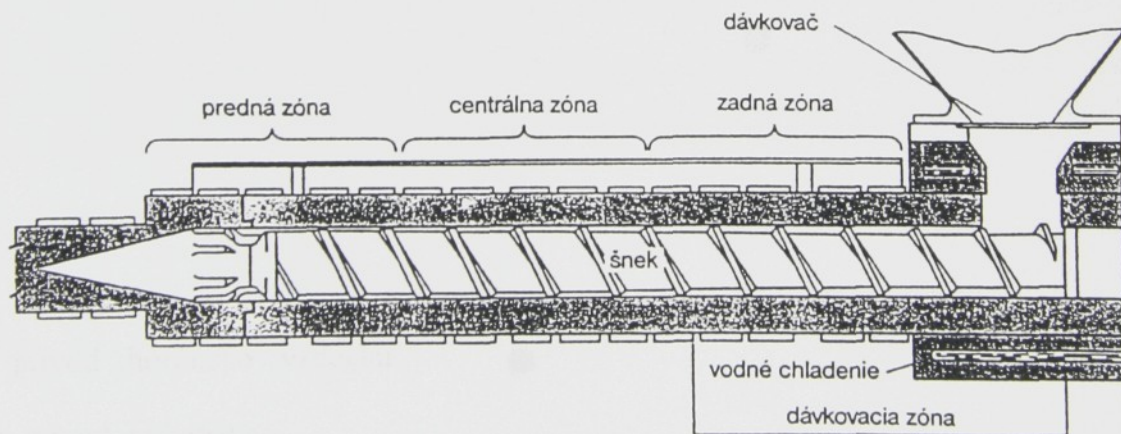
Popis jednotlivých operácií :

a) Na tavenie polyméru a k transportu taveniny sa využíva tavný extrudér . Doprava taveniny k hubici je pomocou šnekovej časti extrudéra , ktorá má tri výhrevné zóny . Rozdielne teploty v zónach zaisťujú postupné roztavenie polyméru . Zariadenie melt - blown má päť výhrevných zón - tri v šnekovej časti extrudéra , štvrtú na spojovacom diely medzi extrudérom a tryskou , a piatu na tryske .

Úlohy extrúdera :

- roztaviť polymér
- transportovať rovnomerné podávanie polyméru
- nepoškodiť polymér
- vyvinúť dostatočný tlak P_1 [Pa] a P_2 [Pa] na hubici [1,2]

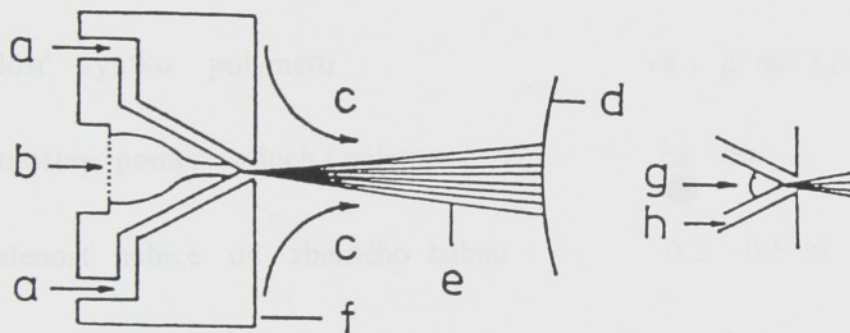
OBR.2 Schéma extrudéra



b, c) K tvorbe vlákien dochádza v špeciálnej výtlačnej hubici (obr .3) s veľkým počtom zvlakňujúcich otvorov . Šírka hubice odpovedá výrobnjej šírke zariadenia . Medzi extrudérom a hubicou sú čerpadlá , ktoré zaisťujú

postupný tok čistého roztaveného polyméru do hubice . Zvlákňovacie otvory sú vyvedené na hrane hubice a je k nim privádzaný horúci stlačený vzduch . Vytekajúca tavenina je vzduchom strhávaná a formovaná do tvaru vlákna . Sila pôsobenia vzduchu na tvoriace sa vlákno sa zvyšuje s rastúcou dĺžkou vlákna . Vlákno je postupne nepravidelne dlžené a pri určitej dĺžke odtrhnuté a unášané prúdom vzduchu na zberný bubon .

Obr.3 Zvlákňovacia tryska pre technológiu melt - blown



- a) prívod horúceho vzduchu
- b) prívod polyméru
- c) prúd horúceho vzduchu
- d) zberný bubon
- g,h) detail ústia trysky

Tab. č.1 Typické hodnoty pre polyméry a podmienky tvorby vlákien[1] :

TEPLOTA (°C)	VISKOZITA TAVENINY ($10^{-3} \text{ Pa.s}^{-1}$)
200	13 000
280	3 650
310	1 400

- Teplota taveniny : 280- 400 °C
- Teplota vzduchu : 290- 400 °C
- Rýchlosť prúdenia vzduchu : 100 - 500 m.s^{-1}
- Rýchlosť výtoku polyméru : ca 1 g/ min / otvor
- Hmotnostný pomer vzduch / polymér : ca 100
- Vzdialenosť hubice od zberného bubnu : 0.2 - 0.5 m

Z uvedených orientačných údajov vyplýva relatívne vysoká spotreba energie v technológii melt - blown , ktorá spočíva hlavne v ohreve veľkého množstva vzduchu a jeho transporte pod vysokým tlakom .Pre jednotlivé polyméry a jemnosti vlákien sa uvádzajú spotreby 2 - 7 kW na hodinu .

Podmienkami procesu je možné do značnej miery ovplyvňovať všetky vlastnosti výrobku , hlavne primernú jemnosť vlákien , dĺžku vlákien a objemovú hmotnosť textílie .

Vlákná sú tým jemnejšie , čím je :

- nižšia viskozita taveniny polyméru (nižšia molekulová hmotnosť , vyššia teplota taveniny)
- vyššia teplota vzduchu

- vyšší pomer vzduch / polymér (vyššie dávkovanie vzduchu , nižšie dávkovanie polyméru , napr. ak je pomer vzduch / polymér 1:1 vlákno má priemer približne 30 μm a ak je pomer 100:1 vlákno má priemer 0,1 μm).

d) Zo zmeny vzdialenosti hubici od zberného bubna vyplýva stupeň spevnenia materiálu a objemová hmotnosť (ak je vzdialenosť veľmi malá vyrobí sa fólia , ak je veľmi veľká nedochádza k spojeniu vlákien , pretože vlákna vychladnú pred dopadom na bubon). Plošná hmotnosť textílie sa reguluje veľmi jednoducho pomerom dávkovania polyméru a odvádzacej a navíjacej rýchlosti . Typické plošné hmotnosti sú 10 - 500 g.m^{-2} . [1]

Vlákna sú na zbernom bubne usporiadané náhodne s prevládajúcim smerom v smere výroby a sú trochu zamotané vplyvom turbulencie vo vzdušnom prúde. Pri dodržaní správnych podmienok budú pri dopade na bubon ešte trochu mäkké , a preto budú mať sklon k spojeniu vlákno / vlákno . Kombinácia spojenia vlákno / vlákno a zamotania jednotlivých vlákien vytvorí pevnú väzbu, dostatočnú k manipulácii s textíliou . [2]

e) K spevneniu textílii melt - blown sa najčastejšie využíva kalandrovanie .

2.4.1 Vlastnosti textílii melt - blown

Vlastnosti textílii melt - blown sú vo všeobecnosti určené týmito faktormi :

a) Typ polyméru - u vlákna určuje jemnosť , elasticitu , zmáčavosť , vyfarbiteľnosť , chemickú odolnosť a iné vlastnosti .

b) Priemer a dĺžka vlákna - priemer je všeobecne vyjadrený v μm . So znižovaním priemeru vlákien sa zvyšuje počet filamentov -vlákien na jednotku plochy textílie , rastie krycia schopnosť a znižuje sa veľkosť póru . Priemer vlákien je ovplyvnený uhlom steny trysky . Napr. uhol 60° zaisť dosiahnutie menšieho priemeru vlákien v porovnaní s uhlom 90°.

c) Kvalita a formovanie štruktúry ovplyvní :

- presnosť nastavenia vzdialenosti vzduchových platien od trysky - Air Grap ,
- umiestnenie konca trysky vzhľadom k vzduchovým platniam- Set Back ,
- rozmery medzier medzi platniami - Face Gap (v laboratórnych podmienkach nerergulovateľné)

d) Spôsob pojenia .

e) Záverečné úpravy - úpravy zlepšujú vlastnosti textílii melt - blown , jedná sa o rôzne povrchové úpravy (antistatické , nehorľavé , atd .) .

2.4.2 Použitie textílii melt- blown

- Priemyslové sorbenty .
- Konštrukcia ochranných odevov a odevov pre čisté priestory.
- Sanitárny a hygienický tovar.
- Filtračné materiály pre plyny a kvapaliny .
- Batérieve separátory.
- Prachovky .
- Adhézne vrstvy .
- Špeciálne vlákna.

Výhodou textílií vyrobených technológiou melt- blown je jemnosť vlákien s vhodnými vlastnosťami danými polymérom a nízka plošná hmotnosť textílií v porovnaní s textíliami vyrobenými inými technológiami. Spojením textílie melt- blown a textílie vyrobenej inou technológiou sú využívané vlastnosti oboch materiálov, čím sa zvyšuje použitie textílií melt- blown.

Nevýhodou textílií vyrobených technológiou melt- blown je vysoká energetická náročnosť, nižšia produkcia a vyššia cena výrobkov z veľmi jemných vlákien. [1]

Povrchy spracované adhezívami a adhezíva sa navzájom priamo kombinujú a chemickými silami. Sú to chemické adhézie.

Adhézia je ovplyvnená: zvlhčovaním, porušovaním napätím, zafarbením povrchu, chemickými reakciami, orientáciou na rozhraní.

Techniku lepenia sa zaoberajú rôzne oblasti. Medzi najobľúbenejšie techniky patrí adhézia:

Cieľom tejto diplomovej práce je nájsť vhodné podmienky spracovania technológiou melt- blown na laboratornom zariadení firmy J&M Laboratorie pre došité textilné adhezíva a vytvoriť z nich adhézne vrstvy s čo najmenšou plošnou hmotnosťou.

Experimentálna časť sa zaoberá:

- plošnou hmotnosťou
- prípravou spúg
- kvalitou materiálu
- výkonom pripravených vlákien

2.5 Súhrn teoretickej časti a téze experimentalnej časti

Technológiou melt-blown je možné spracovávať špeciálne vyvinuté nízkoviskózne vysokotekuté polyméry, ktoré umožňujú výrobu adhéznych vrstiev. Obvykle sa pre výrobu adhéznych vrstiev používajú hot-melt adhézy. Hot-melt adhézy sú pri normálnej teplote pevné, termoplastické, bezrospúšťadlové materiály, ktoré prejavujú lepidlosť v roztopenom stave. Nachádzajú široké uplatnenie v nábytkárskom, obuvníckom, knihárskom, odevnom a in. priemysle. Pozostávajú zo základného polyméru, živice, vosku a prísad. Výhodou hot-melt adhézy je, že oproti tradičným upevňovadlám majú rýchlu dobu vytvrdenia. Dôležitým hľadiskom pri aplikácii adhézy na substráty je rýchlosť stúpania viskozity, povrchová charakteristika adhézy, ktorá je nutná pre čisté zmočenie a pokrytie substrátu. Charakteristickou vlastnosťou adhézy je pevnosť a pružnosť pri použitých rozsiahlych teplotách a jeho viskozita na aplikovanej teplote substrátov.

Povrchy spojovaného materiálu a adhézy sa navzájom pútajú fyzikálnymi a chemickými silami, čím je chápaná adhézia.

Adhézia je ovplyvnená: zmáčaním, povrchovým napätím, znečistením povrchu, kinetikou zmáčania, orientáciou na rozhraní.

Teóriou lepenia sa zaoberajú rôzne teórie. Medzi najakceptovanejšie teórie patrí adsorbčná teória.

Cieľom tejto diplomovej práce je nájsť vhodné podmienky spracovania technológiou melt-blown na laboratórnom zariadení firmy J& M Laboratories pre dodané hot-melt adhézy a vyrobiť z nich adhézne vrstvy s čo najmenšou plošnou hmotnosťou.

Experimentálna časť sa zaoberá:

- plošnou hmotnosťou
- pevnosťou spoja
- kinetikou zrážania
- vplyvom priemeru vlákien

3. Experimentálna časť

3.1 Príprava vzoriek pre experiment

Experimenty uvedené v tejto časti diplomovej práce boli prevedené na adhézných vrstvách vyrobených technológiou melt-blown. Základnými premennými týchto vzoriek je plošná hmotnosť. Premenné boli dosiahnuté niektorými technologickými parametrami výroby - rýchlosť šneku, dobou pracovného cyklu, vzdialenosť bubna od trysky.

Ako porovnávacia adhézivna vrstva pre vyvíjané adhéziva bol využití Petex, ktorý je vyrobený technológiou spun-bond.

3.1.1 Postup prípravy adheznych vrstiev vyrobených technológiou melt-blown

Adhézne vrstvy boli vyrobené technológiou melt-blown na strojovom zariadení J&M Laboratories v niekoľkých sériach, aby boli dosiahnuté požadované premenné. Pre výrobu bola použitá špeciálna tryska na výrobu adhézných vrstiev. Zberný bubon na laboratórnom zariadení melt-blown bol poháňaný krokovým motorkom s naprogramovanou dobou cyklu 3 minuty. Pre spracovanie adhezív boli zistené teploty tavenia jednotlivých adhezív, na zariadení pre určovanie teploty tavenia BOETIUS. Zistené teploty sú nasledovné.

- B1 85°C
- ŠM2 55°C
- HMK1 65°C
- HM-MKK 70°C

Základné parametre výroby sa líšili pre rozdielne materiálove zloženie jednotlivých adhezív.

Základné parametre pre materiál č.1 (B1)

- Teplota na 1 zóne - 110°C (230 F)
- Teplota na 2 zóne - 150°C (302 F)
- Teplota na 3 zóne - 180°C (356 F)
- Teplota na spojovacom diele - 206°C (402 F)
- Teplota na tryske - 206°C (402 F)
- Teplota vzduchu - 235°C (450 F)
- Počet otvorov trysky - 20 otvorov/ 0,1m
- Rýchlosť bubna - 110 m/ min
- Priemer bubna - 0,56 m
- Obvod bubna - 1,76 m
- Tlak vzduchu - 0,1 MPa
- Spracovávaný polymér - B 1
- Vzdialenosť bubon/ tryska - $l_1 = 0,15 \text{ m}$

Základné parametre pre materiál č. 2 (ŠM 2)

- Teplota na 1 zóne - 44 °C (110 F)
- Teplota na 2 zóne - 63 °C (145 F)
- Teplota na 3 zóne - 99 °C (210 F)
- Teplota na spojovacom diele - 132 °C (270 F)
- Teplota na tryske - 132 °C (270 F)
- Teplota vzduchu - 160 °C (320 F)
- Počet otvorov trysky - 20 otvorov/ 0,1 m
- Rýchlosť bubna - 110 m/ min
- Priemer bubna - 0,56 m
- Obvod bubna - 1,76 m
- Tlak vzduchu - 0,1 MPa
- Spracovávaný polymér - ŠM 2
- Vzdialenosť bubon/ tryska - $l_1 = 0,1 \text{ m}$
 $l_2 = 0,15 \text{ m}$

Základné parametre pre materiál č. 3 (HMK 1)

- Teplota na 1 zóne - 38°C (101 F)
- Teplota na 2 zóne - 57 °C (135 F)
- Teplota na 3 zóne - 93 °C (200 F)
- Teplota na spojovacom diele - 127 °C (260 F)
- Teplota na tryske - 132 °C (271 F)
- Teplota vzduch - 160 °C (320 F)
- Počet otvorov na tryske - 20 otvorov/ 0,1m
- Rýchlosť bubna - 110 m / min
- Priemer bubna - 0,56 m
- Obvod bubna - 1,76 m
- Tlak vzduchu - 0,1 MPa
- Spracovaný polymér - HMK 1
- Vzdialenosť bubon / hubica - $l_1 = 0,05 \text{ m}$

$l_2 = 0,08 \text{ m}$

$l_3 = 0,15$

$l_4 = 0,2 \text{ m}$

$l_5 = 0,27 \text{ m}$

Základné parametre pre materiál č.4 (HM- MKK)

- Teplota na 1 zóne - 60° C (140 F)
- Teplota na 2 zóne - 82° C (180 F)
- Teplota na 3 zóne - 121° C (250 F)
- Teplota na spojovacom diele - 149° C (300 F)
- Teplota na tryske - 149° C (300 F)
- Teplota vzduchu - 166° C (330 F)
- Počet otvorov na tryske - 20 ovorov / 0,1 m
- Rýchlosť bubna - 110 m/min
- Priemer bubna - 0,56 m
- Obvod bubna - 1,76 m

- Tlak vzduchu - 0, 1 MPa
- Spracovávaný polymér - HM- MKK
- Vzdialenosť bubon / hubica - $l_1 = 0,06 \text{ m}$
- $l_2 = 0,1 \text{ m}$

Výkon šneku bol nastavený na stroji v dielikoch , ktorý bol neskôr prepočítaný na rýchlosť šneku v m/min.Pre jednotlivé materiály bol nastavený rôzny výkon v intervale 0,7 až 4,7m/min.Následujúca tabuľka ukazuje jednotlivé výkony v dielikoch a ich prepočet na rýchlosť šneku.

Tab . č.1 Vplyv výkonu šneku na rýchlosti

Výkon šneku v dielikoch	Rýchlosť šneku	Označenie
V100	0,7m/min	V ₁
V150	1,2 m/min	V ₂
V200	1,7 m/min	V ₃
V250	2,2 m/min	V ₄
V300	2,7 m/min	V ₅
V400	3,7 m/min	V ₆
V500	4,7 m/min	V ₇

3.1.2 Použitý materiál

Pre experiment boli použité hot-melt adhézia , ktoré boli vo forme granulátu a doštičiek . Hot-melt adhézia sa špeciálne používajú pre výrobu adhézných vrstiev . Spracovávané adhézia boli dodané firmou SYNPO PARDUBICE , ktorá dodané adhézia pripravila. Jedná sa o laboratórne vzorky .Uvedenie presného zloženie laboratórne pripravených dodaných adheziv je nežiadúce. Zloženie odpovedá bežnej štruktúre hot-melt adheziv. Sú zverejnené len pracovné názvy jednotlivých adheziv, ktoré sú nasledovné :

- ŠM 2

- HMK1
- HM-MKK
- B1

Je známe len to , že dané adhéziva sú zložené zo základného polyméru , ktoré sú na báze etylén- vinyil acetátu a ďalej je známe , že HM adhéziva obsahujú živicu a vosk .

3.2 Stanovenie plošnej hmotnosti textílii podľa ČSN EN 29073-1

Princíp skúšky

Plošná hmotnosť je hmotnosť plošnej textílie stanovená po ustálení alebo klimatizácii vzťahovaná na jednotku plochy . Vyjadruje sa v $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$. Stanoví sa hmotnosť vzorku vážením na váhach a potom sa vypočíta priemerná hodnota. Pre stanovenie plošnej hmotnosti sa použije vzorok o ploche najmenej $50\,000\text{ m}^2$.[9]

Plošnú hmotnosť stanovíme podľa vzorca :

$$\rho_s = m/S$$

kde mhmotnosť vzorku [g]

Splocha vzorku [m^2]

Skúška bola prevedená v laboratórnych podmienkach. Vzorky o veľkosti 400 cm^2 boli vystrihnuté podľa kovovej šablóny a potom zmerané na laboratórnych váhach. Počet meraní bol 5 z ktorých sa vypočítala priemerná hodnota a smerodatná odchylka s variačným koeficientom. Pre nedostatok materiálu nedošlo k prevedeniu 10 meraní a vzorok nemal veľkosť 500 cm^2 ako predpisuje norma.

V nasledujúcich tabuľkách sú zaznamenané výsledky merania pre jednotlivé materiály :

Tab.č.1 Plošná hmotnosť materiálu č.1 B1

I ₁				
v ₃		v ₅	v ₆	
A ₁		A ₂	A ₃	A ₄
č.m	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]
1	17,25	15,5	22,75	33
2.	16,25	16,25	23,75	35
3.	17	15	23,5	34,5
4.	16,75	15,25	23	33,25
5.	17	15,75	22,75	33
$\bar{x}$	16,8	15,5	23,1	33,7
s	0,3	0,48	0,45	0,93
v[%]	2,3	3	1,9	2,7

Tab č.2 Nameraná plošná hmotnosť materiálu č.2 ŠM 2

I ₁			I ₂		
v ₁		v ₂	v ₂	v ₃	
B ₁		B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
č.m	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]
1.	22	32,5	33,5	52,4	51
2.	21	33	33,5	54,5	55
3.	20,9	35	32,5	53	54
4.	20,2	32	30	55	49
5.	20,8	30	32	56,2	60
$\bar{x}$	21	32,5	32,3	54,2	53,8
s	0,64	1,8	1,4	1,5	4,2
v[%]	3,1	5,6	4,4	2,8	7,8

Tab . č . 3 Nameraná plošná hmotnosť materiálu č.3 HMK1

I ₁		I ₂			I ₃			I ₄	I ₅
v ₃		v ₁	v ₂	v ₅	v ₃	v ₃	v ₃	v ₃	v ₃
C ₁		C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
č.m	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]	[g.m ⁻²]
1.	65	30,8	39,75	85	55	45,75	50,25	49,5	65
2.	65,5	34	40	83,7	50	49	52,5	50,5	67,8
3.	62,5	31,5	38,75	81,25	48	47	53,7	52,5	65
4.	62	32,6	40,5	80	50	45	52,5	47,5	66,3
5.	62,75	32,8	40,5	80	51	50	55	50,7	67,5
$\bar{x}$	63,5	32,3	40	82	50,8	47,4	52,8	50,3	66,3
s	1,58	1,23	0,8	2,26	2,6	2,1	1,76	2,07	1,38
v[%]	2,5	3,8	2	2,75	5,1	4,5	3,3	4,1	2,1

Tab č.4 Namerané hodnoty plošnej hmotnosti pre mat.č.3 HMK1 pre polovičnú dobu cyklu 1,5 minuty.

I ₁		I ₂
v ₃		v ₄
C ₁₀		C ₁₁
č.m	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]
1.	40	43,75
2.	37,7	44,75
3.	40	41,5
4.	38,75	44,5
5.	39,25	45
$\bar{x}$	39,1	43,9
s	0,95	1,42
v[%]	2,4	3,2

Tab č.5 Namerané hodnoty plošnej hmotnosti pre materiál č.4 HM-MKK

I ₂			
V ₃		V ₄	
D ₁		D ₂	D ₃
č.m	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]
1.	44,75	42	45
2.	42,5	42,5	46
3.	45	41,25	45
4.	42,5	42	46,75
5.	40	42,5	43,75
$\bar{x}$	43	42	45,3
s	2,03	0,5	1,1
v[%]	4,7	1,2	2,5

Tab. č. 6 Namerané hodnoty plošnej hmotnosti pre materiál č.4 HM-MKK pre polovičnú dobu cyklu 1,5 min.

I ₁			
V ₄		V ₅	
D ₅		D ₆	D ₇
č.m	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]	P[g.m ⁻²]
1.	44	40,5	57,5
2.	45,25	41	57,25
3.	42,5	40	57,5
4.	45,74	42,5	58
5.	44,5	43	56,7
$\bar{x}$	44,4	41,4	57,24
s	1,25	1,29	0,45
v[%]	2,8	3,1	0,8

3.3 Stanovenie pevnosti spoja vrstiev podľa ČSN 80 0830

Táto norma platí pre skúšanie plošných textílií a uvádza postup pre stanovenie pevnosti spoja vrstiev u vrstvených textílií. Postup je určený i k hodnoteniu pevnosti spoja nánosových vložiek fixovaných na vrchnú textíliu . Postup není možné použiť v tých prípadoch , kde je pevnosť vrstvy nižšia než pevnosť spoja.

Pevnosť spoja [F] je síla potrebná k oddeleniu jednotlivých vrstiev vrstvených textílií . Udáva sa v N. K skúške sa použije trhací prístroj so stálou rýchlosťou deformácie, vybavení grafickým zariadením.[10]

Princíp skúšky

Elementárne vzorky sa ručne rozdelia na užšej strane vzorku do hĺbky spoja maximálne 120 mm. Rozdelené konce sa upnú da čelustí trhacieho prístroja tak , aby konce rozdelenia boli približne uprostred medzi upínacími čelustami a boli rovnobežné s hranou čelustí.

Parametre skúšky

rýchlosť ťažnej svorky150 m. min⁻¹

upínacia dĺžka.....100 mm

rozmery elementárnych vzorkov.....50 - 200 mm

použitý rozsah.....5 000 N

Vyhodnotenie skúšky

V prípade že priebeh skúšky je zaznamenaný graficky , nebere sa pri čítaní v úvahu počiatočný úsek grafu o dĺžke 60 mm. Zakreslený graf sa rozdelí zvislou čiarou vo vzdialenosti 160 mm od začiatku na dve časti . Od tohoto stredu sa graf rozdelí doprava a doľava na desať dielikov po 5 mm. Z priesečníka deliacich čiar s krivkov sa prečítajú hodnoty pevnosti spoja , z ktorých sa vypočíta aritmetický priemer.

3.3.1Príprava vzoriek pre skúšanie pevnosti spoja

Vzorky pre skúšanie pevnosti lepeného spoja boli pripravené pojením . Pre 1. meranie bol použitý pre spevnenie válcový hladký kalander z poloprovozu katedry NT.Pre 2. meranie bola použitá pre spevnenie teplovzdušná komora vyhrievaná horúcim vzduchom taktiež z katedry NT.Pre pojenie na kalandru boli použité dva druhy substrátov, ktoré sa používajú v obuvníckom priemysle.Išlo o bavlnené tkaniny s plátňovou väzbou. Podkladová tkanina o plošnej hmotnosti 307 g/m² a vrstvená textília o plošnej hmotnosti 190 g / m². Na podkladovú tkaninu bola priložená adhézna vrstva a tá bola prikrytá druhou vrstvou tak, aby adhézna vrstva nepriečevala.Na kalandru bol nastavený optimálny konštantný prítlak a konštantná rýchlosť pre všetky vrstvené textílie rovnaký.

Teplota na kalandru boli odlišné pre jednotlivé materiály:

- - materiál č. 1 B1.....78°C
- - materiál č. 2 ŠM.....74°C
- - materiál č. 3 HMK80°C
- - materiál č. 4 HM-MKK70°C
- - materiál č. 5 Petex120°C

V našom prípade pre materiál č. 3 nebola uskutočnená skúška pevnosti spoja pre veľmi slabé adhézne spojenie vrstiev , ktoré bolo nemerateľné .

Pre pojenie v horkovzdušnej komore sme použili ako podkladový materiál tkaninu pod obchodným názvom Dederon a objemovú kolmo kladenú textíliu Struto. Na pohyblivý pás bola priložená podkladová textília , na ňu adhézna textília a na vrch bola priložená objemová textília . Do teplovzdušnej komory bol vháňaný horúci vzduch o danej teplote , odlišnej pre jednotlivé materiály .

Parametre teplovzdušnej komory

rýchlosť sieťového dopravníku0,5 m. min⁻¹
príkon.....18 kW
dĺžka vyhrievaného poľa.....1310 mm
šírka sieťového dopravníku.....500 mm

Teploty pre jednotlivé materiály :

materiál č. 2 ŠM.....90°C

materiál č. 4 HM-MKK.....80°C

materiál č. 5 Petex.....120°C

U materiálov č. 1 a 3 nedošlo k prepojeniu vrstiev ,preto nedošlo k hodnoteniu skúšky pevnosti spoja.

V nasledujúcich tabuľkách sú namerané hodnoty pevnosti spoja pre jednotlivé materiály .

Tab. č. 1 Namerané hodnoty pevnosti spoja pre materiál č. 1 B 1pri pojení kalandrom

č.m	A ₂	A ₃	A ₄
	F [N]	F [N]	F [N]
1.	2,2	2,7	2,5
2.	2,4	2,4	1,7
3.	2,3	2,1	2,2
4.	1,9	2,2	2,7
5.	2,5	2,5	2,6
$\overline{F}$	2,3	2,4	2,3
s	0,23	0,23	0,4
v [%]	10	9,9	17,5

Tab. č. 2 Namerané hodnoty pevnosti spoja pre materiál č. 2 ŠM 2 pri pojení kalandrom

	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
č.m	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
1.	5,8	4,1	11,3	7,2	4,5
2.	6,4	6,2	5	8,2	5,7
3.	5,2	5,3	8	8,2	6,2
4.	5,5	5,4	7,8	7,6	5,1
5.	6,2	4,8	7,2	8	5,5
$\overline{F}$	5,8	5,16	7,86	7,8	5,4
s	0,5	0,77	2,2	0,43	0,64
v [%]	9,1	14	28	5,5	11

Tab. č. 3 Namerané hodnoty pevnosti spoja pre materiál č. 4 HM- MKK pojené kalandrom

	D₁	D₂	D₃	D₅	D₆	D₇
č.m	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
1.	6,8	2,4	4,1	4,6	4,3	8,9
2.	5,8	4,6	4,3	5,3	4,4	9,7
3.	3,4	4,8	3,9	3,3	4,15	9,5
4.	4,9	5,2	4,5	4,2	3,9	10,1
5.	5,2	3,8	5,1	4,8	4,6	9,6
$\bar{F}$	5,2	4,2	4,4	4,45	4,3	9,55
s	1,24	1,1	0,46	0,75	0,26	0,43
v [%]	24	26	10	17	6	4,5

Tab. č. 4 Namerané hodnoty pre petexe pojené kalandrom

	Petex
č . m	F[N]
1.	12,3
2.	9,8
3.	14,4
4.	14,5
5.	10,7
$\bar{F}$	12,3
s	2,12
v [%]	17,2

Tab. č. 5 Namerané hodnoty pevnosti spoja pri pojení v teplovzdušnej komore

	B ₂ <i>52,8/12</i>	D ₆ <i>49,4/12</i>	D ₇ <i>52,8/12</i>	Petex
č.m	F[N]	F[N]	F[N]	F[N]
1.	1	7,2	7,2	14,9
2.	1,2	7,1	7,8	13,8
3.	1,5	9,8	8,2	16,7
4.	1,6	6	8,1	14,2
5.	1,5	6,8	7	18,3
F	1,36	7,38	7,66	15,5
s	0,25	1,43	0,53	1,88
v[%]	18	19,4	7	12,1

3.4 Stanovenie kinetiky zrážania

Meranie veľkosti zrážania vzorkov sa prevádza v závislosti na čase pri rôznych teplotách. Cieľom je určiť čas , potrebný k maximálnemu vyzrážaniu pri danej teplote.

Príprava vzorkov

Z vyrobených adhéznych vrstiev boli odobrané vzorky o rozmeroch 2 x12 cm, pričom 2 cm z celkovej dĺžky tvorili upínaciu dĺžku, na zostavajúcich 10 cm boli merané vlastné parametry zrážania. Vzorky boli pripravené jak v priečnom tak pozdĺžnom smere. Vzorky boli upevnené do držiaku laboratórneho stojanu tak aby sa nedotýkali milimetrovej stupnice . Takto upevnené , boli vystavované v určitých intervaloch pôsobeniu tepla. Teplota pre experiment bola zvolená v okolí T_m adhézie. Meranie prebiehalo v laboratornej sušiarňi. Nastavená teplota bola individuálna pre jednotlivé materiály. Tieto teploty pre jednotlivé materiály sú zaznamenané v nasledujúcich tabuľkách.[11]

Tab. č. 1 Tabuľky kinetiky zrážania - materiál č. 4 HM-MKK

a) pozdĺžny smer

č.vzorku	T [°C]	t[min]			
		0,15	1	2	3
		[%]	[%]	[%]	[%]
D₁	60	0	33	-	-
	65	56	80	-	-
D₂	60	0	0	0	0
	65	0	20	26	27
D₃	60	0	0	0	0
	65	0	13	18	25
D₆	55	0	0	0	-
	58	15	37	46	-
D₇	60	0	2	2	-
	63	20	40	51	-

b) priečný smer

č.vzorku	T[°C]	t[min]			
		0,15	1	2	3
		[%]	[%]	[%]	[%]
D₁	60	0	35	42	-
	65	60	85	85	-
D₂	60	0	0	0	0
	65	25	52	60	60
D₃	60	0	0	0	0
	65	0	23	25	27
D₆	55	0	0	0	-
	58	5	5	25	-
D₇	60	0	-4	-5	-
	63	30	45	60	-

Tab.č.2 Tabuľky kinetiky zrážania pre materiál č.2 - ŠM 2

a) pozdĺžny smer

č.vzorku	T[°C]	t[min]				
		0,25	0,5	1	2	3
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
B ₂	45	0	0	0	0	0
	50	0	2	5	10	15
B ₃	45	0	0	0	0	0
	50	0	-3	-4	4	8
B ₄	45	0	0	0	0	0
	50	12	20	22	22	-
B ₆	45	0	0	0	0	0
	55	20	30	34	-	-

b) priečny smer

č.vzorku	T[°C]	t[min]				
		0,25	0,5	1	2	3
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
B ₂	45	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	-2	7
B ₃	45	0	0	0	0	0
	50	0	0	-3	4	8
B ₄	45	0	0	0	-	-
	50	20	35	40	-	-
B ₆	45	0	0	0	-	-
	50	18	32	45	-	-

Tab.č.3 Tabuľky kinatiky zrážania pre materiál č.3 HMK1

a) pozdĺžny smer

		t [min]			
č.vz.	T[°C]	0.25	0.5	1	2
		[%]	[%]	[%]	[%]
C ₂	60	5	7	11	20
C ₃	60	0	10	40	50
C ₄	60	0	10	15	25
C ₆	60	0	25	45	46
C ₇	60	0	26	45	47
C ₈	60	0	5	25	30
C ₉	60	0	10	30	40
C ₁₀	60	0	20	25	-
C ₁₁	60	0	0	5	10

b) priečny smer

		t[min]			
č.vz.	T[°C]	0.25	0.5	1	2
		[%]	[%]	[%]	[%]
C ₂	60	0	0	20	25
C ₃	60	0	8	55	60
C ₄	60	0	12	17	27
C ₆	60	0	20	50	55
C ₇	60	0	10	48	56
C ₈	60	0	15	30	34
C ₉	60	0	20	43	50
C ₁₀	60	0	20	25	25
C ₁₁	60	0	0	2	3

3.5 Stanovenie priemeru vlákien

Tab.č.4 Tabuľky kinetiky zrážania materiálu č.1 B

a) pozdĺžny smer

		t[min]		
č.vz.	T[°C]	0.5	1	2
		[%]	[%]	[%]
A ₁	80	2	20	40
A ₂	80	0	27	45
A ₃	80	3	25	57
A ₄	80	5	20	55

b) priečny smer

		t[min]		
č.vz.	T[°C]	0.5	1	2
		[%]	[%]	[%]
A ₁	80	10	25	45
A ₂	80	12	30	48
A ₃	80	8	30	60
A ₄	80	10	25	68

3.5 Stanovenie priemeru vlákien

Priemer vlákien bol zisťovaný orientačne na optickom mikroskope s objektíovým mikrometrom . Najprv bola zistená skutočná dĺžka jedného dieliku merítka kalibráciou pomocou kalibračného sklíčka. Potom bol meraní priemer jednotlivých vlákien v dielikoch a ten bol prevedený na mikrometre . Bolo prevedeno 10 meraní . Touto metódou boli zistené následovné priemery vlákien. Priemery boli zisťované u adhéziv vyrobených pri rovnakej výrobnnej rýchlosti šneku $v = 2,7$ m/min. Namerané hodnoty sú v nasledujúcej tabuľke:

adhezivo	D[μ m]
B1	7
ŠM2	8
HMK1	2
HM-MKK	9

2. zisk.

2. Vlast.

100. b. d. m.

11

4. DISKUSIA

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vyrobiť adhézne vrstvy vyrobené z H-M adhéziv, technológiou melt-blown a vyšetrit' ich vlastnosti v závislosti na premenných. Premenné sú rýchlosť šneku a vzdialenosť trysky od hubice.

Spracovaním dodaných adhéziv došlo k mnohým problémom, ktoré boli spôsobené jednak samotnými adhézivami a jednak laboratórnym zariadením linky melt-blown. Tieto problémy ovplyvňovali zisťované vlastnosti adhézných vrstiev.

4.1 Nastavenie teplotného režimu pre technológiu MB

Pri spracovávaní adhéziv B1, ŠM2, HMK1, HM-MKK bolo hlavným problémom nájsť vhodný teplotný režim, pri ktorom mal byť polymér spracovávaný. V prvej fáze výroby požadovaných vzoriek bol tepelný režim nastavený podľa teploty tavenia, ktoré boli zistené na zariadení pre určenie teploty tavenia BOETIUS. V druhej fáze sme teploty znižovali na 1. zóne a tým sme získali vhodný tepelný režim pre jednotlivé materiály. Teplotný režim jednotlivých materiálov je uvedený v kapitole 3.1. Pri nastavení vysokých teplot nedochádzalo k vytvoreniu vrstvy, pretože polymér sa vplyvom teploty roztavil hneď na prvej zóne, v šneku nebol vyvinutý dostatočný tlak na taveninu, ktorá nebola tlačaná do trysiek ale neustále ju šnek pretáčať v extrudéry.

Problémy nastávali, že dochádzalo k ucpávaniu niektorých trysiek, čo mohlo ovplyvniť nerovnomernosť vrstiev. Ucpávaniu trysiek sa dalo zabrániť len vyčistením trysiek polymérom s vysokou teplotou tavenia, ale toto riešenie bolo len dočasné. Je možné, že to bolo spôsobené materiálovým zložením adheziva. Nerovnomernosť mohla byť spôsobená aj tým, že na laboratórnom prístroji bola použitá len jedna tryska. Vo výrobe je bežné, že trysky sú umiestnené po celej dĺžke stroja, čomu je prispôsobená aj šírka bubny. V našom prípade bol bubon poháňaný motorkom a konal svoju dráhu 3 minuty.

Ďalším s problémov, bol prísun materiálu do extrudéry. Dávkovacie zariadenie laboratórnej jednotky nebolo prispôsobené veľkosti granulátu adhéziva, a preto sa dávkovanie muselo prevádzať ručne priamo do extrudéry, čím mohlo dôjsť k nerovnomernému podávaniu.

Najväčšie komplikácie nastali s adhezivom B1, ktorý bol dodaný vo forme štvorčekov. Adhézivum B1 pre ďalšie spracovanie muselo byť natavené v sušiarňi, formované do tvaru prúžkov a po vychladnutí rozstrihané na malé kúsky.

Vlákná vyrobené technológiou melt-blown sa ukladali na zberný bubon, ktorý sa otáčal konštantnou rýchlosťou $v = 110 \text{ m/min}$. Povrch zberného bubnu nebol hladký ale porézny, čím dochádzalo že sa vlákna zachytávali na nerovnomernosti bubnu, čím bola znemožnená manipulácia s vyrobenou textíliou. Z tohoto dôvodu bola na bubon umiestnená PES fólia, na ktorú bol nanesený mikronános glycerínu pre zníženie adhézie. Tým došlo k zlepšeniu manipulácie.

4.2 Stanovenie plošnej hmotnosti

Ako už je zmieňované v predošlej kapitole, kolísanie plošnej hmotnosti (ďalej pl.hm.) bolo zapríčinené viacerými faktormi. Technológiou MB boli vyrobené textílie roznych plošných hmotností, ktoré boli ovplyvnené rýchlosťou šneku. Závislosti pl. hm. na rýchlosti šneku pre jednotlivé materiály sú zaznamenané v grafe č. 1 až 5 viz. príloha. Z grafov je vidieť, že rýchlosťou šneku stúpa plošná hmotnosť. Z tabuliek v kapitole 3.2 vyplýva, že plošná hmotnosť sa nemení pri rozdiel malých vzdialeností okolo 5 cm, ale so zvetčujúcou vzdialenosťou rastie. Technológiou MB boli vyrobené textílie pl.hm. 16-82 g/m^2 . Z tabuliek z kapitoly 3.2 vyplýva, že textílie s najmenšou pl.hm. boli vyrobené z adheziva B1. Dôsledkom malej plošnej hmotnosti môže byť forma adheziva, v ktorej bol dodaný. Dané adhezivo prejavovalo značnú lepivosť i pri bežných teplotách. V grafe č.6 viz. príloha sú porovnané pl.hm. jednotlivých materiálov pri rovnakej rýchlosti šneku $v = 1,7 \text{ m/min}$. Z grafu je patrné, že materiál s najmenšou pl.hm. je adhezivum B1 a s najväčšou pl.hm. je adhezivum ŠM2. Zistili sme, že je možné vyrobiť vrstvy s polovičnou pl.hm., skrátením doby pracovného cyklu na 1,5 minuty. Závislosť pl.hm. na dobe pracovného cyklu pre mat. HMK1 je patrná z grafu č.4 viz príloha.

4.3 Stanovenie pevnosti spoja

Pevnosť spoja je jednou z dôležitých parametrov adhézných vrstiev. Pre stanovenie pevnosti spoja boli použité laminované textílie. Použitý materiál bol popísaný v kap.3.3. Spojovanie prebiehalo na kalandru. Pre porovnanie pevnosti spoja boli použité materiály pojené v teplovzdušnej komore. V grafe č.7 a 8 sú zaznamenané závislosti pevnosti spoja na pl. hm.. Z grafov vyplýva, že so stúpajúcou pl.hm. rastie pevnosť spoja, adhezivo vo väčšej miere zmäčká povrch, čím je spoj pevnejší. V porovnaní s Petexom viz. graf č.9 je evidentné, že pevnosť je najväčšia u Petexu, ale v porovnaní s adhezivom HM-MKK tá pevnosť není až tak rozdielna. U laminovaných textílii pojených petexom je zhoršený ohyb, čím je textília pevná, neohybná čo môže ovplyvniť použitie v niektorom odvetví. Dôležitými faktormi, ktoré môžu ovplyvniť pevnosť spoja je teplota, tlak a doba posobenia, povrchové napätie a použitý materiál. Pri pojení na kalandru, nesprávnym nastavením teplot, dochádzalo k nespojeniu vrstiev. Adhezivo vplyvom vysokej teploty pretieklo skrz mat., čím nedošlo k prepojeniu. Pre ďalšie použitie adhéziv by bolo doporučené, aby výrobca zvýšil viskozitu adheziv. Pri nízkej teplote, zase nedošlo k roztaveniu, čím nenastalo zmočenie substrátu a tým pokrytie povrchu. V našom prípade sme nenašli vhodné podmienky pre prepojenie vrstiev s materiálom HMK1. Pevnosť spoja bola najnižšia u mat. č.1 B1 pre nízku plošnú hmotnosť. Zistili sme, že je možné vyrobiť adhézne vrstvy s nízkou plošnou hmotnosťou, ale po meraní pevnosti spoja bolo zistené, že adhézne vrstvy s nízkou plošnou hmotnosťou majú veľmi nízku pevnosť spoja. Z dodaných adheziv najväčšia pevnosť bola nameraná u adheziva HM-MKK. Podrobnejšie pevnosťou spoja sa zaoberá diplomantka M.Ščavnická, ktorá skúma pevnosť spoja kombinovaných textílii použitím vyrobených adhézných vrstiev pri prepojení v teplovzdušnej komore a lisovaním. Pri porovnaní výsledkov som došla k záveru, že pevnosť spoja dodaných adheziv je závislá od textílii použitých k laminácii. Pevnosť spoja bola orientačne skúmaná pre materiály s nízkou plošnou hmotnosťou konkrétne Liatex a papier. Pevnosť spoja bola vysoká pre všetky adheziva. Pri oddeľovaní jednotlivých vrstiev dochádzalo k trhaniu, čím bolo usúdené, že pevnosť spoja je vysoká. Dané adheziva ukazujú, že sú nenáročné na ďalšie spracovanie. Vyžadujú nízke teploty prepojenia a tým, dochádza k ušetreniu množstva spotrebovanej energie. V porovnaní s Petexom vyžadujú teploty až o polovicu menšie.

4.4 Stanovenie kinetiky zrážania

Meranie bolo prevádzané v laboratornej sušiarňi . Meranie bolo prevádzané v závislosti na čase a teplote . Teplota sa pohybovala pod teplotou tavenia adheziva. Pri meraní bolo zistené, že pri nastavení teploty blízkej teplote tavenia, dochádzalo k roztečeniu adhézie . Obtiažne bolo nájsť vhodnú teplotu pri ktorej by bolo možné stanoviť kinetiku zrážania. Problémom nastal pri práci s laboratórnou sušiarňou , kde nebolo možné v priebehu merania regulovať presne veľkosť teploty. Pri vkládaní vzorkov do sušiarne dochádzalo k znižovaniu teploty . Po určitej dobe , keď bol vzorok ešte vo vnútri , zase k stúpaniu.

Zo všetkých výsledkov vyplýva , že veľkosť zrážania vzorkov je v priečnom smere vždy väčšia než v smere pozdĺžnom viz tab. kap 3.4. Je to dané orientáciou vlákien v adhézne vrstve , ktorá vyplýva s technológiou melt-blown , kde sú vlákna nafukované na bubon prevažne v pozdĺžnom smere. K tomu , aby sa materiál zmrštil , hraje dôležitú úlohu čas. Čas, potrebný k zrazeniu vzorkov pre jednotlivé adhézne vrstvy, bol približne rovnaký. Všeobecne najväčší podiel pripadal na dobu 0-2 minuty , pričom nad 2 minuty už nedochádzalo k podstatným zmenám dĺžky vzorkov. V porovnaní s ostatnými adhezivami najmenšie hodnoty zrážania boli namerané u adheziva ŠM2. Hodnoty veľkosti zrážania u ostatných materiálov boli porovnateľné . Pohybovali sa v intervale 10-60 % . Tieto hodnoty boli odlišné vzhľadom k obsahu zloženia adheziva. Získané hodnoty zrážania nemožno považovať za absolútne , ale iba za relatívne , vhodné pre porovnanie zrážavých vlastností jednotlivých adhézných vrstiev.

4.5 Stanovenie priemeru vlákien

Z tabuľky v kap. 3.5 je viditeľné , že najväčší priemer vlákien bol nameraný u adheziva HM-MKK . Priemer vlákien bol zisťovaný len orientačne, pretože ako je vidieť na negatívach viz príloha , interval priemeru vlákien v jednotlivom adhezivu je široký. Je možné , že každá zložka z ktorej adhezivo pozostáva sa môže správať inak . Kolísanie priemerov mohlo byť spôsobené vplyvmi výroby - hlavne ucpávaním trysiek. Pri výrobe

ktorý by bol rovnomerný a ukladanie vrstiev by nebolo spirálovité.

5. ZÁVER

Výrobky vyrábané technológiou melt-blown sú na trhu stále žiadanejšie , a preto je snaha rozšíriť tento trh. Výrobky sú často používané ako adhézne vrstvy. Pre výrobu adhézných vrstiev slúžia hot-melt adhéziva .

Hot-melt adhéziva sú termoplastické , bezrospúšťadlové , netoxické materiály , ktoré majú veľkú budúcnosť pred sebou , pretože sa neustále vyvíjajú . Obyčajne sa hot-melt adhéziva nanášajú nastrikovaním priamo na substrát v tekutom stave. Cieľom tejto diplomovej práce bolo vyrobiť plošné útvary adhézných vrstiev , a nájsť vhodné podmienky pre spracovanie dodaných adhezív technológiou melt-blown. Výrobca si prial vyrobiť adhézne vrstvy s čo najmenšou plošnou hmotnosťou. Najdôležitejšiou vlastnosťou týchto výrobkov je pevnosť spoja.

V rámci predloženej práce bolo vykonané:

1. Literárna rešeršia danej problematiky.
2. Stanovenie vhodného tepelného režimu pre spracovanie adhezív.
2. Zistenie plošných hmotností adhézných vrstiev podľa ČSN EN 29073-1.
3. Stanovenie pevnosti spoja podľa ČSN 80 0830.
4. Stanovenie kinetiky zrážania.
5. Stanovenie priemeru vlákien.

Pre spracovanie adhezív sa podarilo nájsť vhodné spracovateľské podmienky. Merním bolo zistené , že není vhodná veľká vzdialenosť bubnu od trysky , pretože vlákna majú veľmi vláknitý charakter , ktorý ovplyvňuje adhéziu. Pre ďalšie použitie by bolo navrhované , aby výrobca nepatrne zvýšil viskozitu , pretože adhéziva sú vplyvom vysokých teplôt veľmi tekuté a potom dochádza k pretiekaniu adhéziva skrz substrát.

Pri meraní sa zistilo , že pevnosť spoja vo veľkej miere ovplyvňuje materiál , ktorý je použitý k laminácii. Pretože výrobca pevne neuviedol , k čomu chce dané adhéziva použiť , zisťované vlastnosti adhezív boli prevádzané len orientačne.

Skúmaním bolo zistené , že textílie vyrobené technológiou melt-blown za použitia hot-melt adhezív je možné použiť ako pojivové vrstvy.

Technológiou melt-blown je možné vyrobiť textílie malých plošných hmotností , ale na úkor pevnosti spoja. Výrobca musí zvážiť k jakému účelu vyrobené adhézne vrstvy použije či sú vhodné adhézne vrstvy malých plošných hmotností.

Pre ďalšie spracovanie je navrhnuté , aby boli preverené pevnosti spojov v širšom rozsahu použitia.

NT	netkané textílie
MB	melt-blown
HMA	hot-melt adhézyvo
tab	tabuľka
tbl	z tab. č. 1
tbl	z tab. č. 2
tbl	z tab. č. 3
tbl	z tab. č. 4
tbl	z tab. č. 5
tbl	z tab. č. 6
tbl	z tab. č. 7
tbl	z tab. č. 8
tbl	z tab. č. 9
tbl	z tab. č. 10
tbl	z tab. č. 11
tbl	z tab. č. 12
tbl	z tab. č. 13
tbl	z tab. č. 14
tbl	z tab. č. 15
tbl	z tab. č. 16
tbl	z tab. č. 17
tbl	z tab. č. 18
tbl	z tab. č. 19
tbl	z tab. č. 20
tbl	z tab. č. 21
tbl	z tab. č. 22
tbl	z tab. č. 23
tbl	z tab. č. 24
tbl	z tab. č. 25
tbl	z tab. č. 26
tbl	z tab. č. 27
tbl	z tab. č. 28
tbl	z tab. č. 29
tbl	z tab. č. 30
tbl	z tab. č. 31
tbl	z tab. č. 32
tbl	z tab. č. 33
tbl	z tab. č. 34
tbl	z tab. č. 35
tbl	z tab. č. 36
tbl	z tab. č. 37
tbl	z tab. č. 38
tbl	z tab. č. 39
tbl	z tab. č. 40
tbl	z tab. č. 41
tbl	z tab. č. 42
tbl	z tab. č. 43
tbl	z tab. č. 44
tbl	z tab. č. 45
tbl	z tab. č. 46
tbl	z tab. č. 47
tbl	z tab. č. 48
tbl	z tab. č. 49
tbl	z tab. č. 50
tbl	z tab. č. 51
tbl	z tab. č. 52
tbl	z tab. č. 53
tbl	z tab. č. 54
tbl	z tab. č. 55
tbl	z tab. č. 56
tbl	z tab. č. 57
tbl	z tab. č. 58
tbl	z tab. č. 59
tbl	z tab. č. 60
tbl	z tab. č. 61
tbl	z tab. č. 62
tbl	z tab. č. 63
tbl	z tab. č. 64
tbl	z tab. č. 65
tbl	z tab. č. 66
tbl	z tab. č. 67
tbl	z tab. č. 68
tbl	z tab. č. 69
tbl	z tab. č. 70
tbl	z tab. č. 71
tbl	z tab. č. 72
tbl	z tab. č. 73
tbl	z tab. č. 74
tbl	z tab. č. 75
tbl	z tab. č. 76
tbl	z tab. č. 77
tbl	z tab. č. 78
tbl	z tab. č. 79
tbl	z tab. č. 80
tbl	z tab. č. 81
tbl	z tab. č. 82
tbl	z tab. č. 83
tbl	z tab. č. 84
tbl	z tab. č. 85
tbl	z tab. č. 86
tbl	z tab. č. 87
tbl	z tab. č. 88
tbl	z tab. č. 89
tbl	z tab. č. 90
tbl	z tab. č. 91
tbl	z tab. č. 92
tbl	z tab. č. 93
tbl	z tab. č. 94
tbl	z tab. č. 95
tbl	z tab. č. 96
tbl	z tab. č. 97
tbl	z tab. č. 98
tbl	z tab. č. 99
tbl	z tab. č. 100

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

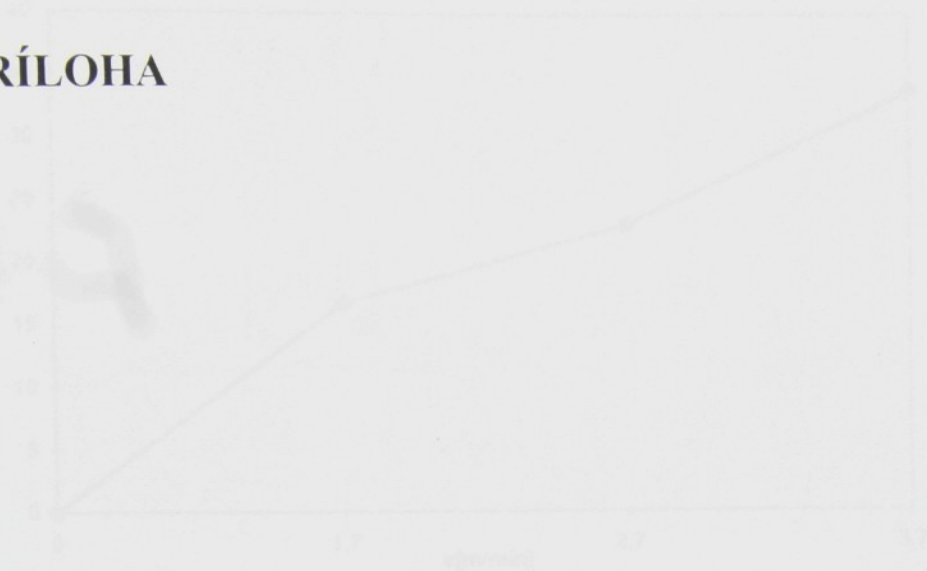
Tg	teplota skelného prechodu	[°C]
P	plošná hmotnosť	[g.m ⁻²]
v ₁ -v ₇	výrobná rýchlosť šneku	[m/min]
NT	netkané textílie	
MB	melt-blown	
HM	hot-melt adhezivo	
tab.	tabuľka	
atď.	a tak ďalej	
obr.	obrázok	
a pod.	a podobne	
kap.	kapitola	
hp.	hmotnostné percenta	
PES	polyester	
PAD	polyamid	
POE	polyetylén	
PVAc	polyvinylacetát	
mat.	materiál	
MH	molekulová hmotnosť	
EVA	etylénvinylacetát	
t.j.	to jest	
F	pevnosť spoja	[N]

Zoznam použitej literatúry

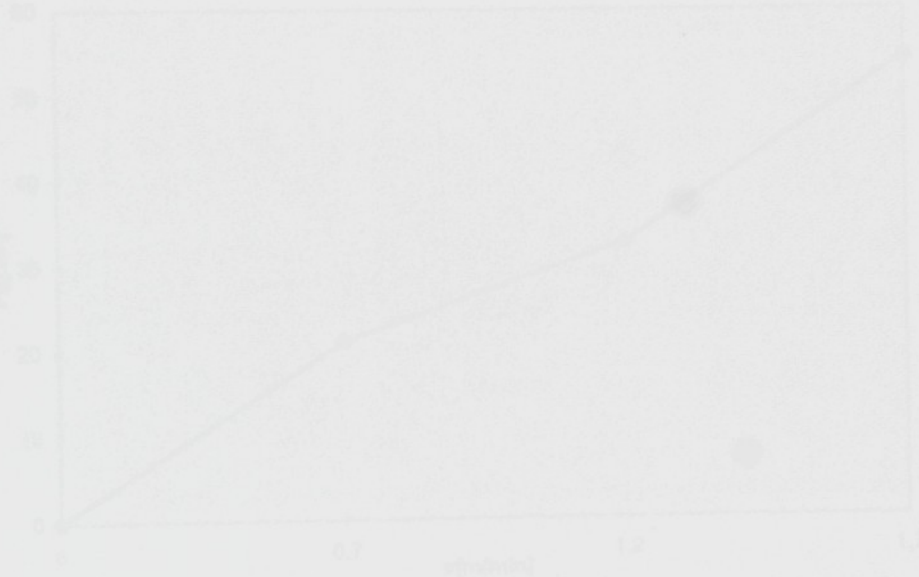
1. JIRSÁK ,O.: Netkané textílie. Liberec TU. 1993
2. KOLEKTÍV : Meltblown Technology Today . Miller Freeman Inc. San Francisco.,1989
3. KOLEKTÍV : Encyclopedia of Science & Technology. McGraw-Hill Inc. New York
1992
4. KOLEKTÍV : Encyclopedia of Materials Science and Engineering. Massachusetts of
Technology, USA
- 5.KARPINSKÁ , Z .: DP Příprava a sorpčné vlastnosti textíli melt-blown. TU Liberec
1996
6. KRČMA , R : Teória netkaných textílii
7. SCHLOSSEROVÁ , S.: DP Meranie adhézie na rozhraní polymérnych materiálov. TU
Liberec , 1992
8. BAREŠ , R.: Kompozitné materiály, Praha 1988
9. ČSN EN 29073-1 : Zisťovanie plošnej hmotnosti.
10. ČSN 80 0830 .: Stanovenie pevnosti spoja vrstiev.
11. POLÁKOVÁ, I. :DP Stanovenie relatívnej hodnoty zrážacej síly pojivých vlákien. TU
Liberec 1993

6. PRÍLOHA

Graf 6.1 Závislosť pl.hm. na rýchlosti tanku pre mat. B1



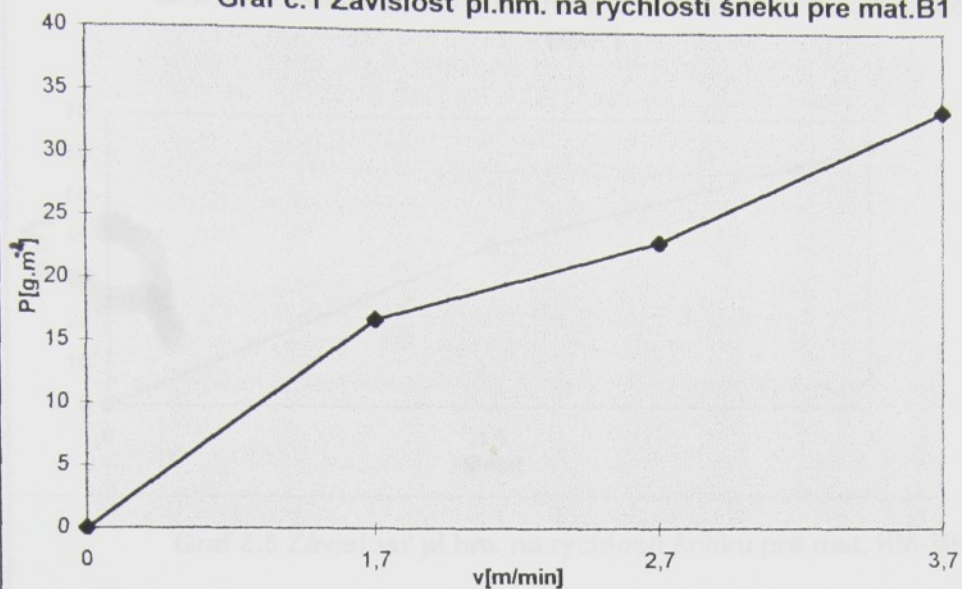
Graf 6.2 Závislosť pl.hm. na rýchlosti tanku pre mat. B402



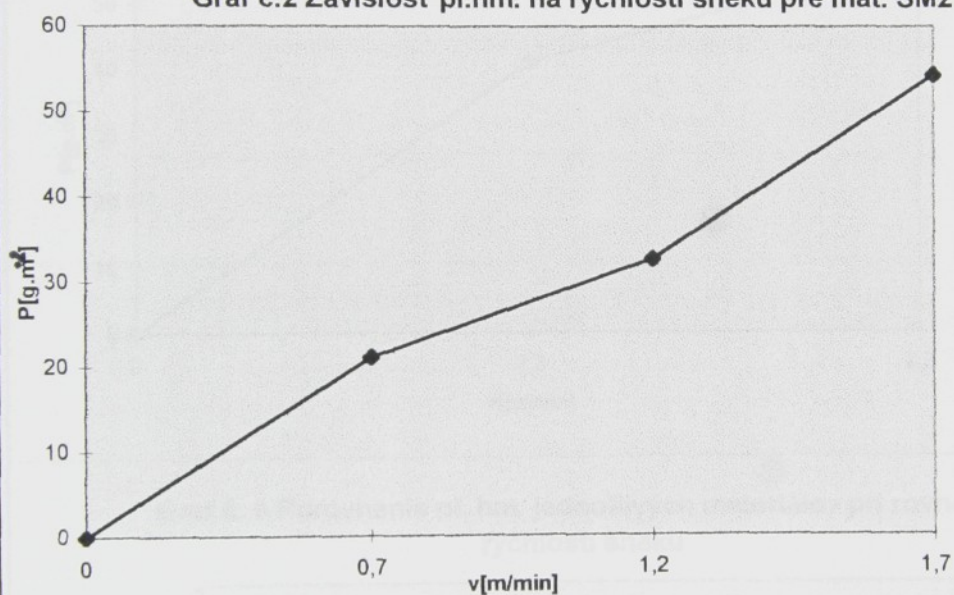
Graf 6.3 Závislosť pl.hm. na rýchlosti tanku pre mat. BHK3



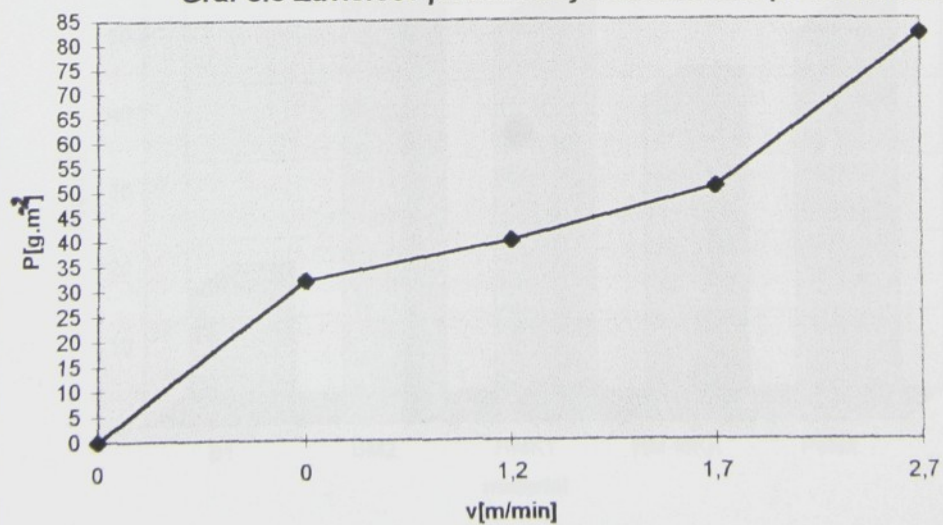
Graf č.1 Závislost' pl.hm. na rychlosti šneku pre mat.B1



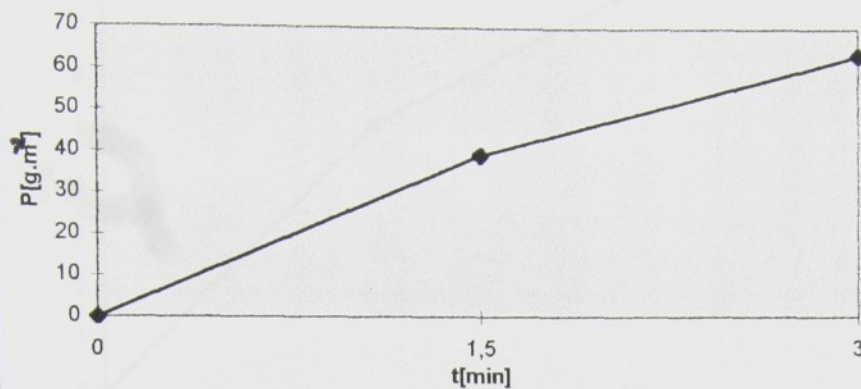
Graf č.2 Závislost' pl.hm. na rychlosti šneku pre mat. ŠM2



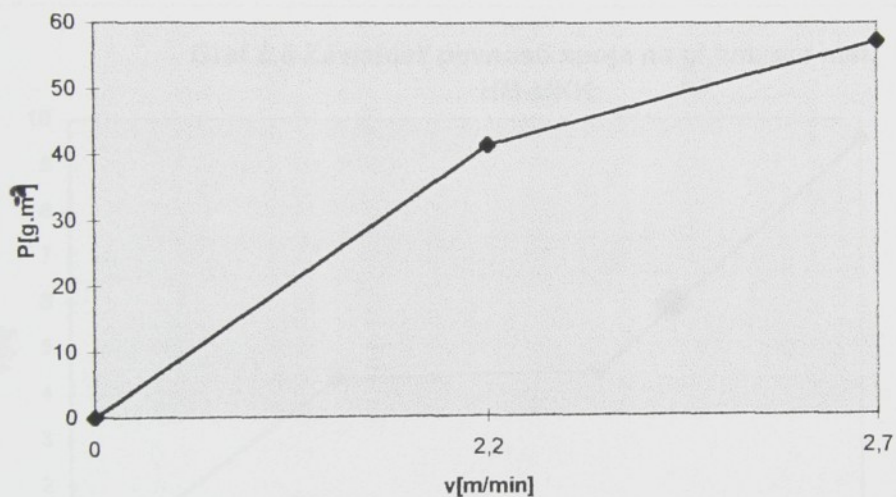
Graf č.3 Závislost' pl.hm. na rychlosti šneku pre mat. HMK1



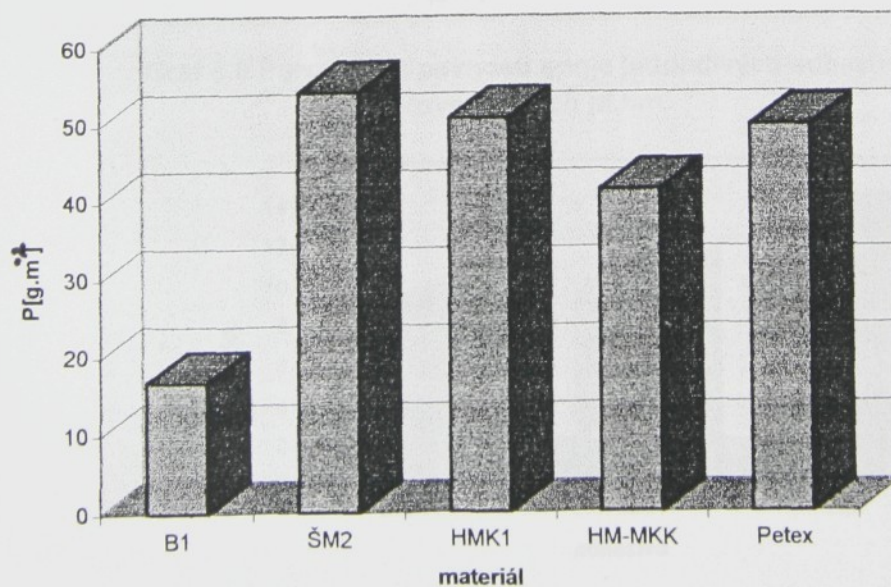
Graf č.4 Závislosť pl.hm. na dobe pracovného cyklu pre materiál HMK1



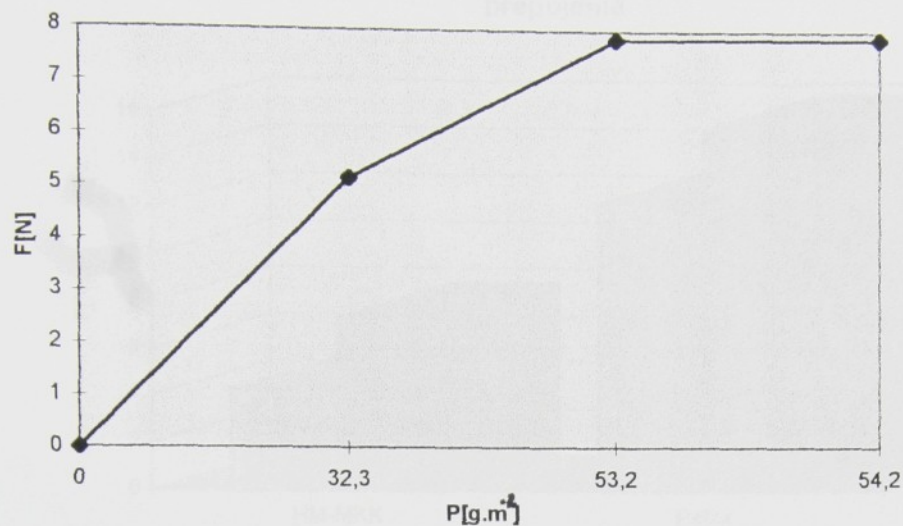
Graf č.5 Závislosť pl.hm. na rýchlosti šneku pre mat. HM-MKK



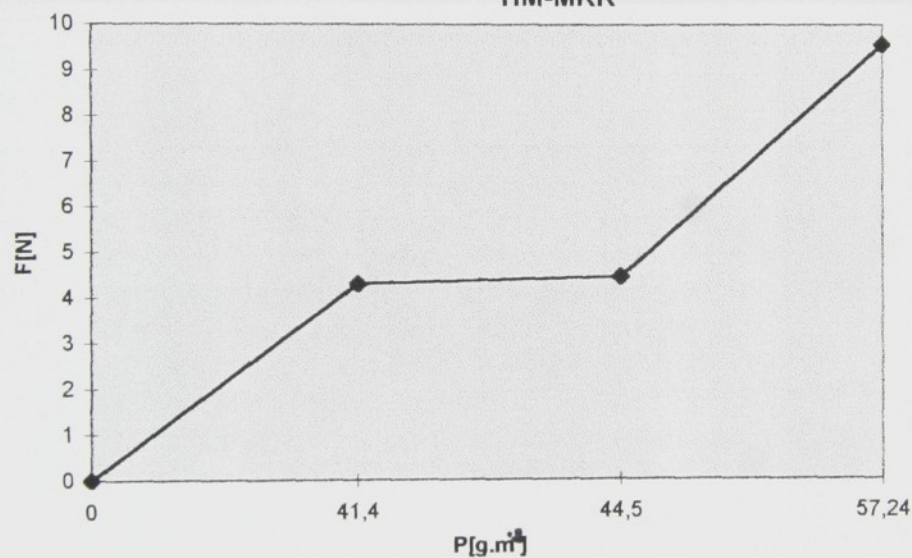
Graf č. 6 Porovnanie pl. hm. jednotlivých materiálov pri rovnakej rýchlosti šneku



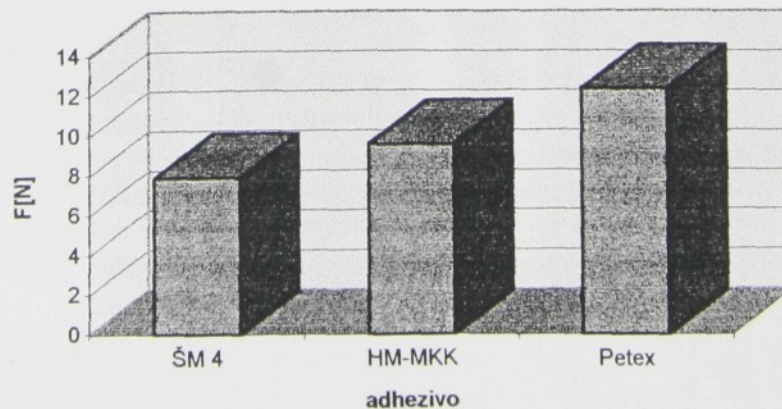
Graf č.7 Závislosť pevnosti spoja na pl.hm. pre mat.ŠM2



Graf č.8 Závislosť pevnosti spoja na pl.hm. pre mat. HM-MKK

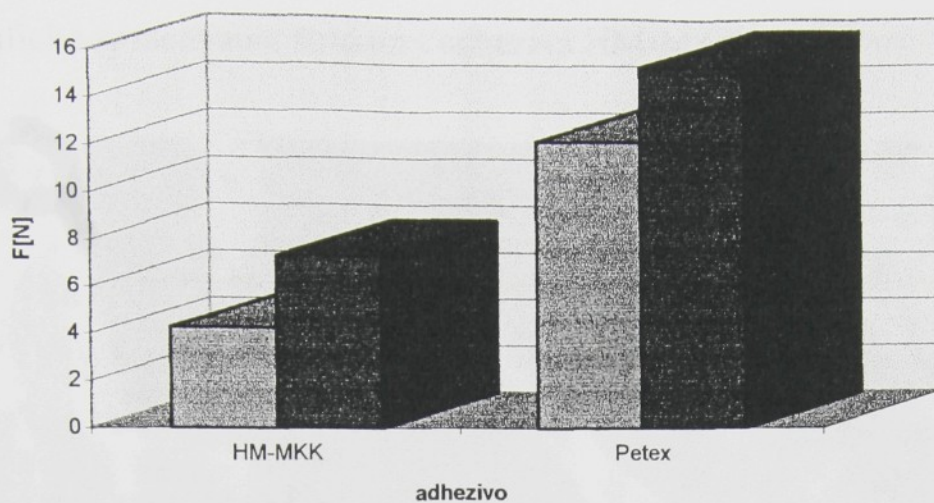


Graf č.9 Porovnanie pevnosti spoja jednotlivých adhezív porovnateľných pl.hm.



Graf č.10 Porovnanie pevnosti spoja pri rôznych spôsoboch prepojenia

20



Fotografické spracovanie štruktúry adheziva HM-MKK , zväčšenie 50x



Fotografické spracovanie štruktúry adhezíva B1 , zväčšenie 50x



Fotografické spracovanie štruktúry adheziva HMK 1, zväčšenie 50x

