TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

VYUŽITÍ PRINCIPU ZAKRUCOVÁNÍ PŘI LAMINACI 3D NETKANÝCH TEXTILIÍ

JITKA BENÁČKOVÁ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

1996

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

OBOR 3126-53

TEXTILNÍ TECHNOLOGIE, OBOR NETKANÉ TEXTILIE

VYUŽITÍ PRINCIPU ZAKRUCOVÁNÍ PŘI LAMINACI 3D NETKANÝCH TEXTILIÍ

JITKA BENÁČKOVÁ

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:	ING. JAROSLAV HANUŠ
POČET STRAN:	43
POČET PŘÍLOH:	2
POČET TABULEK:	52
POČET OBRÁZKŮ:	16
POČET GRAFŮ:	2

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra netkaných textilií Školní rok: 1995-1996

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Jitku B e n á č k o v o u

obor 3126 - 53 Textilní technologie, obor netkaé textilie

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

Název tématu: Využití principu zakrucování při laminaci 3D netkaných textilií

Zásady pro vypracování :

1. Zpracujte rešerši o současně používaných laminačních postupech, popište výhody i nevýhody.

2. Na vybraných vzorcích, laminovaných "zakrucováním", zhodnoťte vliv parametrů zakrucování na soudržnost vzorků.

3. Porovnejte soudržnosti i náklady na laminaci zakrucováním a vybraným klasickým postupem, princip laminace zakrucováním zhodnoťte.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PSČ 461 17

KNT/NT
43s., 13s. příl.

V30/96T

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

1. Hanuš, J., Jirsák, O.: Twist May Produce Nonwovens. In: Textile Technology Forum, Charlotte 1995

2. Jirsák, O., Hanuš, J.: I.N.T. - Laminace [výzkumná zpráva], TUL - KNT, Liberec 1995

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaroslav Hanuš

Konzultant:

Zadání diplomové práce: 30.10.1995

Termín odevzdání diplomové práce: 24.5.1996

Vedoucí katedry

Děkan

Doc. RNDr. Oldřich Jirsák, CSc.

Prof. Ing. Jiří Militký, C

V Liberci dne 30.10.1995

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením konzultanta ing. Jaroslava Hanuše.

Jitka Benáčková

V Liberci dne 24. května 1996

Poděkování

Mé upřímné poděkování patří ing. Jaroslavu Hanušovi za vstřícný přístup, pomoc a odborné vedení při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji Kateřině Kunčíkové za poskytnuté výsledky.

Obsah

Seznam použitých zkratek 2

I. Úvod 3

II. Teoretická část 5
1. Vrstvené textilie 5
1.1. Význam a vlastnosti vrstvených textilií 5
1.2. Komponenty vrstvených textilií 7
1.3. Technika vrstvení 7
2. Vrstvení kolmo kladených textilií 8
2.1. Laminace v jednom výrobním stupni 11
2.2. Laminování ve zvláštní operaci 13
2.2.1. Laminace pojivou textilií 14
2.2.2. Laminace technologií Hot-melt 15
2.2.3. Laminace pomocí samostatné pojivé vrstvy 17
2.2.4. Laminace použitím pojivého prášku 18
3. Vrstvení textilií pro oděvnické, obuvnické apod. účely 21
3.1. Vrstvení textilií pojením 21
3.2. Postup a zařízení pro natavování plamenem 26
4. Laminace zakrucováním 28

III. Experimentální část 30
5. Popis a příprava materiálu k experimentu 30
6. Popis zařízení 33
7. Výroba laminovaných vzorků 35
8. Měření pevnosti soudržnosti vrstev 36
8.1. Vyhodnocení naměřených hodnot 38
9. Porovnání laminace zakrucováním s jinými postupy 39

IV. Závěr 42

V. Seznam použité literatury 43

Příloha č. 1
Příloha č. 2

Seznam použitých zkratek

apod.	a podobně
atd.	a tak dále
č.	číslo
č.m.	číslo měření
d	vzdálenost válců [mm]
F	pevnost soudržnosti vrstev [N]
f	frekvence otáčení vřeten [ot/min]
G	objemová hmotnost [kg/m3]
g	plošná hmotnost [g/m2]
H	hloubka zakrucování [mm]
konst.	konstanta
Ko-PAD	kopolyamid
např.	například
NT	netkané textilie
obr.	obrázek
PAD	polyamid
PE	polyetylen
PES	polyester
POP	polypropylen
prům. hodn.	průměrná hodnota
příp.	případně
PUR	polyuretan
resp.	respektive
směr. odch.	směrodatná odchylka
t	tloušťka vrstvy [mm]
t.j.	to jest
tzv.	tak zvané
var. koef.	variační koeficient
VS	viskóza
3D	trojrozměrné objemné textilie

I. Úvod

Netkané textilie zahrnují širokou škálu výrobků získaných nejrůznějšími technologiemi a odlišující se strukturou.

Textilie jsou patrně prvním uměle vytvořeným materiálem jako reakcí na nepříznivé klimatické podmínky. Šlo pravděpodobně o zpracování plstitelných zvířecích srstí plstěním, tj. současným působením vody, tepla, případně chemikálií a mechanických vlivů. Takto vyrobené textilní útvary byly používány jako přikrývky a ke stavbě obydlí. Tyto postupy dodnes využívají některé stepní národy.

S rozvojem textilní výroby vznikal také problém zpracování technologických odpadů (vzniká jich 10 - 20 % ze vstupní suroviny), které nelze z několika důvodů využít k výrobě nití. Proto se v 19. století začaly zpracovávat odpady novými technologiemi, zejména vpichováním. Tak bylo možno vyrábět textilie s vlastnostmi podobnými vlastnostem plstí.

Snaha pokrýt zvyšující se potřebu plošných textilních útvarů efektivnějšími a levnějšími metodami než je poměrně komplikovaný postup výroby nití s následným pletením nebo tkaním, vedla ve 20. století k rozvoji výroby NT. Byla vypracována řada metod přímé tvorby vlákenných vrstev a jejich zpevňování termicky, mechanicky nebo chemicky.

Současným motivem výroby NT je možnost přípravy materiálu zcela nových vlastností, které nelze realizovat jinými technologiemi. Jde například o filtry, zdravotnické materiály, ochranné oděvy, konstrukční materiály pro stavební, automobilový, letecký a kosmický průmysl, tepelně a hlukově izolační výrobky, oděvní a obuvnické textilie atd. Rozvoj je provázen vývojem specializovaných strojních zařízení a důkladným výzkumem vlastností potřebných pro jednotlivé aplikace.

Nová role textilních materiálů neznamená jen jejich pronikání do jiných odvětví, ale nese s sebou i nové požadavky na jejich vlastnosti a kvalitu. Textilite jako součást mnohdy rozsáhlého a finančně náročného konstrukčního celku se stávají moderními konstrukčními materiály a co do významu jsou srovnatelné s kovy, plasty a kompozity.

Výrobou NT lze získat textilní útvary nejrůznějších vlastností. Někdy jsou požadovány vlastnosti výrobku takové, kterých není možné dosáhnout výrobou jedné vrstvy textilie. Proto se už dlouhou dobu vyrábějí vrstvené neboli laminované textilie. Každá vrstva takové textilie má svoje specifické vlastnosti, jejich kombinací vznikají výrobky požadovaných vlastností.

Ověření využití principu zakrucování při laminaci 3D netkaných textilií je úkolem mojí diplomové práce.

Princip zakrucování je zcela novým způsobem vrstvení textilií. Zjištění soudržnosti vrstev a nákladů na laminaci zakrucováním nám umožní stanovit možnost využití této metody pro vrstvení textilií.

II. Teoretická část

1. Vrstvené textilie

Vrstvené textilie (tzv. sendviče) nejsou v textilním průmyslu novinkou, vyrábějí se již delší dobu. Vrstvené textilie se skládají nejméně ze dvou spolu spojených plošných textilií. Spojení může být mechanické, fyzikální nebo chemickými prostředky.

Mechanicky vyrobené vrstvené textilie vznikají prošíváním nebo vpichováním, resp. projehlováním. Fyzikální metoda spojování je např. způsobena účinky ultrazvuku, kdežto chemické metody spočívají ve spojování plošných textilií adhezivní mezivrstvou na bázi polymerních hmot. Tato mezivrstva může mít spojitý nebo nespojitý charakter a lze ji aplikovat různými způsoby.

Polymerní látky k výrobě vrstvených textilií se všeobecně označují podle své funkce jako pojiva, přičemž se podle použité formy rozeznávají roztoky, disperze a taveniny. Poslední lze aplikovat jako plasty, prášky, fólie (pěnové nebo síťové), rouna nebo natavováním na plošnou textilii. Výroba vlastní vrstvené textilie následuje bezprostředně nebo s časovým odstupem, v tom případě je nutné nové tepelné aktivování [6].

1.1. Význam a vlastnosti vrstvených textilií

První vrstvené textilie se již vyrábějí po mnoho desetiletí. I když se od této doby již jako pojivo nepoužívá přírodní kaučuk, pracuje se ještě dnes stejným principem spojitého celoplošného nánosu pojiva, mají-li se získat vrstvené textilie nepropustné pro plyny a vodu, s vysokou pevností spoje, avšak s poměrně tuhým omakem.

Pro oděvní účely jsou vrstvené výrobky sice méně vhodné, avšak mají i přesto ještě široké pole použití v obuvnickém průmyslu a dále zejména v technických textiliích a ve výrobcích z nich zhotovených.

Mezietapou na cestě k vrstveným textiliím textil - textil představuje vývoj textilií laminovaných pěnou. Laminované textilie se skládají z vrchní textilie (líc) a z rubové strany ve formě fólie z pěnového polyuretanu o tloušťce 2 mm i více. Tyto výrobky mají dnes pevné místo v sortimentu tepelně izolačního a tvarově stálého svrchního ošacení. Velké problémy představuje stále stoupající potřeba oděvních textilií ve spojení se silně prosazovanými speciálními módními hledisky.

Textilie vrstvené pojením mají nejméně dvě spojené plošné textilie, přičemž se převážně vyrábějí vysokoproduktivními postupy tvorby plošných textilií. Moderní spotřebitel očekává od oděvní textilie řadu pozitivních užitných vlastností, hlavně však trvale reprezentativní vzhled, dobrou tvarovou stabilitu, nízkou hmotnost a přitom ovšem i dobré tepelně izolační vlastnosti, dostatečnou prodyšnost (pro vodní páry a vzduch) a snadné udržování (např. praní). Tyto vlastnosti mohou textilie vrstvené pojením vykazovat, jsou-li konstruovány z vhodných plošných textilií s použitím vhodného pojiva.

Podle typu a množství adheziva, vzájemného uložení jednotlivých složek materiálu a použité technologie, mají výrobky různý vzhled, vlastnosti, strukturu. Některé jsou spojené v celém průřezu, jiné pouze místně.

Systémy běžně používané pro vrstvení objemných textilních vrstev jsou omezené tloušťkou vrstev. Vrstvení např. vpichováním, proplétáním atd. vede totiž ke snížení tloušťky původního rouna, ke zvýšení hustoty a tím i k úměrnému zhoršení tepelně izolačních vlastností.

Pro zachování větší tloušťky výrobku jsou výhodnější způsoby založené na pojení vrstev disperzemi pojiv nebo podílem termoplastického pojiva. V těchto případech dochází k lepšímu spojení původních vrstev, avšak za cenu zvýšení nákladů na použité pojivo a vysokou spotřebu energie.

Výrobky spojené termicky mají omezené použití při vyšších teplotách. Po dosažení určité teploty pojivé materiály měknou a přestávají ve výrobku plnit svou původní funkci. Při dalším zvýšení teploty může dojít k degradaci a ve většině případů k uvolňování ekologicky škodlivých látek. Výrobek ztrácí pevnost a soudržnost, mění se jeho struktura i vlastnosti a nemůže dále sloužit původnímu účelu [6].

1.2. Komponenty vstvených textilií

Při výrobě vrstvených textilií je třeba zásadně respektovat skutečnost, že soudržnost vrstev nezávisí jen na použitém pojivu a jeho vlastnostech, nýbrž v první řadě na jeho adhezi k pojeným textilním plochám.

Zbytky preparací, apretury a jiné úpravy (např. hydrofobní úprava) ovlivňují tuto adhezi většinou natolik negativně, že se nedosáhne potřebné soudržnosti. Vzhledem k těmto poznatkům se mají jednotlivé textilní komponenty používat tak, aby se speciální úprava, nutná z hlediska výrobku, prováděla teprve po slepení komponent [6].

1.3. Technika vrstvení

Při výrobě vrstvených textilních útvarů se používají stejná nebo podobná zařízení jako při nánosování. Pro aplikaci pojiv většinou v disperzích se volí princip rakle, řidčeji přenášení válcem.

Oblast použití vrstvícího zařízení sahá od výroby vrstvených textilií s celoplošnou mezivrstvou polymeru až k místnímu pojení ploch s plastickou strukturou povrchu.

Vzhledem k druhu výrobku se na vrstvících zařízeních dají při vhodném vedení procesu vyrábět vrstvené textilie nepropustné pro plyny a vodu, lamináty s pěnou a pojené vrstvené textilie propustné pro plyny a vodu [6].

V dalších kapitolách budou popsány některé principy vrstvení objemných textilních útvarů a vrstvení textilií např. pro obuvnické a oděvní účely, podlahové krytiny, bytové textilie, nábytkářské a potahové textilie.

2. Vrstvení kolmo kladených textilií

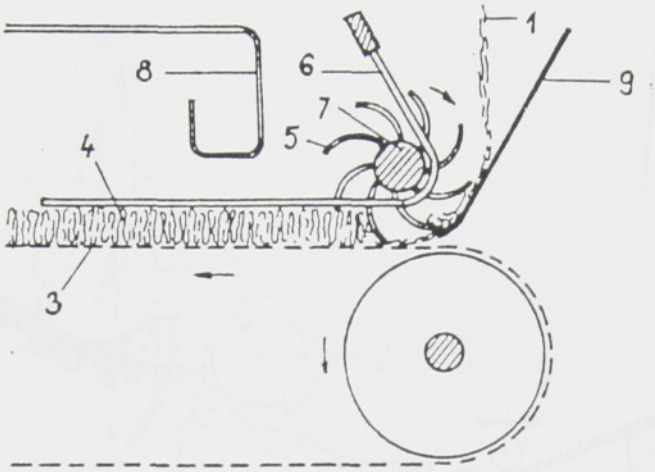
Výroba vlákenných vrstev kolmým kladením pavučiny patří k nejnovějším průmyslově využívaným technologiím v obou NT.

Cílem vývoje této technologie byla snaha připravit vlákenné vrstvy s vyšší odolností vůči stlačení. S tloušťkou textilie souvisí přímo některé její užitné vlastnosti jako je výplňková a měkčící schopnost, tepelně izolační vlastnosti a jiné.

Objemné vlákenné útvary slouží v oděvní výrobě jako výplně sportovních a pracovních oděvů, prošívaných přikrývek, spacích pytlů, v čalounickém průmyslu jako materiály výplňkové, výstuhové, kypřící, ve stavebním průmyslu jako materiály tepelně a zvukově izolační, v automobilovém průmyslu a dále jako geotextilie, případně filtry.

Pro výrobu vlákenným vrstev kolmým kladením byla vyvinuta dvě zařízení, vibrační kolmý kladeč a rotační kolmý kladeč pavučiny. Textilie, vyrobená na těchto zařízení, se nazývá STRUTO. Popíšeme výrobu STRUTA na rotačním kolmém kladeči pavučiny. Vlákenná pavučina je přiváděna k soustavě pracovních kotoučů, jejichž hroty je formována do vlákenné vrstvy tvořené kolmými sklady. Sklady jsou snímány z hrotů soustavou drátů roštu, umístěných mezi jednotlivými pracovními kotouči. Dopravník s vlákennou vrstvou prochází teplovzdušnou pojící komorou, kde je vrstva zpevněna roztavením podílu termoplastických pojivých vláken a jejich přeměnou na pojivo [2].

Obr. 1 - Rotační kolmý kladeč pavučiny

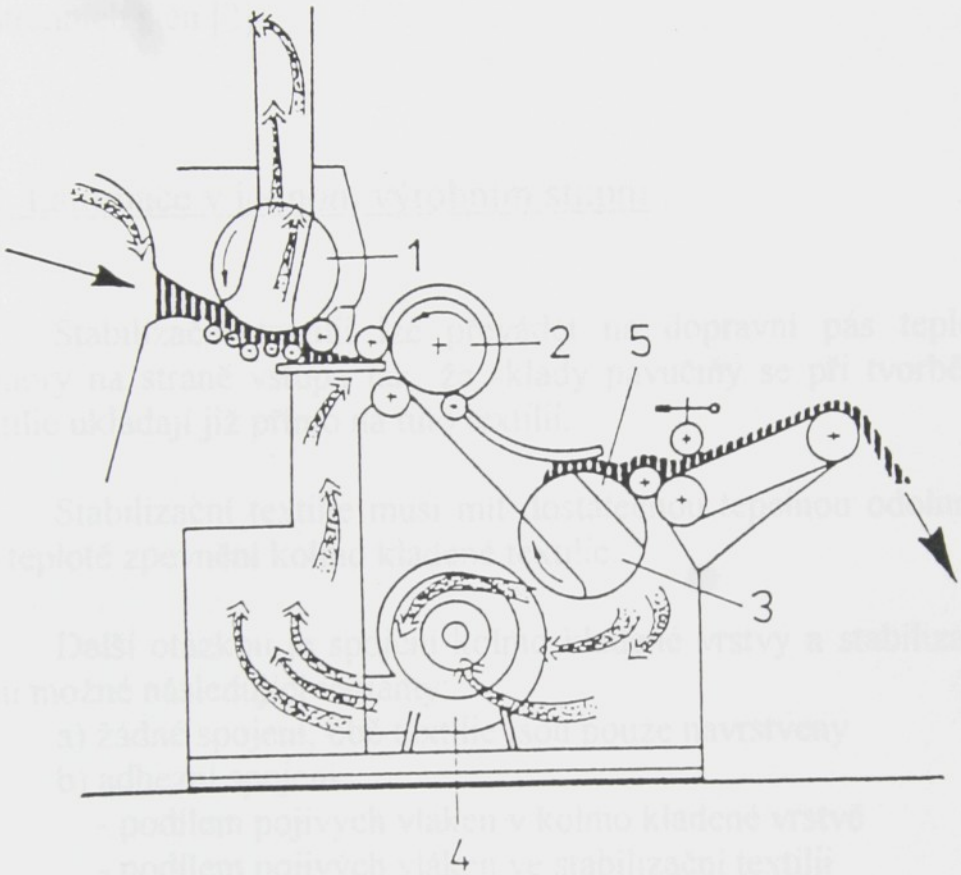


1 - pavučina z mykacího stroje
3 - dopravník pojící komory
4 - kolmo vrstvená vlákenná vrstva
5 - hrot pracovního kotouče
6 - drátový rošt
7 - pracovní kotouč
8 - kryt pojící komory
9 - přiváděcí plech

Aby sklady textilie zachovaly svůj tvar a textilii bylo možno transportovat, aniž by ztratila charakter 3D textilie, laminuje se kolmo kladená vrstva s tzv. stabilizační textilií.

Jiným způsobem výroby 3D textilií je aerodynamická tvorba rouna. Vlákenná surovina se rozvolňuje otáčejícím se škubacím válcem opatřeným pracovním povlakem. Vlákna jsou z tohoto válce snímána kombinovaným účinkem odstředivé síly a přiváděného proudu vzduchu. Tímto proudem jsou unášena a ukládána na pohybujícím se sítovém dopravníku. Příklad zařízení pro aerodynamickou tvorbu rouna je na obr. 2.

Obr. 2 - Zařízení pro aerodynamickou tvorbu rouna



1 - kondenzor pro přívod vlákenného materiálu
2 - škubací válec
3 - kondenzor pro tvorbu vlákenné vrstvy
4 - ventilátor
5 - vlákenná vrstva

Vlákenná vrstva, vzniklá tímto postupem, obsahuje jednotlivá vlákna nahodile orientována. Z toho vyplývá menší rozdíl vlastností rouna v jednotlivých směrech. Při výrobě objemnějších vrstev se vlákna neukládají horizontálně, ale šikmo a tvoří tak typickou vrstevnatou nebo šupinatou strukturu. Mezi výhody patří zejména izotropický charakter výrobku a menší

rozdíly ve vlastnostech v příčném a podélném směru. Technologie umožňuje široký rozsah plošných hmotností a výrobu objemných vrstev. Za nevýhody lze považovat nízký stupeň ojednocení vláken škubacím válcem, možnost zaplétání vláken v proudu vzduchu, nerovnoměrné proudění vzduchu, zvláště v okolí postranních stěn [2]

2.1. Laminace v jednom výrobním stupni

Stabilizační textilii lze převádět na dopravní pás teplovzdušné pojicí komory na straně vstupu tak, že sklady pavučiny se při tvorbě kolmo kladené textilie ukládají již přímo na tuto textilii.

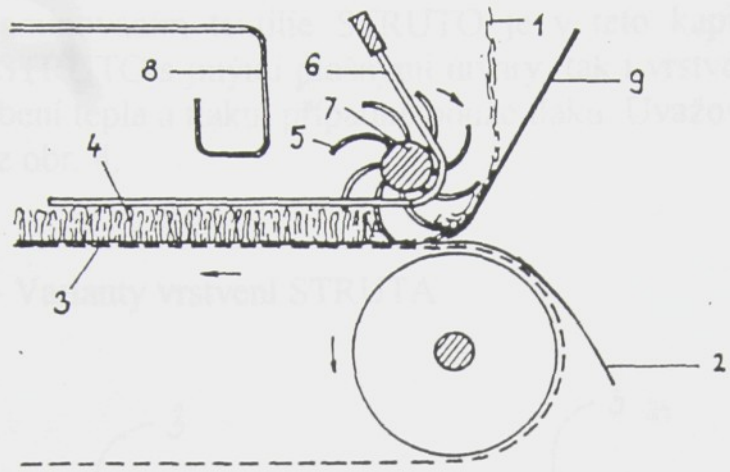
Stabilizační textilie musí mít dostatečnou tepelnou odolnost a soudržnost při teplotě zpevnění kolmo kladené textilie.

Další otázkou je spojení kolmo kladené vrstvy a stabilizační textilie. Zde jsou možné následující varianty:

a) žádné spojení, obě textilie jsou pouze navrstveny
b) adhezní spojení
- podílem pojivých vláken v kolmo kladené vrstvě
- podílem pojivých vláken ve stabilizační textilii
- termoplastickým pojivem jiného typu ve stabilizační textilii
- adhezivem přidaným na povrch stabilizační textilie (natírání adhezivem, nasintrovaný termoplastický prášek, adhezivní ve formě fólie nebo textilie spun-bond, např. Petex Juta).

Výroba kombinované textilie bez adhezního spojení obou vrstev by vedla k výrobku omezeného použití. Proto se používá vhodné podkladové textilie např. Viatex (60/40 VS/POP, zpevněné kalandrem), Petex (PE spun-bond), Ritex (PES, pojivo Sokrat 942 nebo termoplastický Ko-PAD prášek) apod. Pojení vrstev probíhá v teplovzdušné pojicí komoře, obvykle za teploty 170 °C [5].

Obr. 3 - Laminace v jednom výrobním stupni



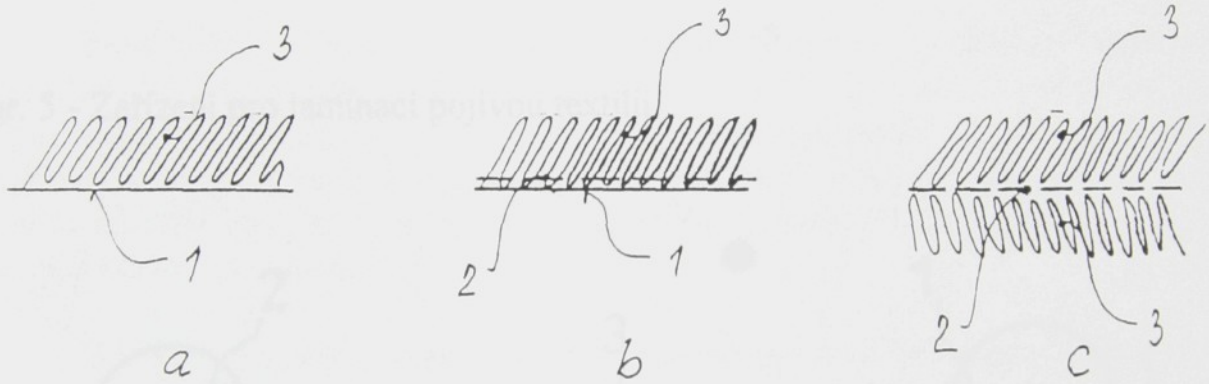
1 - pavučina z mykacího stroje
2 - stabilizační textilie
3 - dopravník pojící komory
4 - kolmo vrstvená vlákenná vrstva
5 - hrot pracovního kotouče
6 - drátový rošt
7 - pracovní kotouč
8 - kryt pojící komory
9 - přiváděcí plech

Tento způsob laminace je rychlý a probíhá zároveň s výrobou kolmo kladené vrstvy. Míra propojení závisí na typu použité stabilizační textilie.

2.2. Laminování ve zvláštní operaci

Laminováním textilie STRUTO je v této kapitole míněno jak vrstvení textilie STRUTO s jinými plošnými útvary, tak i vrstvení dvou textilií STRUTO za působení tepla a tlaku, případně pouze tlaku. Uvažované varianty vrstvení jsou zřejmé z obr. 4.

Obr. 4 - Varianty vrstvení STRUTA



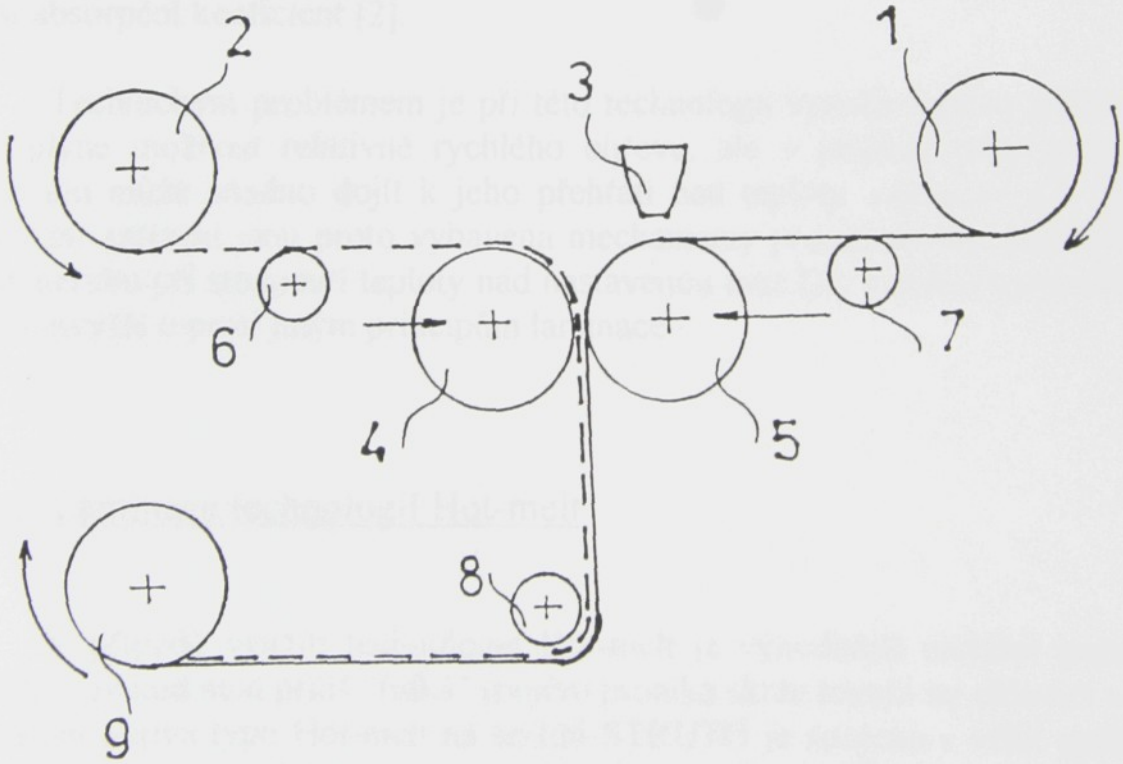
1 - netkaná textilie, tkanina nebo pletenina různých typů
2 - vrstva pojivého materiálu, který je buď:
  2.1. součástí jedné z laminovaných vrstev
  2.2. samostatná vrstva
3 - textilie STRUTO

V případě 2.1. je pojivo buď obsaženo ve vrstvě 1 (směs vláken termoplastických a ostatních) nebo tato vrstva je z něho vyrobena např. vpichované NT z PES, nebo pojivo je naneseno a zafixováno na povrchu jedné z laminovaných textilií, 1, 3. Pojivem může být např. prášek náhodně rozptýlený po povrchu textilie nebo shluky prášku rozmístěné po povrchu textilie v různých vzorech, dále film (vytvořený nánosem pojivé disperze), ať již samolepivý nebo termoplastický, nebo tzv. Hot-melt nanesený na povrch v různých formách (nástřik, film, smyčky nekonečných vláken) samolepivý nebo nelepivý. V případě 2.2. může být jiná vrstva např. pojivá mřížka, pojivá fólie, pojivá NT apod [5].

2.2.1. Laminace pojivou textilií

Charakteristický povrch textilie STRUTO je velmi členitý a fakt, že pro fixaci vertikálních skladů v textilii je užíváno pojivých vláken, která se po zahřátí textilie mají snahu stále srážet a tak měnit tloušťku textilie, vyžadují specifický postup při vlastní laminaci. Aby byl pojivý materiál lépe využit, je v případě 2.1. výhodnější nanášet ho a fixovat na vrstvu 1, nikoli na vrstvu 3, tj. na STRUTO [5]. Laminované materiály je pak výhodné vést do laminovacího zařízení podle obr. 5.

Obr. 5 - Zařízení pro laminaci pojivou textilií



1 - textilie opatřená na povrchu pojivem nebo vyrobená z pojivého materiálu
2 - textilie STRUTO
3 - infra tyče
4,5 - chlazené lisovací válce
6,7,8 - vodiče textilií
9 - výrobek

Textilie opatřená na povrchu pojivem je aktivována infra tyčemi a přiváděna k druhé textilii.

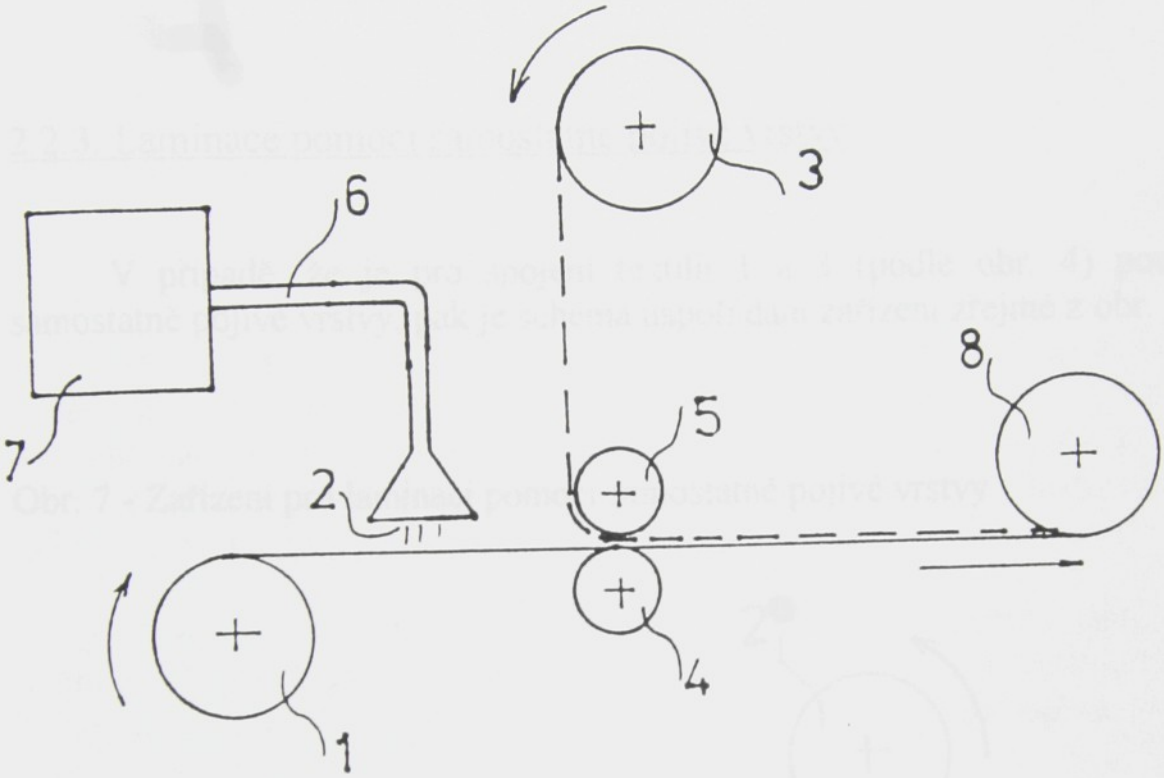
Infra zařiče jsou většinou keramická tělesa elektricky vyhřívaná zabudovanými odporovými dráty na teplotu 550 - 950 °C. Část záření se mění na teplo a odpařuje kapalinu z vrstvy nebo taví termoplastický podíl obsažený ve vlákenné vrstvě a přeměňuje jej na pojivo. Dosažená teplota vrstvy je tím vyšší, čím je nižší rychlost materiálu, větší rozměr zářiče, menší vzdálenost od zářiče a větší absorpční koeficient [2].

Technickým problémem je při této technologii vysoká teplota zářiče. Z ní sice plyne možnost relativně rychlého ohřevu, ale v případě poruchy posunu materiálu může snadno dojít k jeho přehřátí nad teplotu vzplanutí a k požáru. Provozní zařízení jsou proto vybavena mechanismy pro okamžité oddálení těles od materiálu při stoupnutí teploty nad nastavenou mez [2]. Kvalita spojení textilií není nejvyšší o proti jiným principům laminace.

2.2.2. Laminace technologií Hot-melt

V případě využití technologie Hot-melt je výhodnější nanášet pojivo na textilii 1, pokud není příliš "řídká" (pojivo proniká skrze textilii na chladící válec). Nanášení pojiva typu Hot-melt na textilii STRUTO je spojeno s větší spotřebou pojiva, ale dobré soudržnosti vrstev se dosahuje i při malých nánosech adheziva [5]. Schéma zařízení je zřejmé z obr. 6.

Obr. 6 - Laminování nástřikem taveniny - Hot-melt



1 - textilie bez pojivé vrstvy
2 - nanášení pojiva Hot-melt
3 - textilie STRUTO
4,5 - přítlačné válečky
6 - vytápěná hadice
7 - tank pro taveninu
8 - výrobek

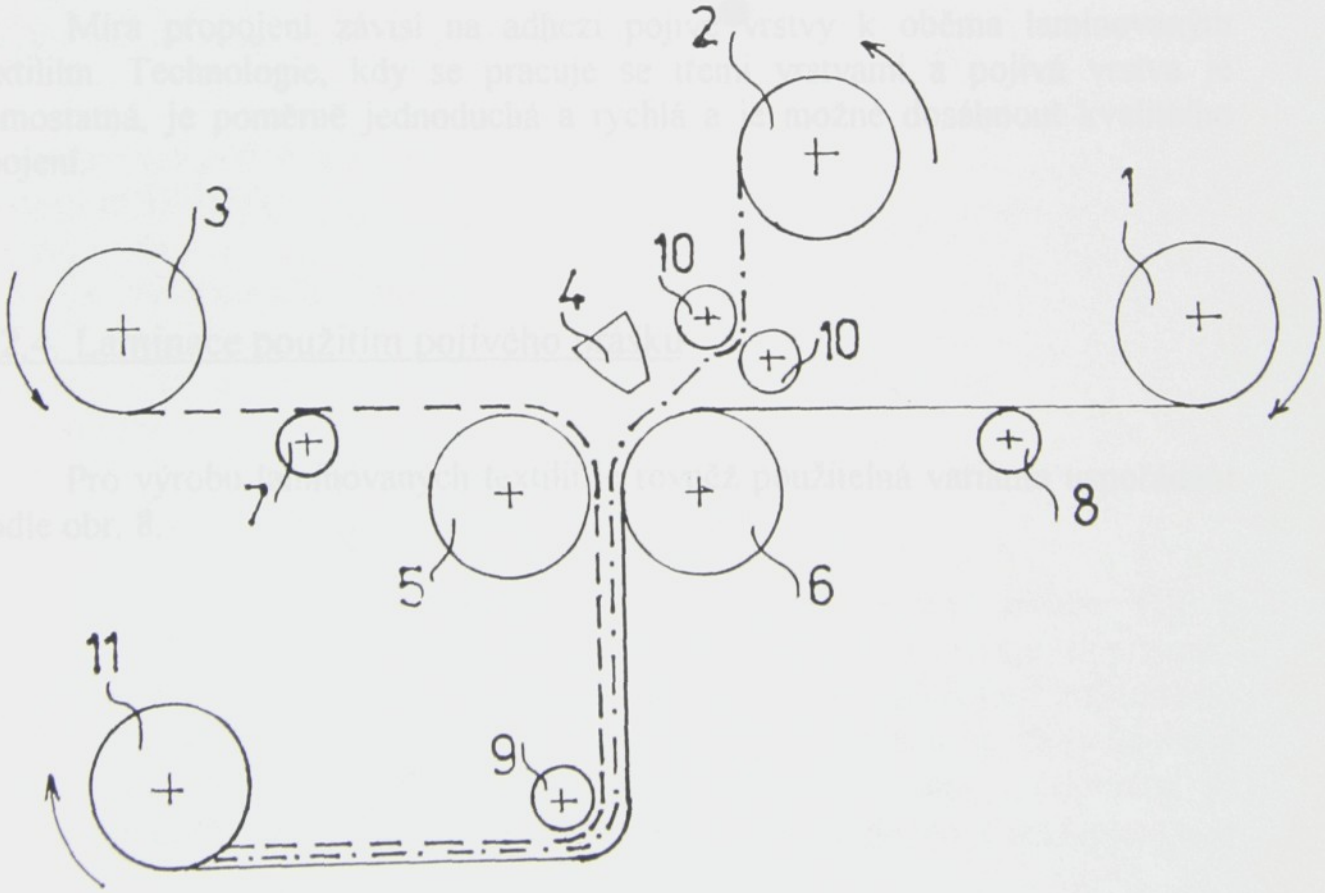
Univerzální zařízení se skládá z tanku pro ohřev taveniny, vytápěné hadice a trysky pro nástřik taveniny. Technologie laminace pro použití taveniny vyžaduje krátké časy pro vlastní operaci spojení vrstev (jsou dány tzv. časem otevření pojiva, který je funkcí typu pojiva, velikostí nastříknuté kapky nebo vlákna a teploty taveniny). Z toho plynou vysoké rychlosti laminace. Lze však nanášet i taveninu samolepicí, pak rychlost pojení vrstev není omezena, postup laminování může být v tomto případě rozdělen na dva kroky - nanášení pojiva a vrstvení.

Časový interval mezi těmito operacemi může být mnohem delší než v případě použití běžného typu pojiva Hot-melt. Obvykle se používají tavná lepidla na bázi kopolyamidů, kopolyesterů, polyetylenu, etylen - vinylacetátů apod [5].

2.2.3. Laminace pomocí samostatné pojivé vrstvy

V případě, že je pro spojení textilií 1 a 3 (podle obr. 4) používáno samostatně pojivé vrstvy, pak je schéma uspořádání zařízení zřejmé z obr. 7 [5].

Obr. 7 - Zařízení pro laminaci pomocí samostatné pojivé vrstvy



1 - textilie
2 - pojivá vrstva
3 - textilie STRUTO
4 - infra tyče
5, 6 - chlazené lisovací válce
7, 8, 9 - vodící tyče
10 - odtahovací válce
11 - výrobek

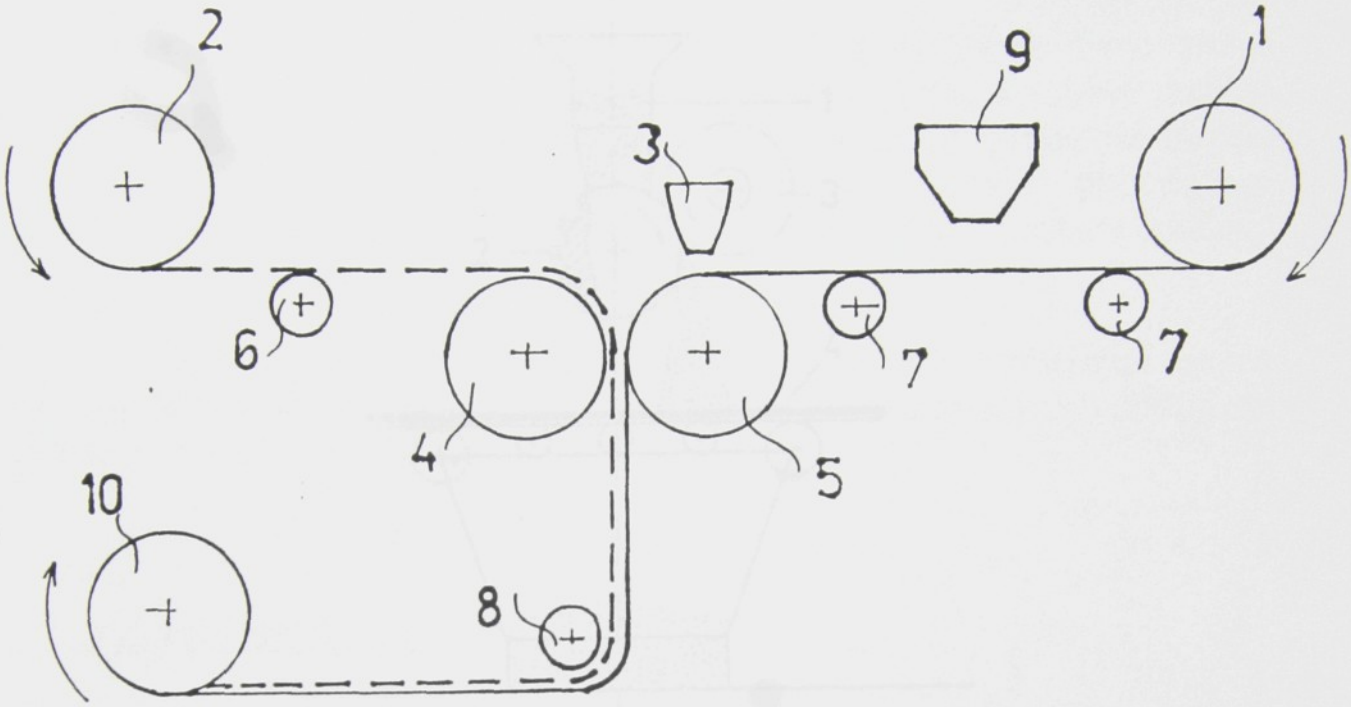
Pojivá vrstva se aktivuje infra tyčemi a ke spojení vrstev dochází lisováním mezi válci. Přítlačné síly mezi lisovacími válci nesmí být vysoké, aby nedocházelo k hrnutí textilie STRUTO, které vede k trvalé deformaci textilie. Ohřev pojené vrstvy i chlazení laminátu by mělo být rychlé, jinak dochází k deformaci vrstev i výrobku (srážení).

Míra propojení závisí na adhezi pojivé vrstvy k oběma laminovaným textiliím. Technologie, kdy se pracuje se třemi vrstvami a pojivá vrstva je samostatná, je poměrně jednoduchá a rychlá a je možné dosáhnout kvalitního spojení.

2.2.4. Laminace použitím pojivého prášku

Pro výrobu laminovaných textilií je rovněž použitelná varianta uspořádání podle obr. 8.

Obr. 8 - Laminace pomocí pojivého prášku

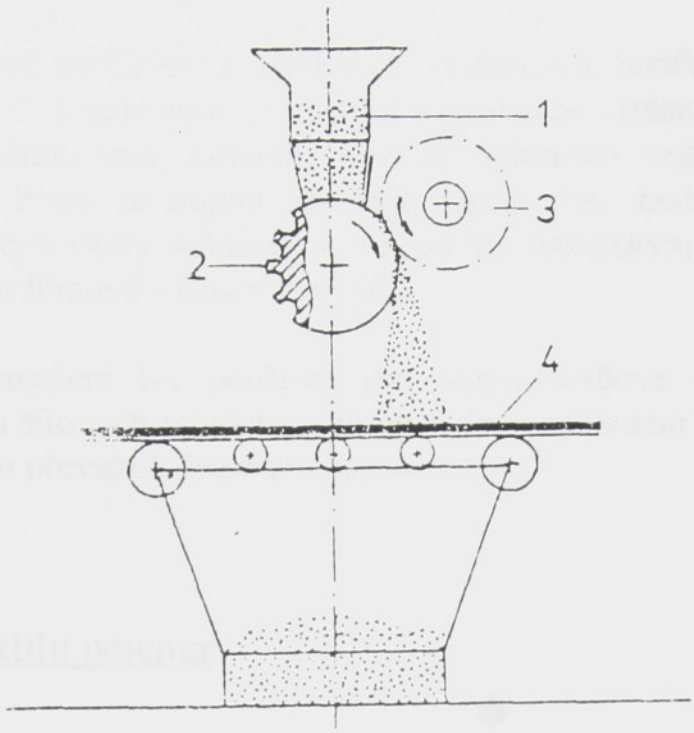


1 - textilie bez pojivé vrstvy
2 - textilie STRUTO
3 - infra tyče
4, 5 - lisovací a chladící válce
6, 7, 8 - vodící tyče
9 - práškovací zařízení
10 - výrobek

Uspořádání podle obr. 8 je vhodné pouze pro "husté" textilie. Pojivý prášek totiž propadá touto textilií, ztrácí účinnost a znečišťuje dopravník. Zařízení není vhodné pro vrstvení dvou textilií STRUTO. Prášek totiž zapadne do členitého povrchu textilie a pojení se neúčastní [5]. Prášek se aktivuje infra tyčemi. Prášky mají obvykle rozměr zrn mezi 0,1 - 0,5 mm a připravují se nejčastěji mechanickým drcením granulátu ve speciálních mlýnech při teplotě pod Tg [2].

Prášky se dávkují na povrch textilie zařízení podle obr. 9.

Obr. 9 - Práškovací zařízení



1 - zásobník
2 - drážkový vynášecí válec
3 - stěrací kartáč
4 - textilie

Zařízení se sestává z násypky dosedající na rastrovaný válec nebo na válec opatřený na povrchu šroubovicovou vynášecí drážkou. K válci je přisazen rotující kartáč, který z jeho povrchu uvolňuje ulpělá zrnka, prášek dopadá na textilii vlivem gravitace. Bodový nános prášku se realizuje hrubě perforovanou rotační šablonou se stěrkou [2].

Textilie laminované termoplastickým práškem jsou charakteristické nízkou kvalitou spoje, z hlediska ekonomického jde patrně o nejlevnější zařízení z výše uvedených.

3. Vrstvení textilií pro oděvní, obuvnické a podobné účely

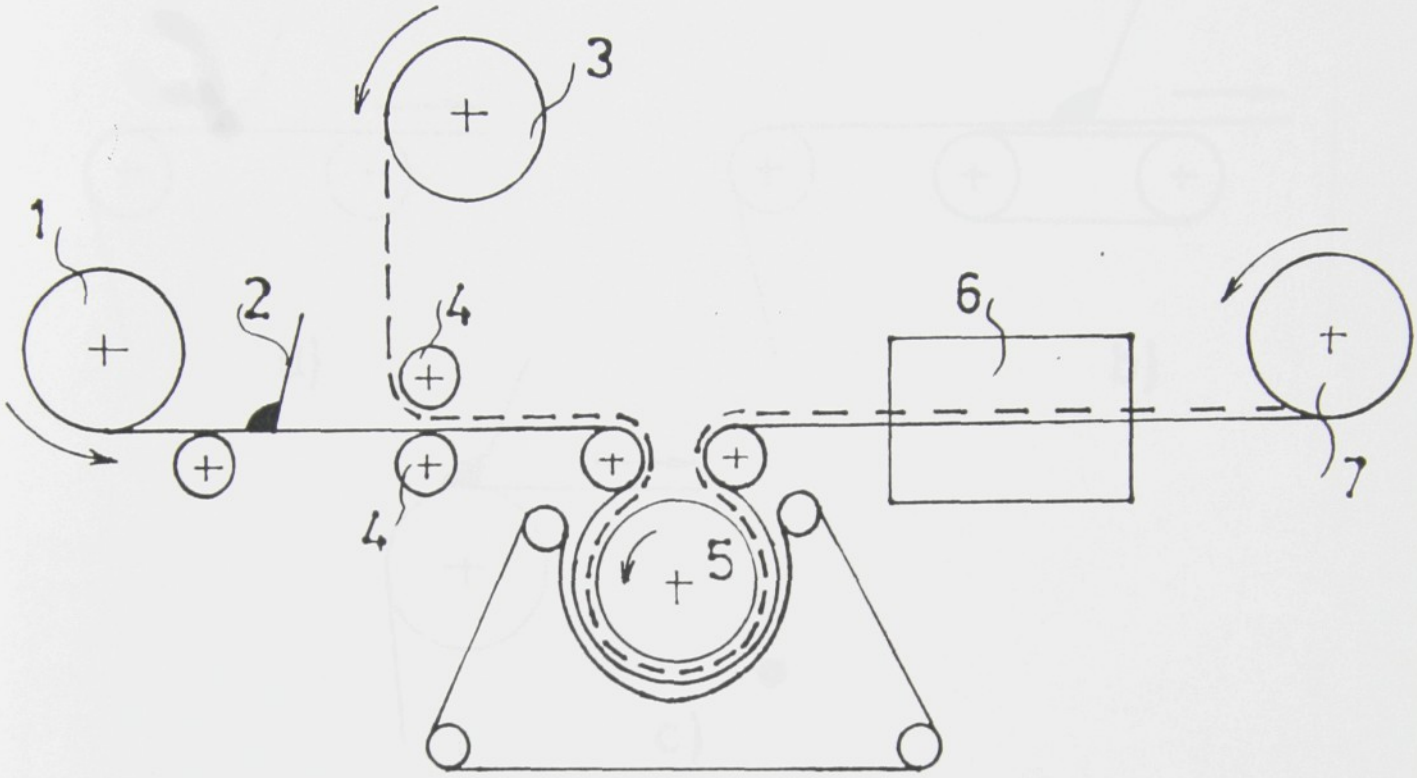
Pro dosažení měkkých a ohebných vrstvených textilií je nutno kromě vhodných textilních komponent (optimální konstrukce vrchní a rubové textilie) použít vhodná nánosovací zařízení, aby se zabránilo celoplošnému slepení textilních vrstev. Proto se pojiva nánosují místně (tzv. bodově), při čemž se používají nejrůznější vzory aplikované obvyklými tiskařskými postupy (válcový hlubotisk a rotační filmový - sítový tisk) [6].

Válcové nanášení lze používat pro rozpouštědlové i disperzní pojivé systémy, kdežto u sítových rotačních šablon volíme vzhledem k jejich obtížnému čištění při provozu převážně disperzní pojiva.

3.1. Vrstvení textilií pojením

Spojování vrstev pojením je jednou z nejdůležitějších alternativ pro výrobu vrstvených textilií, přičemž je nutno nánosovací techniku a vedení procesu považovat za nejobtížnější a nejkomplikovanější ze všech technologií. Příliš hluboké proniknutí nebo prorážení nanášeného pojiva na druhou stranu vede nevyhnutelně ke ztvrdnutí omaku při nedostatečné soudržnosti [6].

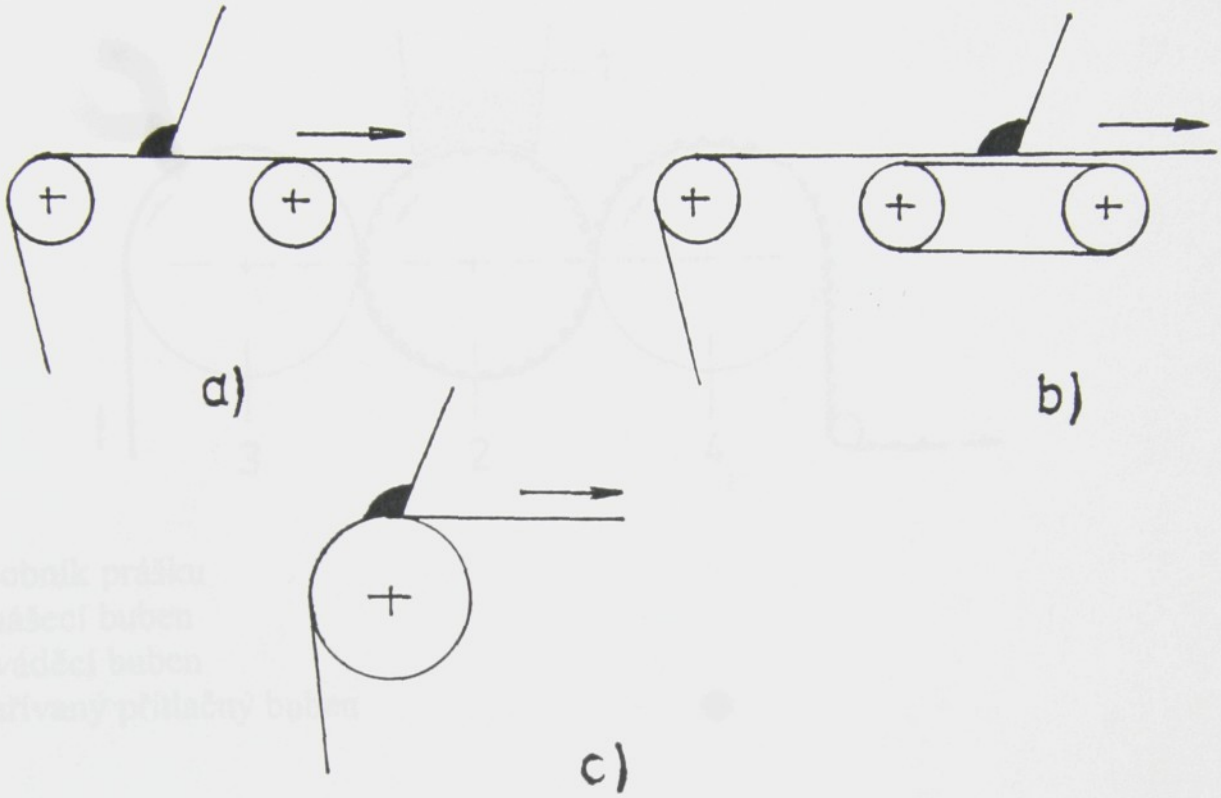
Obr. 10 - Vrstvení textilií nánosem pojiva



1 - odvíjení 1. textilie
2 - ústrojí pro nánosování pojiva
3 - odvíjení 2. textilie
4 - přítlačné válečky
5 - sušící buben
6 - sušící a fixační kanál
7 - navíjení vrstvené textilie

Pro nánosování pojiva na textilii se používají podle typu, množství a rozložení pojiva různá zařízení. Na obr. 11 jsou znázorněny různé typy raklí, kterými se nanášejí zahuštěné disperze, pěny a pasty.

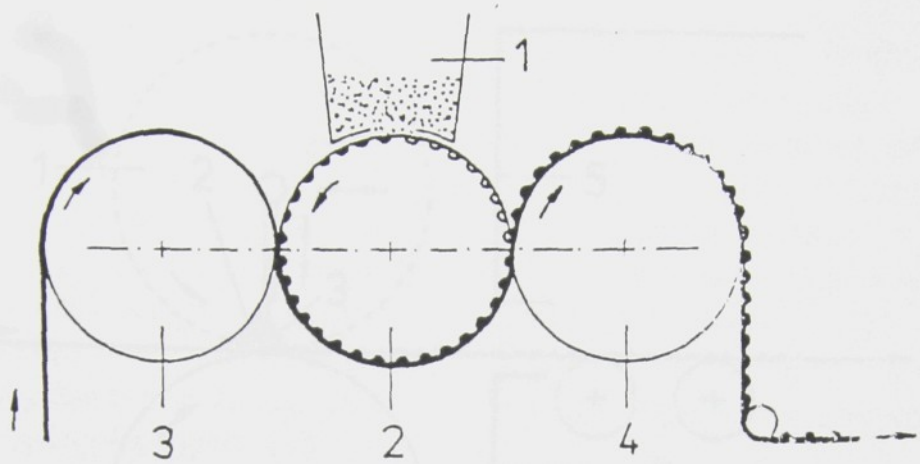
Obr. 11 - Uspořádání raklí při nánosu



a) vzdušná rakle
b) rakle podepřená pásem
c) rakle podepřená válcem (pro těžké nánosy)

Pro nánosování termoplatického prášku se používá zařízení na obr. 9 pro celoplošný nános nebo zařízení pro bodový nános na obr. 12.

Obr. 12 - Zařízení pro bodový nános prášku

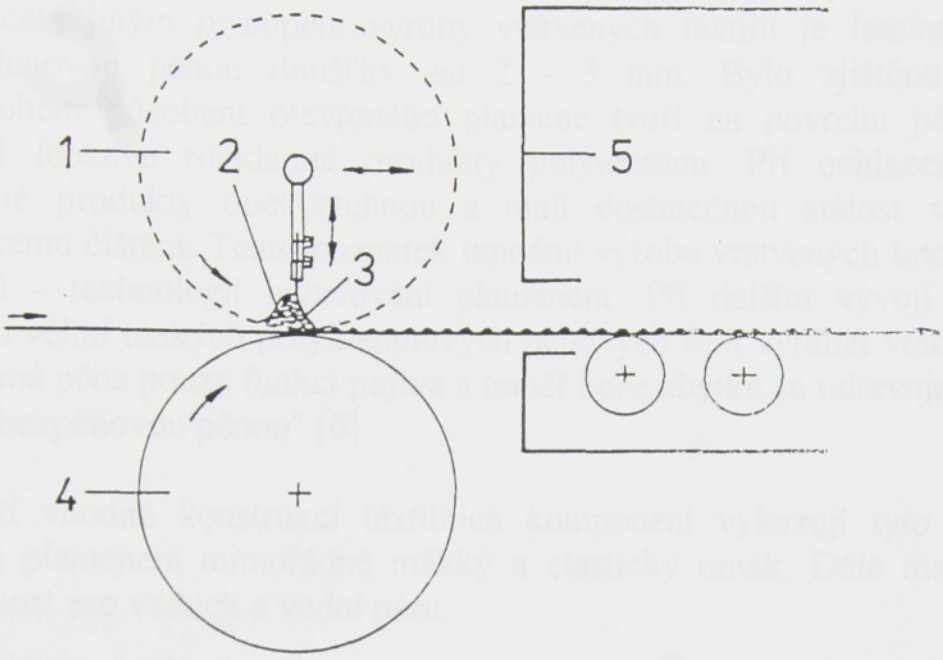


1 - zásobník prášku
2 - vynášecí buben
3 - přiváděcí buben
4 - vyhřívaný přítlačný buben

Tento postup soustřeďuje adhezivum do jednotlivých pojicích míst, ve kterých dochází k intenzivnějšímu propojení ve srovnání s celoplošným nánosem. Zmenšuje se tak spotřeba prášku (12 - 18 g/m2 místo 18 - 25 g/m² při celoplošném nánosu) a zlepšuje se prodyšnost a ohebnost vrstveného útvaru [2].

Podobného výsledku lze dosáhnout využitím rotačních šablon používaných k bodovému nánosování prášku, past nebo tavenin polymerů. Hustota pojicích míst je dána typem perforace šablony a udává se v mesh, tj. počet míst připadajících na diagonálu čtverce o straně 1 palec [2]. Zařízení je znázorněno na obr. 13.

Obr. 13 - Rotační šablona pro bodové nánosování



1 - rotační šablona
2 - pojivo
3 - rakle
4 - podpěrný válec
5 - ohřevná komora

Tavná lepidla na bázi kopolyamidů, kopolyesterů, polyetylenu apod. lze za vyšší teploty stříkat na substrát pomocí speciálně vyvinutých tavících zařízení. Postřik taveninou polymeru (Hot-melt) je znázorněno na obr. 6. Výhodou tohoto způsobu vrstvení je využití vysoce adhezivních hmot a jejich rovnoměrné rozložení v ploše textilie. Dobrých spojení se dosahuje již při malých nánosech adheziva. (4 - 6 g/m^2).

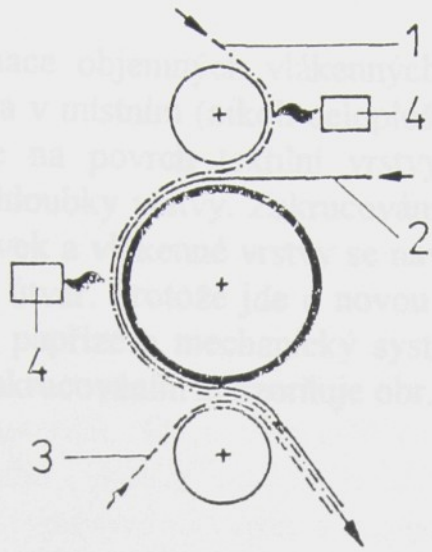
3.2. Postup a zařízení pro natavování plamenem

Zcela jiným postupem výroby vrstvených textilií je laminace textilií s polyuretanovou pěnou tloušťky asi 2 - 3 mm. Bylo zjištěno, že se při krátkodobém působení otevřeného plamene tvoří na povrchu pěnové hmoty viskózní lepkavé rozkladné produkty polyuretanu. Při ochlazení roztavené rozkladné produkty opět ztuhnou a mají dostatečnou stálost vůči praní a chemickému čištění. Tento poznatek umožnil výrobu vrstvených textilií - nejprve laminátů - technologií natavování plamenem. Při dalším vývoji se podařilo použitím velmi tenkých polyuretanových pěnových fólií vyrábět vrstvené textilie, u nichž má pěna pouze funkci pojiva a téměř beze zbytku se odtavuje. Mluvíme o pojení "bezpěnovou pěnou" [6].

Při vhodné konstrukci textilních komponent vykazují tyto tzv. textilie vrstvené plamenem mimořádně měkký a elastický omak. Dále mají vynikající propustnost pro vzduch a vodní páru.

K laminování polyuretanové pěny s pleteninami, příp. tkaninami, se většinou používá natavování pomocí přímého plamene plynového hořáku. Při teplotě asi 250 - 290 °C se povrchová vrstva PUR pěny taví a zůstává i po oddálení z místa plamene tvárná a lepivá. Přivedením textilie se pomocí přítlaku oba útvary pevně spojí. Tohoto principu je využito při různém uspořádání strojního zařízení. Jeden z nich znázorňuje obr. 14. Při laminování může být vrstva pěny na straně lícní, rubové nebo uprostřed [2].

Obr. 14 - Spojování vrstev plamenem



1 - polyuretanová pěna
2, 3 - vlákenné vrstvy
4 - plynové hořáky

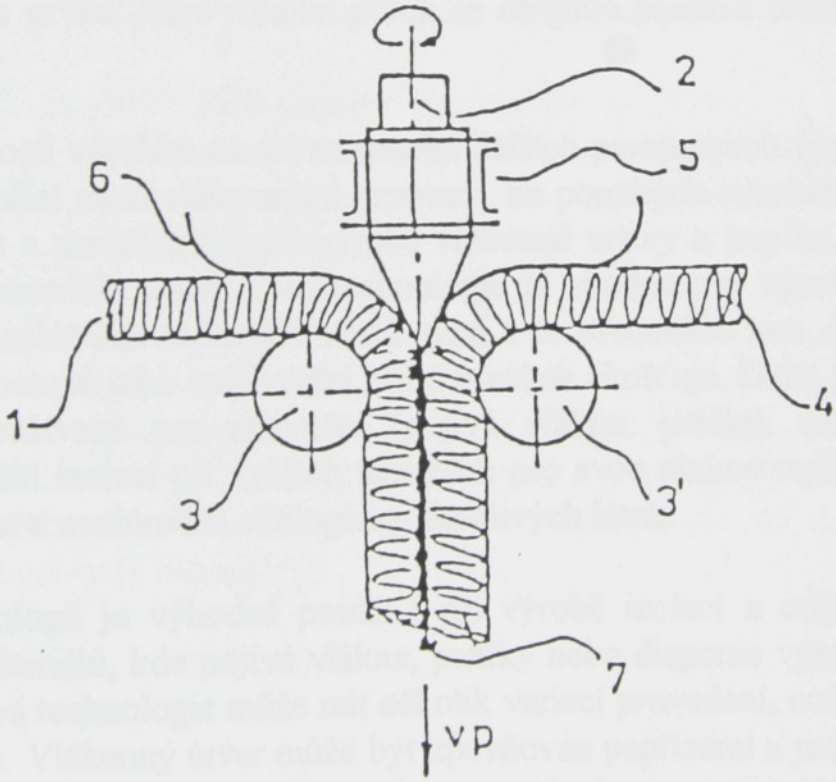
Zařízení ale musí být důkladně protipožárně zabezpečeno pro případ zastavení posuvu materiálu. K laminování s PUR pěnou je možné použít všechny druhy plošných textilií. Jejich výběr se řídí požadavky na laminované textilie. Smyslem laminace pro oděvní účely je získat materiál o výborných tepelně izolačních vlastnostech, velmi lehký a s vyhovujícími mechanickými vlastnosti. K dalším typickým vlastnostem patří nízká objemová hmotnost, tvarová stálost, nemačkavost, dobrá propustnost vody a vodní páry, špatná splývavost apod [1].

Základním požadavkem na textilie určených k laminaci je minimální srážlivost. Nejdůležitější vlastností polyuretanových pěn pro aplikaci jsou jejich dobrá chemická odolnost i odolnost vůči oxidaci a stárnutí. V roztaveném stavu mají polyuretany dobrou adhezi k různým materiálům jako kovům, sklu, dřevu, kůži, textiliím. Lepivost vzrůstá s objemovou hmotností.

4. Laminace zakrucováním

Princip laminace objemných vlákenných útvarů zakrucováním je velmi jednoduchý. Spočívá v místním (nikoli celoplošném) zakrucování konců vláken, které povytahujeme na povrch textilní vrstvy. Opačné konce povytažených vláken zasahují do hloubky vrstvy. Zakrucování se provádí speciálním rotujícím prvkem. Rotující prvek a vlákenné vrstvy se navzájem pohybují a pod rotujícími prvky vzniká vazný útvar. Protože jde o novou textilní vlákennou strukturu, byl vazný útvar nazván papříze a mechanický systém byl nazván ROTIS. Schéma principu laminace zakrucováním znázorňuje obr. 15.

Obr. 15 - Schéma principu laminace zakrucováním



1,4 - vlákenné vrstvy
2 - rotující prvek
3 - přítlačné válce
5 -.uchycení kroutícího elementu
6 - vodící prvky
7 - papříze
vp - výstupní rychlost

Obě vlákenné vrstvy jsou přiváděny mezi přítlačné válce, kde dochází k velkému zhuštění materiálu. Do tohoto zhuštěného materiálu je zabořen rotující prvek, který povytahuje konce vláken z obou povrchů vlákenných vrstev a zakrucuje je do tzv. papříze. Tvorba a pevnost papříze závisí především na parametrech výroby jako jsou frekvence otáčení rotujících prvků (vřeten) f, hloubka zakrucování H (znázorněno na obr. 16), přiváděcí rychlost materiálu a typ rotujícího prvku. Jako rotující prvek se obvykle používá brousek, případně štětka [4].

Vlastnosti výrobku závisí na mnoha dalších parametrech výroby, např. na rozložení papřízí mezi vlákennými vrstvami, na použitých výrobních postupech, technologiích a parametrech při výrobě vlákenné vrstvy a papřízí, na použitém vlákenném materiálu apod. Tato technologie je vhodná pro výrobu vrstvených vlákenných izolačních materiálů všech typů a to především tam, kde používání klasických postupů jako vpichování příliš výrobek zhušťuje. Další použití je, kde materiály používané pro zpevnění (pojivá vlákna, prášky, disperze apod.) omezují použití izolací při vyšších teplotách pro svou nízkou teplotu měknutí a tání, hořlavost a uvolňování ekologicky škodlivých látek.

Technologii je výhodné použít i při výrobě izolací z odpadních, méně kvalitních materiálů, kde pojivá vlákna, prášky nebo disperze výrobek zbytečně zdražují. Nová technologie může mít několik variací provedení, což přináší různé typy výrobků. Vlákenný útvar může být zpevňován papřízemi z jedné nebo obou stran, dvě vrstvy mohou být vrstveny, pro zvýšení pevnosti může být materiál armován přízemi, dráty, mřížkami, sítěmi apod [3].

III. Experimentální část

5. Popis a příprava materiálu k experimentu

Mým úkolem bylo zjistit vliv parametru zakrucování na soudržnost vzorků.

Pro experiment jsem měla k dispozici dva materiály, které se lišily především tloušťkou vrstev.

Materiál A: 100% PES jemnosti 1,7dtex a délky 36mm
vlákenná vrstva vytvořená kolmým kladením a z obou stran zpevněna pletenou mřížkou mechanickým systémem ROTIS
100% PES firmy TYLEX typ 9048

Materiál B: 100% PES jemnosti 1,7dtex a délky 36mm
vlákenná vrrva vytvořená kolmým kladením a z obou stran zpevněna mřížkou mechanickým systémem ROTIS
100%POP firmy CONWED typ ON 5080

Z materiálů jsem vystříhala vzorky velikosti 30 x 50cm, na kterých jsem zjistila plošnou hmotnost, tloušťku a vypočítala objemovou hmotnost vzorku. Plošnou hmotnost jsem zjistila tak, že jsem vzorek 30 x 50cm zvážila a vypočítala hmotnost 1m². Tloušťku vzorku jsem zjistila tak, že jsem navrstvila pět vrstev na sebe, zatížila destičkou a odečetla celkovou tloušťku vrstev. Z toho jsem určila tloušťku jedné vrstvy. — zatížila jak?

Ze zjištěných hodnot (plošné hmotnosti a tloušťky), jsem vypočítala objemovou hmotnost podle vztahu

$$G = g/t$$

Byl musí rozmazané kahuyz nebo vlákna? Když vlákna tak proč?

kde G je objemová hmotnost [kg/m³]
g je plošná hmotnost [kg/m²]
t je tloušťka [m]

Hodnoty g a t je nutné převést na základní jednotky.

Pro materiál A jsem zjistila tyto průměrné hodnoty:

$g = 243{,}333$ g/m²

$t = 12{,}767$ mm

$G = 19{,}06$ kg/m³

Pro materiál B:

$g = 410{,}00$ g/m²

$t = 26{,}1$ mm

$G = 15{,}71$ kg/m³

Všechny naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách č. 1 - 4.

Tabulka č. 1

Plošná hmotnost - materiál A

č.m.	hmotnost vzorku 30 x 50cm [g]	g [g/m²]
1	34	226,67
2	39	260
3	36	240
4	35	233,33
5	38	253,33
6	35	233,33
7	35	233,33
8	43	286,67
9	36	240
10	34	226,67
prům. hodn.	36,5	243,333
směr. odch.	2,79	18,659
var. koef. [%]	7,67	7,67

Tabulka č. 2
Tloušťka materiálu A

č.m.	tloušťka pěti vrstev [mm]	*t* [mm]
1	63	12,6
2	64	12,8
3	63	12,6
4	64	12,8
5	64	12,8
6	65	13,0
prům. hodn.	63,8	12,767
směr. odch.	0,753	0,151
var. koef. [%]	1,18	1,18

Tabulka č. 3
Plošná hmotnost - materiál B

č.m.	hmotnost vzorku 30 x 50cm [g]	*g* [g/m²]
1	68	453,333
2	61	406,667
3	58	386,667
4	61	406,667
5	64	426,667
6	63	420
7	61	406,667
8	60	400
9	61	406,667
10	58	386,667
prům. hodn.	61,5	410,00
směr. odch.	2,953	19,689
var. koef [%]	4,8	4,8

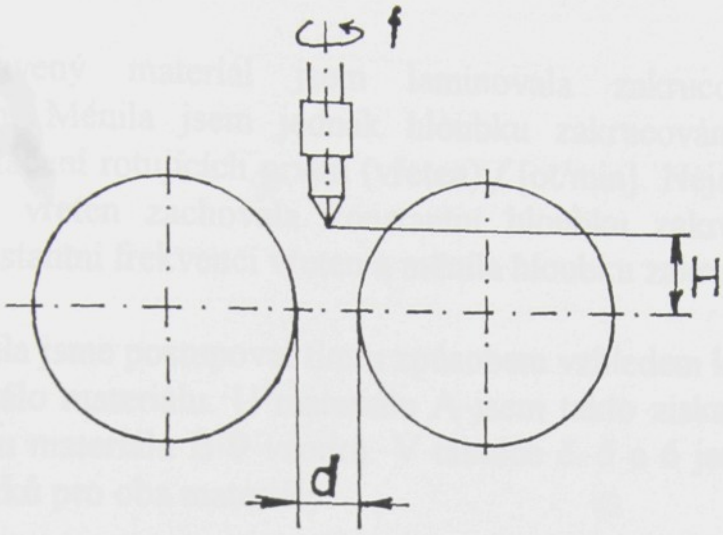
Tabulka č. 4
Tloušťka materiálu B

č.m.	tloušťka pěti vrstev [mm]	t [mm]
1	130	26
2	129	25,8
3	131	26,2
4	132	26,4
5	131	26,2
6	130	26
prům. hodn.	130,5	26,1
směr. odch.	1,049	0,21
var. koef. [%]	0,8	0,8

6. Popis zařízení

Laminace zakrucováním se provádí mechanickým systémem ROTIS. Zařízení se skládá ze dvou válců, nad kterými je umístěna lišta s vřeteny. Frekvence otáčení vřeten se nastavuje vysokofrekvenčním měničem. Hloubku zakrucování H jsem měřila jako vzdálenost hrotu vřetene od osy válce, jak je znázorněno na obr. 16.

Obr. 16 - Znázornění hloubky zakrucování



H - hloubka zakrucování [mm]
f - frekvence otáčení vřeten [ot/min]
d - vzdálenost mezi válci [mm]

Nastavení hloubky zakrucování se provádí pomocí dvou šroubů umístěných na obou okrajích lišty s vřeteny.

Konstantní parametry zařízení:

průměr řemenice	50mm
průměr rotujícího prvku na liště	13mm
průměr válců	126mm
rozteč rotujících prvků	25mm
průměr brousku	6mm
pracovní šířka	1,1m

Nastavené parametry zařízení:

obvodová rychlost válců	2,6m/min
vzdálenost mezi válci pro materiál A	7mm
vzdálenost mezi válci pro materiál B	25mm

7. Výroba laminovaných vzorků

Připravený materiál jsem laminovala zakrucováním při různých parametrech. Měnila jsem jednak hloubku zakrucování *H* [mm] a jednak frekvenci otáčení rotujících prvků (vřeten) *f* [ot/min]. Nejdříve jsem při různých frekvencích vřeten zachovala konstantní hloubku zakrucování. Potom jsem vybrala konstantní frekvenci vřeten a měnila hloubku zakrucování.

Musela jsme postupovat tímto způsobem vzhledem k tomu, že jsem měla k dispozici málo materiálu. U materiálu A jsem takto získala 12 vzorků různých parametrů, u materiálu B 9 vzorků. V tabulce č. 5 a 6 jsou uvedeny parametry výroby vzorků pro oba materiály.

Tabulka č. 5
Parametry výroby vzorků materiálu A

č. vzorku	*f* [ot/min]	*H* [mm]
1	1060	23
2, 2a	5800	23
3	8960	23
4	5800	20
5, 5a	5800	18
6	5800	16
7	5800	13
8	1060	18
9	2640	18
10	4220	18
11	7380	18
12	8960	18

Tabulka č. 6
Parametry výroby vzorků materiálu B

č. vzorku	f [ot/min]	H [mm]
1	5800	11
2	5800	14
3	5800	17
4	5800	20
5, 5a	5800	23
6	1060	23
7	2640	23
8	4220	23
9	7380	23

8. Měření pevnosti soudržnosti vrstev

Měření pevnosti soudržnosti vrstev bylo provedeno podle normy ČSN 80 0830 Stanovení pevnosti lpění vrstev laminovaných textilií. Z každé vyrobené textilie jsem vystřihla 5 vzorků o velikosti 20 x 7cm tak, aby každý vzorek obsahoval tři papříze. Pro nedostatek materiálů jsem vzorky trhala pouze v podélném směru. Každý zkušební vzorek je nutné rozdělit v místě styku vrstev užší strany vzorku do hloubky 70mm. Obě jednotlivé vrstvy, vzniklé rozdělením vzorku, jsem upnula do čelisti trhacího přístroje TEXTENSER. Průběh zkoušky se zaznamenával graficky. Na trhacím přístroji jsem nastavila tyto parametry:

upínací délka	100mm
rychlost čelistí při trhání	100mm/min
maximální rozsah stupnice	20N

Podle výše uvedené normy se vyhodnocení provádí planimetricky a síla F se stanoví jako průměr všech hodnot. Výsledná síla F je dána aritmetickým průměrem všech hodnot síly zjištěných u pěti zkušebních vzorků [7].

Grafické záznamy, které jsem získala, ukázaly, že naměřené hodnoty jsou velmi kolísavé. Planimetrování grafických záznamů (jak předpisuje norma) by asi nebylo příliš přesné, proto jsem se rozhodla pro následující vyhodnocování. Z každého grafického záznamu jsem odečetla 10 hodnot pevnosti ve vzdálenosti

15 mm, tedy na úseku 150mm grafu, z pěti grafických záznamů jsem získala padesát hodnot naměřené pevnosti soudržnosti vrstev pro každý vzorek určitých parametrů výroby. Z těchto padesáti hodnot jsem vypočítala průměrnou hodnotu, rozptyl, směrodatnou odchylku, variační koeficient a určila maximální a minimální hodnotu pevnosti. Všechny tyto hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách č. 7 - 48. Tabulky č. 7 - 48 jsou uvedeny v příloze č. 1.

Pro přehlednost uvádím pevnost soudržnosti vrstev v tabulce č. 49 a 50.

Tabulka č. 49
Pevnost soudržnosti vrstev materiálu A

č.vzorku	Parametry výroby		F [N]
	f [ot/min]	H [mm]	
1	1060	23	0,262
2	5800	23	2,966
3	8960	23	6,100
2a	5800	23	2,966
4	5800	20	2,658
5	5800	18	2,108
6	5800	16	1,986
7	5800	13	2,552
8	1060	18	0,158
9	2640	18	1,092
10	4220	18	0,998
5a	5800	18	2,108
11	7380	18	3,066
12	8960	18	5,210

Tabulka č.50
Pevnost soudržnosti vrstev materiálu B

č. vzorku	Parametry výroby		*F* [N]
	f [ot/min]	*H* [mm]	
1	5800	11	1,820
2	5800	14	0,608
3	5800	17	1,200
4	5800	20	1,636
5	5800	23	1,622
6	1060	23	0,258
7	2640	23	0,454
8	4220	23	1,438
5a	5800	23	1,622
9	7380	23	1,950

8. 1. Vyhodnocení naměřených hodnot

Ve svém experimentu jsem se zabývala zjišťováním vlivu parametrů výroby vrstvených textilií zakrucováním na soudržnost vrstev. Volené parametry byly frekvence otáčení vřeten *f* a hloubka zakrucování *H*. V grafech č. 1 a 2 jsou vynešeny hodnoty průměrné naměřené pevnosti v závislosti na jednom z parametrů. Grafy č. 1 a 2 jsou uvedeny v příloze č. 2

Jak je z grafů vidět má větší vliv na soudržnost vrstev volba frekvence otáčení vřeten než hloubka zakrucování. Otáčející se vřetena udělují papřízi zákrut, který ovlivňuje její pevnost a tím i pevnost lpění vrstev. Kroutící element vytáhne na kratším úseku vlákenné vrstvy více vláken, která se podílí na soudržnosti. Hodnoty soudržnosti vrstev jsou však velmi kolísavé. Při měření pevnosti jsem na 15cm délky vzorku naměřila velmi rozdílné hodnoty (obvykle od 0N až např. do 10N). Zkušební vzorek však obsahoval pouze tři papříze délky 15cm. Je tedy možné vzít v úvahu to, že pevnost lpění vrstev ve velké ploše bude mnohem stejnoměrnější než ve zkušebním vzorku.

9. Porovnání laminace zakrucováním s jinými postupy

Laminace zakrucováním je zcela novým principem výroby vrstvených textilií. Běžně se provádí laminace např. pojivou textilií nebo folií, pojivým práškem, taveninou Hot-melt apod.

Pro srovnání soudržnosti vrstev i nákladů na laminaci jsem použila výsledky z diplomové práce [8],jejímž zadáním bylo zjistit soudržnost STRUTA vrstveného s podkladovým materiálem v komoře a pod tryskami.

Použito STRUTO 70% PES jemnosti 6,7dtex, 30% WELLBOND
g = 361g/m²
t = 20,92mm

podkladové textilie 1. tkanina VS/PES (g = 235g/m²) + Petex (g = 55g/m²)
2. pletenotkanina VS/PES (g = 70g/m²) + bodový nános PLATAMID M 1982 PTA (20g/m²)

STRUTO pojeno s podkladovou tkaninou nebo pletenotkaninou v komoře při teplotě 155°C a rychlosti dopravníku 0,25m/min a pod tryskami:

teplota na čidle	250°C
teplota naměřená u ústí trysek	154°C
rychlost dopravníku	0,25m/min

Následně byla naměřena pevnost lpění vrstev v podélném i příčném směru. V tabulkách č. 51 a 52 jsou uvedeny naměřené a průměrné hodnoty.

Tabulka č. 51
Pevnost soudržnosti vrstev STRUTA s podkladovou tkaninou.

č.m.	pojeno v komoře		pojeno pod tryskami	
	F [N] příčně	*F* [N] podélně	*F* [N] příčně	*F* [N] podélně
1	4,72	3,15	12,68	8,17
2	5,01	3,65	12,78	6,97
3	5,04	2,80	10,81	8,13
4	4,86	3,48	11,72	8,08
5	4,55	2,33	10,93	7,86
prům. hodn.	4,84	3,08	11,78	7,84
směr. odch.	0,21	0,53	0,93	0,50
var. koef. [%]	4,24	17,14	7,91	6,39

Tabulka č. 52
Pevnost soudržnosti vrstev STRUTA s podkladovou pletenotkaninou.

č.m.	pojeno v komoře		pojeno pod tryskami	
	F [N] příčně	*F* [N] podélně	*F* [N] příčně	*F* [N] podélně
1	1,27	1,13	5,03	3,09
2	1,54	1,49	4,26	2,19
3	1,73	1,45	4,83	2,85
4	1,26	1,12	4,20	2,35
5	1,23	1,14	4,26	2,48
prům. hodn.	1,41	1,27	4,52	2,59
směr. odch.	0,22	0,19	0,39	0,37
var. koef. [%]	15,6	14,72	8,52	14,28

Výsledky uvedené v tabulkách č. 49 - 52 ukazují, že při "termické" laminaci Petexem dochází k celoplošnému spojení a při bodovém nánosu k místnímu spojení vrstev. Naměřené hodnoty při "termické" laminaci jsou méně kolísavé než při laminaci zakrucováním, což znamená, že dochází ke stejnoměrnějšímu spojení vrstev v celé ploše.

Z ekonomického hlediska je "termická" technologie vrstvení mnohem náročnější než laminace zakrucováním. Při chemickém pojení je nutné přidávat adhezivum (prášek, folii, disperzi apod.) a to pomocí tepelných zdrojů přeměnit na pojivo. V některých případech je nutné i sušení materiálu. Při laminaci zakrucováním nejsou potřebné žádné tepelné zdroje, nepřidává se adhezivum a tím také nedochází k negativnímu působení na životní prostředí.

IV. Závěr

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv parametrů zakrucování na soudržnost 3D vrstev. Mechanické vrstvení vlákenných vrstev rotujícími prvky je nový způsob laminace výrobků. Výrobek i způsob vrstvení byl nazván ROTIS. Hlavní parametry, ovlivňující soudržnost vrstev, jsou hloubka zakrucování a frekvence otáčení vřeten. Série vzorků byly připraveny právě při různých kombinacích výše uvedených parametrů.

Ze získaných výsledků vyplývá, že frekvence otáčení vřeten ovlivňuje soudržnost vrstev mnohem více než hloubka zakrucování. Je to dáno tím, že vřetena vytvářejí při vyšší frekvenci pevnější papřízi z více vláken povytažených z vlákenné vrstvy. Čím více vláken obsahuje papříze, tím více je opačných konců těchto vláken ukotveno ve vlákenné vrstvě a dochází tak k lepší soudržnosti vrstev.

Frekvenci vřeten však není možné nekonečně zvyšovat. Pevnost by se začala snižovat (došlo by k překroucení stejně jako u příze). Vzorky byly zhotoveny při nízké výrobní rychlosti. V praxi by bylo nutné výrobní rychlost zvýšit a zvýšit také úměrně frekvenci otáčení vřeten. Musí se tedy zvolit kompromis mezi výrobní rychlostí a soudržností vrstev v závislosti na frekvenci otáčení vřeten.

Nevýhodou tohoto principu laminace textilních vrstev je nižší hodnota pevnosti soudržnosti vrstev než u jiných typů laminace ("termická" laminace). Další nevýhodou je velké kolísání naměřené pevnosti. Tato nová technologie přináší nové oblasti uplatnění NT. Důvodem je např. jednotnost suroviny v celém výrobku, tedy možnost použití výrobku při vyšších teplotách. Jednotnost suroviny se odráží také v rychlosti a jednoduchosti výroby. Důležitou předností této technologie je úspora energie v porovnání s "termickými" technologiemi vrstvení textilií. Technologie nevyžaduje žádné tepelné zdroje pro sušení nebo přeměnu adheziva v pojivo. Nezanedbatelné není ani to, že nedochází k negativnímu působení na životní prostředí.

Při používání vrstvených textilií se musíme rozhodnout, zda je pro nás důležitější vyšší pevnost soudržnosti vrstev nebo jednotnost suroviny a nižší cena.

V. Seznam použité literatury

[1] Krčma R.: Stroje a chemická technologie netkaných textilií, Skripta VŠST, Liberec 1983

[2] Jirsák O.: Netkané textilie, Skripta VŠST, Liberec 1993

[3] Radostová B.: Diplomová práce, TUL - KNT 1995

[4] Hanuš J., Jirsák O.: Twist May Produce Nonwovens. In:Textile Technology Forum, Charlotte 1995

[5]Jirsák O., Hanuš J.: I.N.T: - Laminace (výzkumná zpráva), TUL - KNT, Liberec 1995

[6]Buchar J a spol.: Pokroky vědy a techniky v textilním průmyslu Zušlechťování, SNTL Praha 1982

[7]ČSN 80 0830 Stanovení pevnosti lpění vrstev laminovaných textilií

[8]Kunčíková K.: Diplomová práce, TUL - KNT 1996

Příloha č. 1

Tabulka č. 7
Materiál A, parametry výroby f = 1060 ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,2	0,2	0,1
2	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0
3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2
4	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0,1
5	0,1	0,3	0,2	0,1	0	0	0,1	0,4	0,4	0,5

Tabulka č. 8
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	0,158 N
Směrodatná odchylka	0,123
Rozptyl	0,015
Variační koeficient	77,87 %
Maximální hodnota	0,5 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 9
Materiál A, parametry výroby f = 2640ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,3	0,7	0,7	0,5	0,4	0,6	1,3	1,1	1,2	0,8
2	0,4	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	1,2	1,4
3	1	1,1	1,1	1,7	1,9	2,2	1,4	0,9	0,7	1,1
4	1,3	1,3	1	0,7	1,2	1,4	1	0,8	1,1	0,8
5	1	1,6	1,2	1,2	2,1	1,4	1,4	1,4	1,8	3,2

Tabulka č. 10
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,092 N
Směrodatná odchylka	0,540
Rozptyl	0,292
Variační koeficient	49,47 %
Maximální hodnota	3,2 N
Minimální hodnota	0,3 N

Tabulka č. 11
Materiál A,parametry výroby f = 4220ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	2	2	1,4	1	0,6	1,3	0,6	0	0,4	0,6
2	0,7	0,5	0,9	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4
3	1,2	1,3	1,1	1,4	0,8	1,1	0,9	1	1	0,4
4	1,5	0,3	1,3	1,7	1,3	0,7	0	0,2	0,4	0
5	2	1,7	1,1	2,2	2	1,8	2	1,7	1,2	1

Tabulka č. 12
Statistické hodnoty

Průměrná hodnoita	0,998 N
Směrodatná odchylka	0599
Rozptyl	0,359
Variační koeficient	60,03 %
Maximální hodnota	2,2 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 13
Materiál A, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	1,4	3,6	3,8	2,5	1,6	3,2	4,8	4	4,8	2,7
2	1	1,2	0,5	0,5	0,4	1,1	0,8	1,3	0,4	0,4
3	0,8	0,7	0,3	3,6	5,4	5	5,4	2,6	3,6	1,2
4	2,4	2,4	1,2	0,6	0,6	0	0,2	1,4	1,4	0,9
5	2,2	1,6	2	2	3	2,2	2	4,4	2,4	2,8

Tabulka č. 14
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	2,108 N
Směrodatná odchylka	1,495
Rozptyl	2,235
Variační koeficient	70,91 %
Maximální hodnota	5,4 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 15
Materiál A,parametry výroby f = 7380ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	3,2	5,6	1,2	0,1	0	0,8	0	2,8	3	1
2	3	7,2	7,6	6,4	4,2	3,2	0,6	0,5	0,2	5
3	2,6	5,6	3,2	2,5	1,4	0,6	1,6	1,6	1,3	2,2
4	6	8,4	9,2	8,4	2,8	4	1	1,2	3,7	6
5	1,8	1,6	2	0,8	1,7	4	2,2	2,9	5,6	1,8

Tabulka č. 16
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	3,066 N
Směrodatná odchylka	2,425
Rozptyl	5,881
Variační koeficient	79,09 %
Maximální hodnota	9,2 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 17
Materiál A,parametry výroby f = 8960ot/min, H = 18mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	3,4	4,6	6,2	5,8	5,4	7	8,4	8,4	6	5,8
2	2,4	3,8	4,6	4,7	5,1	4,1	1,6	1,8	2,2	1
3	3,2	1	0,2	0	0	1,4	1	2,4	2,2	2,2
4	6,4	13	11,4	9,2	8,6	7	11	9	8	7,4
5	2	5,6	4,5	3,4	3,4	5,6	8,1	10	10	11

Tabulka č. 18
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	5,210 N
Směrodatná odchylka	3,348
Rozptyl	11,209
Variační koeficient	64,25 %
Maximální hodnota	13 N
Minimální hodanota	0 N

Tabulka č. 19
Materiál A, parametry výroby f = 8960ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	2,6	4	2,7	2,4	3,1	4	5,9	1,6	1	2,8
2	1,9	6,2	6,5	6,5	5,2	6,4	9	7,6	9,3	10,4
3	8,4	7,7	8,5	10,6	9	7,3	5	2,5	3,6	2,2
4	6,6	10,8	11,6	15	11,7	12,6	15,2	12,2	13,6	9,8
5	2,6	5,4	4,1	0,8	0,4	1,3	5,2	2	0,2	0

Tabulka č.20
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	6,100 N
Směrodatná odchylka	4,129
Rozptyl	17,049
Variační koeficient	67,69 %
Maximální hodnota	15,2 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 21
Materiál A, parametry výroby f = 1060ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2
2	0,2	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
3	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0	0,1	0
4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,1	0	0,1	0,5	0,6	0,2
5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,2	0,2	0,3	0,2

Tabulka č.22
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	0,262 N
Směrodatná odchylka	0,189
Rozptyl	0,036
Variační koeficient	72,29 %
Maximální hodnota	0,6 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 23
Materiál A, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	2,2	4,2	5,3	5,6	5,9	5,2	5,2	5,3	6,2	3,5
2	0,6	0,7	0,6	1,2	1,5	2,8	1,8	0,9	0,5	1,4
3	2	5,3	5,7	3,5	3,3	3,8	3,7	2,6	4	3,4
4	1	1,1	0,8	0,4	0,4	1,5	2,6	1,5	1,8	1,4
5	1,8	5	2,8	2,3	3,1	2,6	4,4	5,6	5,5	4,8

Tabulka č. 24
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	2,966 N
Směrodatná odchylka	1,809
Rozptyl	3,272
Variační koeficient	60,98 %
Maximální hodnota	5,9 N
Minimální hodnota	0,5 N

Tabulka č. 25
Materiál A, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 20mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	2,4	1,9	4,4	4	2,3	2,7	2,8	1,3	1	2,2
2	1,4	3,4	5,1	7	2,3	2,6	3	2,1	2	2,5
3	3,2	3,2	3	3,5	4,8	5,4	6,2	4,1	2	1,8
4	5,3	4,6	1,5	2	0,7	0	0,5	0,6	0,6	0,6
5	1,6	1,6	1,2	2	1,8	4	3,8	3,1	1,6	2,2

Tabulka č. 26
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	2,658 N
Směrodatná odchylka	1,556
Rozptyl	2,421
Variační koeficient	58,55 %
Maximální hodnota	7 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 27
Materiál A, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 16mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,5	1,1	1,1	0,5	1	0,8	1,7	2,2	1,3	1,4
2	3	1,1	0,3	2,5	1,4	3	2,2	3,3	1,2	0,2
3	3	2,4	2,6	2,8	5,2	4,3	2,4	1,3	2	3,7
4	1	1,6	1,9	2	1,9	2,4	1,4	1,2	1,3	1,4
5	1,4	2,8	3,1	2	1,8	2,5	2,7	2,3	2,3	2,8

Tabulka č. 28
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,986 N
Směrodatná odchylka	1,007
Rozptyl	1,014
Variační koeficient	50,70 %
Maximální hodnota	5,2 N
Minimální hodnota	0,2 N

Tabulka č. 29
Materiál A, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 13mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	1,2	1,7	2,2	2,1	2,5	3,6	3,7	3,6	2,7	2,1
2	1,4	1,6	2	1,9	2,8	3,9	2,8	2	1,3	2
3	3,1	4,5	3,9	3,6	3,7	1,6	1,5	2,3	2,5	2,8
4	1	3,4	3,6	4,3	3,6	2,6	2,9	2,5	1,6	2,1
5	1,2	2,2	1,2	2,2	3	3,7	3,1	2,2	2,6	2

Tabulka č. 30
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	2,552 N
Směrodatná odchylka	0,903
Rozptyl	0,815
Variační koeficient	35,38 %
Maximální hodnota	4,5 N
Minimální hodnota	1 N

Tabulka č. 31
Materiál B, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 14mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	1	1,3	1,3	1,1	1	1	0,9	1,2	1,5	1
2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,6	0,4	0,4
3	0,4	0,1	0	0	0	0,1	0,4	0,1	0,5	1
4	1,1	1	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	1	1,3
5	0,6	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2

Tabulka č. 32
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	0608 N
Směrodatná odchylka	0,413
Rozptyl	0,171
Variační koeficient	67,92 %
Maximální hodnota	1,5 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 33
Materiál B, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 11mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	2,1	3,1	1,6	0,8	0,4	0,6	0,8	1,8	1,3	1,6
2	0,7	0,5	1,2	1,8	1,4	1,9	2,8	3,1	4,6	3,4
3	1,3	1,7	1,8	3,8	3,9	3,6	2,3	1,8	2,1	2,7
4	0,8	2	2,2	2,6	2,7	3	1,8	3,4	1,9	2,8
5	2	2,2	1,1	0	0,2	02	0,9	0,4	0,3	0

Tabulka č. 34
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,820 N
Směrodatná odchylka	1,125
Rozptyl	1,266
Variační koeficient	61,83 %
Maximální hodnota	3,9 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 35
Materiál B, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 17mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,7	1,2	2,4	3,8	3,8	3,7	1,6	1,4	1,4	1,5
2	1,7	0,5	0,3	0,9	0,9	0,3	1,4	1,3	1,2	1,2
3	1	1,5	1,1	1	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	0,8
4	0,2	0,8	1	0,6	0,7	0,9	1	1	1,3	2,2
5	1,7	1,5	0,8	0,1	0	0,8	1,4	1,4	0,6	0,6

Tabulka č. 36
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,200 N
Směrodatná odchylka	0,811
Rozptyl	0,658 N
Variační koeficient	67,76 %
Maximální hodnota	3,8 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 37
Materiál B, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 20mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	1,3	2,3	1,5	1,4	2,4	2,9	2,4	2,6	3,1	3,8
2	1,3	1,1	2	1,7	1,2	1,2	1	1,1	1,5	3,1
3	1	1,7	1,4	1,3	0	0,2	0,6	1,6	2,4	2,4
4	0,8	1,8	2,1	1,4	2,2	2,6	2,4	3	3,3	4
5	1,8	1	0	0,2	0,4	0,9	1,5	0,5	0,3	0,1

Tabulka č. 38
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,636 N
Směrodatná odchylka	0,992
Rozptyl	0,984
Variační koeficient	60,63 %
Maximální hodnota	4 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 39
Materiál B, parametry výroby f = 7380ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F [N]									
1	2,6	2,3	1	1,7	1,9	0,6	2,4	2,6	2,6	1,3
2	0,9	0,3	0,5	2,4	4	5,3	4	4,6	5,4	2,3
3	1,2	1,5	1,1	2,3	0	0,6	0,7	1	1,8	1,3
4	4	3,6	0,7	0,2	0,5	0,3	0,3	0,8	1,8	2,2
5	6,8	4,1	2,2	0,4	0,5	0,7	0,6	2,1	3,4	2,1

Tabulka č. 40
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,950 N
Směrodatná odchylka	1,555
Rozptyl	2,418
Variační koeficient	79,75 %
Maximální hodnota	6,8 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 41
Materiál B, parametry výroby f = 4220ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F [N]									
1	1,8	2	0,8	0,8	0,4	1,1	3	0,4	1,2	1,3
2	1	0,6	0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,1
3	0,7	1,9	2,4	3,3	3,2	2,5	2,5	1,8	1,6	2
4	1,1	1,6	1,5	1,6	2,2	1,8	1,8	1,9	2,4	3,4
5	1,4	3,1	3,5	2,3	1,7	0,9	0,2	0	0,5	0,6

Tabulka č. 42
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	1,438 N
Směrodatná odchylka	0,994
Rozptyl	0,988
Variační koeficient	69,16 %
Maximální hodnota	3,5 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 43
Materiál B, parametry výroby f = 2640ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,6	0,7	0,9	1	0,9	0,5	0,2	0,1	0,3	0,6
2	0,5	0,2	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,3
3	0,7	0,8	1	0,8	1,3	2	2	1,8	0,4	0,2
4	0,8	0,8	0	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0	0,2
5	0,4	0,2	0	0,1	0	0,3	0,1	0	0,1	0,1

Tabulka č. 44
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	0,454 N
Směrodatná odchylka	0,501
Rizptyl	0,251
Variační koeficient	110,37 %
Maximální hodnota	2 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 45
Materiál B, parametry výroby f = 1060ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4
4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0	0
5	0,2	0	0	0,1	0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabulka č. 46
Statistické hodnoty

Průměrná hodnota	0,258 N
Směrodatná odchylka	0,159
Rozptyl	0,025
Variační koeficient	61,70 %
Maximální hodnota	0,6 N
Minimální hodnota	0 N

Tabulka č. 47
Materiál B, parametry výroby f = 5800ot/min, H = 23mm

Graf	Pevnost F[N]									
1	0,6	1,6	4,1	3,1	1,9	1,3	1,6	1,4	0,9	3,2
2	0,8	0,5	0,6	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,8	1,4
3	2,1	2,3	0	0,6	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4
4	1,8	2,2	1,7	1	2	0,7	1,2	1	1,4	1,5
5	1,8	2,8	2,7	2	3,1	3,6	3,9	4	4,1	6,8

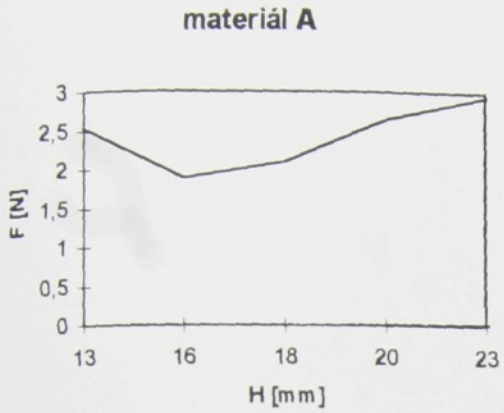
Tabulka č. 48
Statistické hodnoty

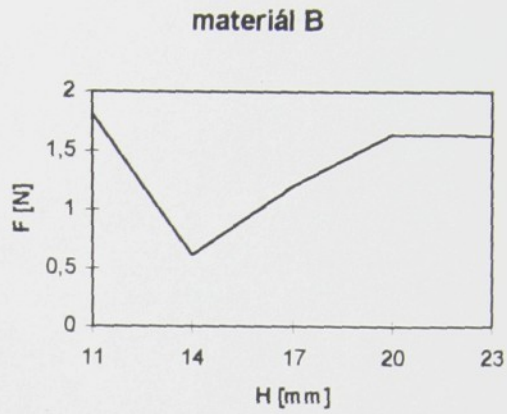
Průměrná hodnota	1,622 N
Směrodatná odchylka	1,399
Rozptyl	1,957
Variační koeficient	86,25 %
Maximální hodnota	6,8 N
Minimální hodnota	0 N

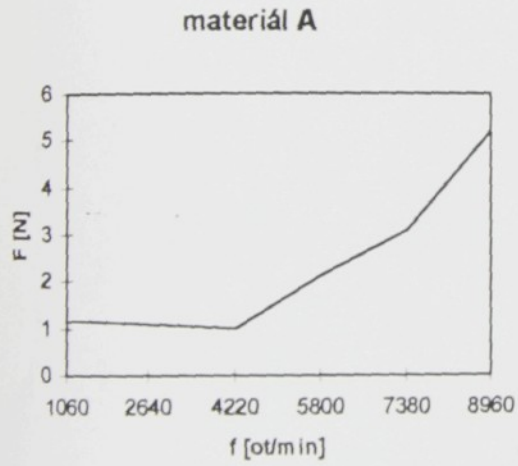
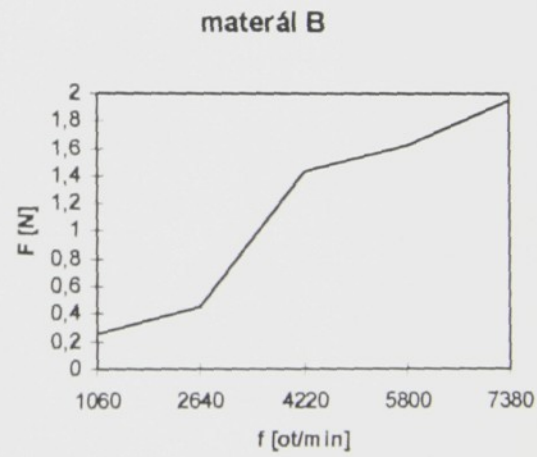
Příloha č. 2

Graf č. 1

Závislost pevnosti soudržnosti vrstev na hloubce zakrucování, f=konst.





Graf č. 2

Závislost pevnosti soudržnosti vrstev na frekvenci otáčení vrstev, H=konst.