

## 1. přednáška

# ÚVOD k předmětu TNT

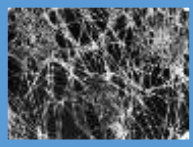
Doc. Ing . Eva Kuželová Košťáková, Ph.D.

Katedra chemie, FP, TUL

[Eva.kostakova@tul.cz](mailto:Eva.kostakova@tul.cz)

Tel.: 48 535 3489

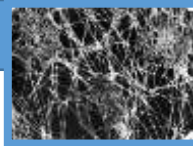
Budova C, 3. patro



## Cíl předmětu Teorie netkaných textilií:

Ukázat, jak struktura a charakter textilií (a nejen těch) mohou ovlivnit jejich výsledné vlastnosti a uplatnění.

**Příklad:** Jak uspořádání vláken v netkané textilii, jejich povrchové charakteristiky a vzájemné působení mohou ovlivňovat jejich chování ve vztahu ke kapalině – smáčení.



## Opakování - Definice pojmu NETKANÁ TEXTILIE

### Definice NT - dříve

NETKANÁ TEXTILIE JE VRSTVA VYROBENÁ Z JEDNOSMĚRNĚ NEBO NÁHODNĚ ORIENTOVANÝCH VLÁKEN, SPOJENÝCH TŘENÍM, KOHEZÍ A NEBO ADHEZÍ S VYJÍMKOU PAPÍRU A VÝROBKŮ VYROBENÝCH TKANÍM, PLETENÍM, VŠÍVANÍM, PROPLÉTÁNÍM NEBO PLSTĚNÍM.

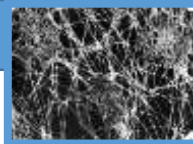
The Nonwovens industry emerged from the textile, paper, plastic and leather industries to become an independent industry. Nonwovens products should be treated differently from textile products because their production processes are fundamentally different. The major difference of the Nonwovens process is the production of a fabric directly from fibres or polymer chips. *Textile fabrics are normally produced via multiple-step processes e.g. yarn spinning, weaving or knitting.*

### Definice NT - nyní

"Netkaná textilie je plošná textilie vyrobená ze staplových vláken, nekonečných vláken, sekaných multifilů atd. jakékoliv povahy nebo původu, které byly upraveny do vlákenné vrstvy jakýmkoliv prostředky, a spojených dohromady jakýmkoli způsobem, s výjimkou tkaní nebo pletení.

Plsti získané mokrým mletím nejsou netkané textilie.

Vlákenné vrstvy vyráběné mokrou cestou (wetlaid) jsou netkané textilie za předpokladu, že obsahují minimálně 50% z umělých vláken nebo jiných textilních vláken mimo rostlinného původu s poměrem délky k průměru rovným nebo vyšším než 300, nebo minimálně 30% z umělých vláken s poměrem délky vůči průměru rovným nebo vyšším než 600.



## Opakování - Definice pojmu NETKANÁ TEXTILIE

### Definice NT – English

#### **Official ISO and CEN definition of nonwovens**

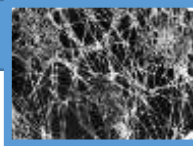
Nonwovens are defined by ISO standard 9092 and CEN EN 29092. These two documents, identical in their content, are the only internationally acknowledged definition of Nonwovens. As industry, trade and technology have evolved since their publication in 1988, these standards are being updated by ISO experts to better reflect what the present understanding of Nonwovens is. The following text has recently been proposed to the International Standardization Organization by EDANA and INDA

“A nonwoven is a sheet of fibres, continuous filaments, or chopped yarns of any nature or origin, that have been formed into a web by any means, and bonded together by any means, with the exception of weaving or knitting.

Felts obtained by wet milling are not nonwovens.

Wetlaid webs are nonwovens provided they contain a minimum of 50% of man-made fibres or other fibres of non vegetable origin with a length to diameter ratio equals or superior to 300, or a minimum of 30% of man-made fibres with a length to diameter ratio equals or superior to 600, and a maximum apparent density of 0.40 g/cm<sup>3</sup>.

Composite structures are considered nonwovens provided their mass is constituted of at least 50% of nonwoven as per to the above definitions, or if the nonwoven component plays a prevalent role.”



# Základní popis netkaných textilií

Plošná hmotnost

Objemová hmotnost

Porozita x zaplnění

Orientace vláken, průměry vláken, délka vláken – morfologie

Pevnost v tahu, modul pružnosti, ... – mechanické vlastnosti

Vstupní materiály – vlákna, polymery ...

...

Postup měření

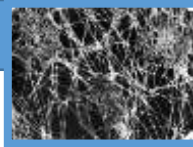
Viz EDANA normy, ISO normy atd.



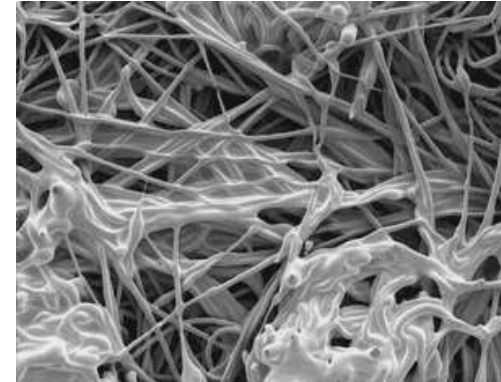
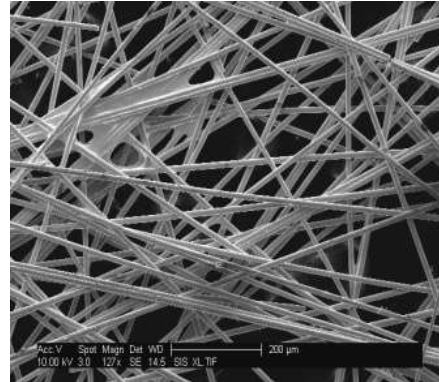
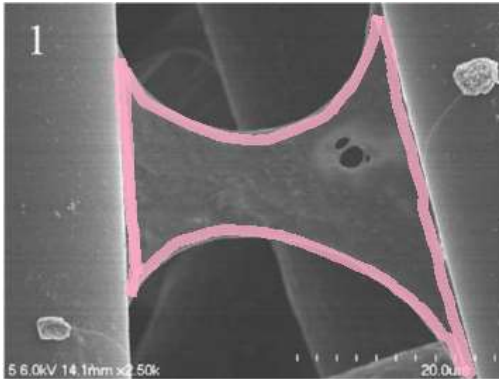
**Příklad:**

**Netex: PES+druhotné suroviny –**

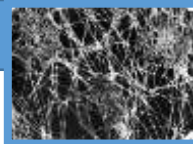
**....., lze teplovzdušně pojít?**



# ADHEZE



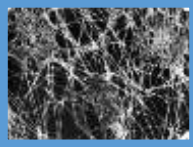
Teorie netkaných textilií



## LITERATURA

Adamson, Arthur W. Alice P. Gast, **Physical chemistry of surfaces, New York : Wiley, c1997.**

Quere, David; de Gennes, Pierre-Gilles; Brochard-Wyart, Françoise, **Capillarity and Wetting Phenomena : Drops, Bubbles, Pearls, Waves, New York : Springer, 2004**



## OBSAH:

Adheze a pojení

Základní pojmy

Hlavní fáze procesu pojení

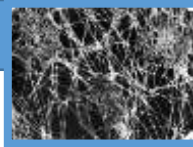
Souhrn vlivů na proces pojení

Základy teorie adheze

Adheze kapalin k pevným látkám

Povrchové napětí a povrchová energie





# ADHEZE

Při vytváření adhezní vazby v průběhu pojení netkaných textilií dochází ke změnám jejich vlastností na základě změn jejich mikrostruktury.

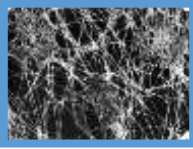
**Soudržnost dvou spojovaných ploch**, tedy vazba mezi pevným povrchem vláken a adhezivem (pojivem) je chápána jako **ADHEZE**.

Soudržnost dvou pevných povrchů pojených adhezivem je však dána kromě adheze i soudržností pojivé vrstvy tedy její **kohezí** – soudržností pojivé vrstvy.

Vlastnosti pojiv i spojů však závisí na mnoha podmínkách a k udržení těchto vhodných podmínek vede i znalost **teorie adheze**.

Problematika adheze se pohybuje na rozhraní několika vědních oborů: *chemie, fyzika, fyzikální chemie, makromolekulární chemie, elektrostatika, elektronika* atd.

Dodnes ale neexistuje obecně platná teorie adheze, avšak **empirický** vývoj předešel teorii.



## Základní pojmy

Níže uvedené definice jsou převzaty z norem ČSN 66 8501 a ČSN 640001.

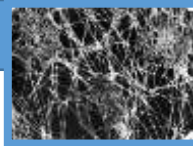
**Adheze** je soubor povrchových sil, kterými se navzájem poutají částice různých látek.

**Koheze** je soubor sil, kterými se navzájem poutají molekuly (částice) téže látky.

**Autoheze** se vztahuje k povrchovým silám téže látky.

**Adherendum** je těleso, které je drženo u druhého tělesa adhezí. **Např. vlákna**

**Adhezivum** je materiál schopný držet. **Např. pojivo**



## Hlavní fáze procesu pojení

Proces vytváření adhezní vazby prochází zpravidla následujícími fázemi.

### **1.Fáze**

Adhezivo a adherendum jsou přivedeny do **vzájemného styku**. Technologicky se tato fáze pojení realizuje stříkáním pojiva, roztíráním pasty a pěny, posypáváním práškovými formami pojiva, mísením vláken, vrstvením termoplastických útvarů...atd.

### **2.Fáze**

**Smočení povrchu** vláken nebo vláknenných útvarů adhezivem. U kapalných typů pojiv k tomuto dochází bezprostředně po styku adheziva s adherendem. U pevných termoplastických adheziv smočení nastává až po zahřátí a převedení adheziva do viskózně tekutého stavu.

### **3.Fáze**

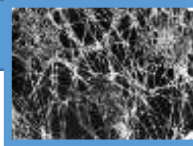
Nutnou fází k vytvoření pevného spoje je **ztužení adheziva** (pojiva), ke kterému dochází odpařováním disperzního média, koagulací vlivem změn prostředí, polyreakcí monomerů, ochlazením termoplastických pojiv.

### **4.Fáze**

V průběhu ztužení adheziva dochází k jeho **migraci**.

### **5.Fáze**

**Deformace** pojeného útvaru během ztužení (uvolnění elastického napětí),



## Souhrn vlivů na proces pojení

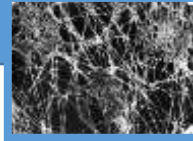
Empiricky jsou vyzorovány následující vlivy na proces pojení. Vlivy můžeme podle jejich povahy rozdělit na fyzikální a chemické.

### **Fyzikální vlivy:**

povrchové napětí,  
velikost povrchu adherenda,  
drsnost povrchu adherenda,  
tloušťka vrstvy pojiva,  
tlak a teplota použité v procesu  
pojení,  
viskozita pojiva.

### **Chemické vlivy:**

chemické složení adheziva a adherenda,  
polymerační stupeň a polydisperzita  
adheziva (distribuční křivka),  
čistota povrchu adherenda,  
polarita adheziva a adherenda.



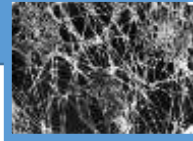
## Schopnosti textilních vláken vytvářet kvalitní adhezní spoje

Empiricky byla zjištěna následující řada kvality adhezního spoje základních typů textilních vláken k různým druhům pojiv.

**Viskoza > polyamid > bavlna > polyester > vlna > polypropylen**

Výše zapsaný schematický vztah znázorňuje, že nejpevnější adhezní spoj vytváří zpravidla viskoza a nejslabší vazbu s adhezivem poskytuje polypropylen. Řada je převzata od Krčmy [1].

[1] KRČMA, R.: Teorie netkaných textilií, Vysoká škola strojní a textilní, Liberec 1985.



## Schopnosti textilních vláken vytvářet kvalitní adhezní spoje

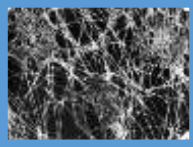
**Polypropylene** fibres have a low surface energy (about **23 mN/m**) and are difficult to bond.

**Polyester** fibres have a higher surface energy of about **42 mN/m**.

**Cellulose** fibres not only have a higher surface energy than both polypropylene and polyester synthetic fibres, they are also relatively porous enabling liquid to penetrate and to present a higher surface area that gives better bonding.

Commercially available fibres have **surface chemical finishes** present.  
Corona and plasma treatments

*Russel, S., J.: Handbook of Nonwovens, Woodhead publishing*



# Vazby

## Kvalifikace vazeb

-vazby chemické - iontové

- atomové (kovalentní)
- kovové

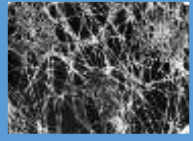
-vazby fyzikální (mezimolekulární, van der Waalsovy)

- polární
- disperzní
- indukční

Zpravidla platí, že čím pevnější vazba tím menší její dosah.

Mezimolekulární síly závisí na vzdálenosti atomů a molekul a velmi rychle se zmenšují s rostoucí vzdáleností (cca  $10^{-10}\text{m}$ ).

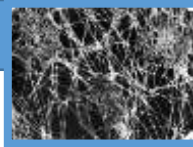
**Kohezní vlastnosti polymeru jsou dány především jeho chemickými vazbami.**



## **Důležité znaky kohezních vlastností, které je možno přímo stanovit**

- Těkavost, bod varu (polymery - teplota tání, skelný přechod atd.)
- Rozpustnost a mísitelnost složek  
*(stejné interakční energie = nejlepší mísitelnost)*
- Pevnost v tahu



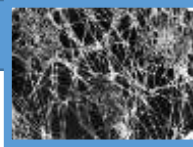


## Všeobecné požadavky na pojivo

Pojivo je hmotnou součástí netkané textilie = jeho mechanické a chemické vlastnosti mají odpovídat vlastnostem vláken = velmi široký pojem.

Požadavky na pojivo:

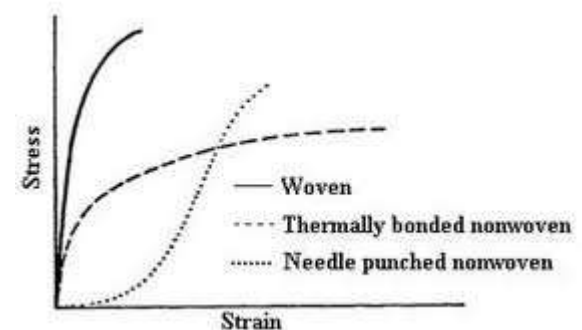
- **Dobrá adheze** pojiva k vláknům – dána chemickou „vhodností“ styčných ploch. (PVA + epoxidová pryskyřice = špatný příklad)
- Vytvrzené pojivo musí mít **dobrou kohezi**
- Průběh deformace při zatěžování má odpovídat deformačním křivkám vláken (větší protažení při zatížení než vlákna, jinak se vlákna natáhnou a pojivo to nevydrží)
- Odolnost vůči mechanickému namáhání, vůči chemickému působení (vody, práškům, stárnutí atd.)
- Musí být schopné technické aplikace (výroby NT; přetváření do vhodných forem – prášek, mřížka atd.).
- **Splňovat normy** (příklad: EU Gala volejbalové míče jen vodnými disperzemi, rozpouštědlové disperze = vymrazovat rozpouštědlo zpět atd. = ekonomicky náročné)

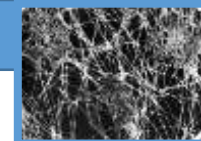


Vliv pojiva na celkové **mechanické vlastnosti výsledné textilie** závisí na:

- (i) Kohezi pojiva
- (ii) Adhezi pojivo-polymer (i.e., bonding to fibre, finish, filler, etc.)
- (iii) Distribuci pojiva v objemu textilie a jeho celkovém relativnímu objemu

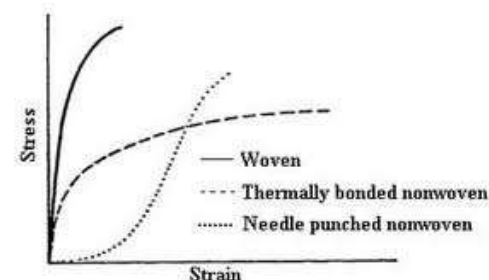
Charakteristika průběhu deformační křivky zatížení-prodloužení daná především poměrem prodloužení při počátečním zatížení (počáteční tuhost, počáteční modul) zřetelně vymezuje rozdíly mezi textiliemi mechanicky vázanými a textiliemi spojenými adhezivou.



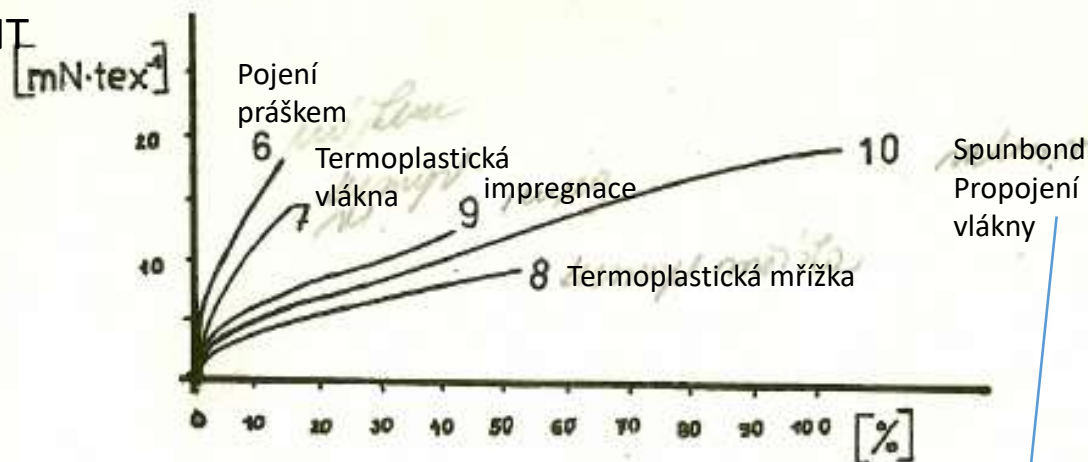
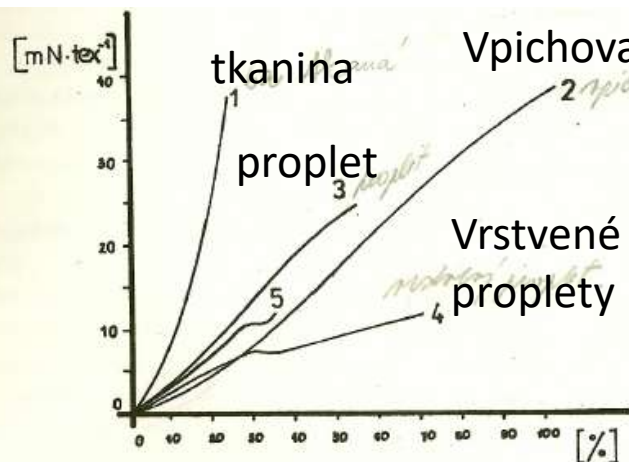


Vliv pojiva na celkové mechanické vlastnosti výsledné textilie závisí na:

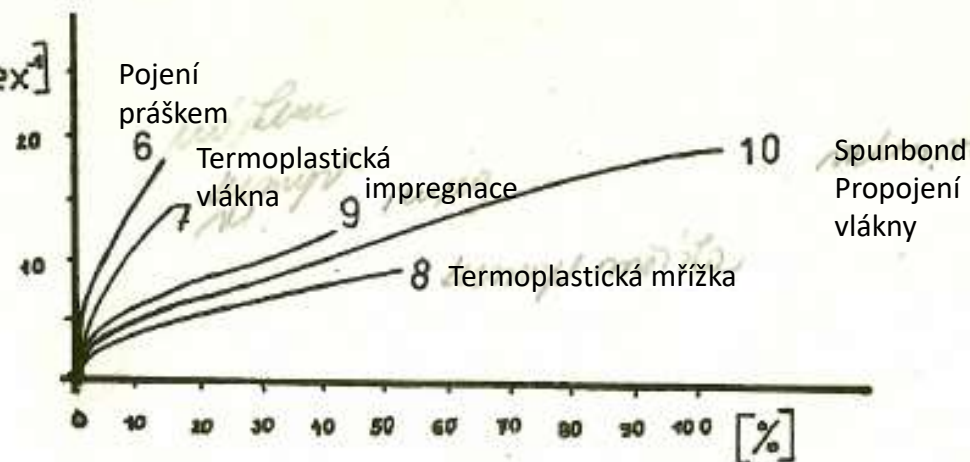
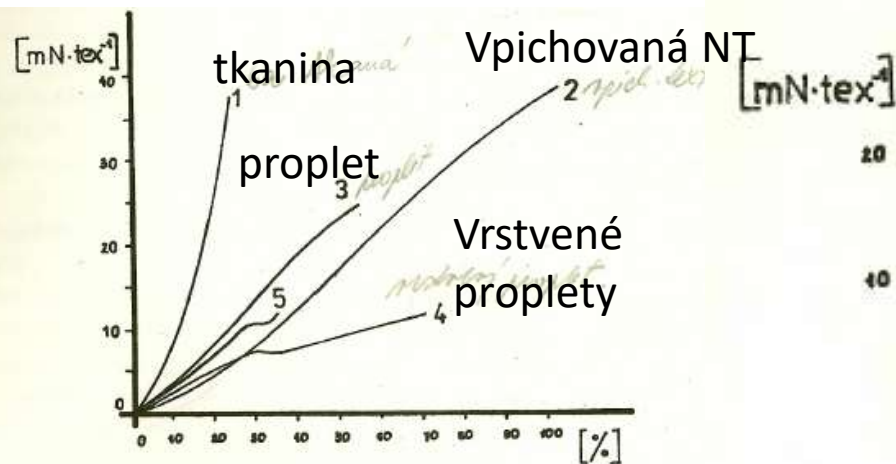
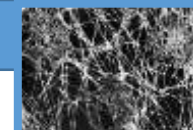
- (i) Kohezi pojiva
- (ii) Adhezi pojivo-polymer (i.e., bonding to fibre, finish, filler, etc.)
- (iii) Distribuci pojiva v objemu textilie a jeho celkovém relativnímu objemu



Charakteristika průběhu deformační křivky zatížení-prodloužení daná především poměrem prodloužení při počátečním zatížení (počáteční tuhost, počáteční modul) zřetelně vymezuje rozdíly mezi textiliemi mechanicky vázanými a textiliemi spojenými adhezivou.



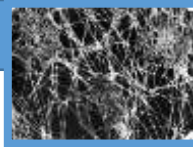
Např. PETEX je netkaná textilie vyráběná z vysokotlakého polyethylenu přímým zvlákněním pod tryskou. „starší typ spunbondu“ Juta, a.s.



Mechanicky vázané NT mají prodloužení při počátečním zatížení veliké a snižuje se při dalším postupném zatížení. Oproti tkaninám obecně mají tyto textilie obvykle podstatně větší protažení a nižší pevnost.

Textilie pojené adhezivy mají naopak malé protažení při počátečním zatížení tj větší počáteční tuhost (modul).

Počáteční modul pružnosti je ovlivněn i délkou volných úseků vláken mezi spoji = využití pevnosti základních vláken při aplikované vazbě  
Počáteční modul pružnosti v tahu i pevnost v tahu u textilií pojených mřížkou je nižší než textilií pojených práškovými pojivy nebo pojivými vlákny.

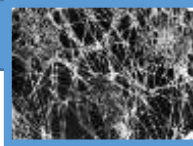


## Podmínky pro zamezení lepivosti

Empirické a teoretické poznatky o adhezi je možno též vztahovat na technologické operace, u nichž máme snahu zabránit lepení adheziva na povrchy pomocných ploch. Takovými plochami jsou například povrchy kovových válců, sít, povrchy technologických nádob atd.

Všeobecně se zjistilo, že většina adheziv je prakticky neúčinná při spojování (lepení) povrchů fólií vyrobených z **teflonu** (polytetrafluoretylenu), polypropylenu, polyetylenu. Těmito fóliemi lze pokrýt povrch pracovních válců a tím zamezit jejich lepivost.

Další metoda zamezení lepivosti spočívá v aplikaci **natěradel**. Jsou to zejména: silikonové oleje, pasty, emulze a laky, roztoky anorganických solí (chloridu vápenatého, síranu zinečnatého, uhličitanu zinečnatého a dusitanu sodného).



## ZÁKLADY TEORIE ADHEZE

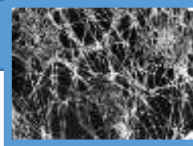
Postavení adheziv v technické praxi je protikladné ke skupině látek označovaných jako **maziva**. U obou typů materiálů sledujeme především **velikosti sil vytvářených při styku s povrchy** jiných materiálů.

V případě adheziv usilujeme o to, aby tyto síly byly co největší, v druhém případě se snažíme styčné síly minimalizovat.

Při spojování povrchů máme dvě možnosti:

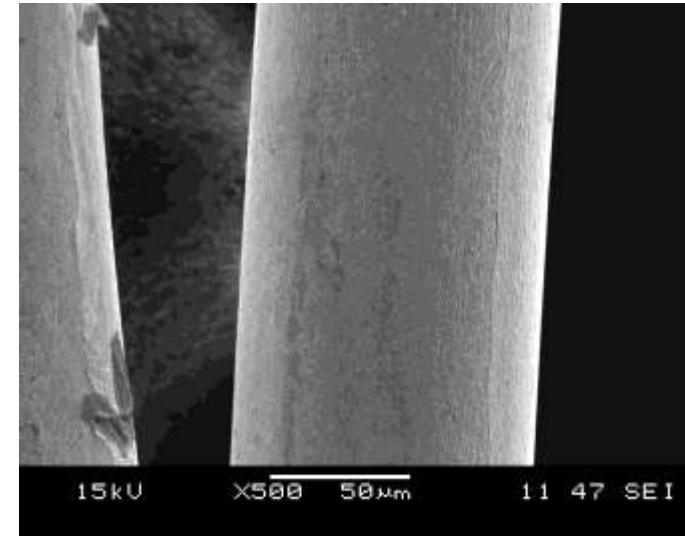
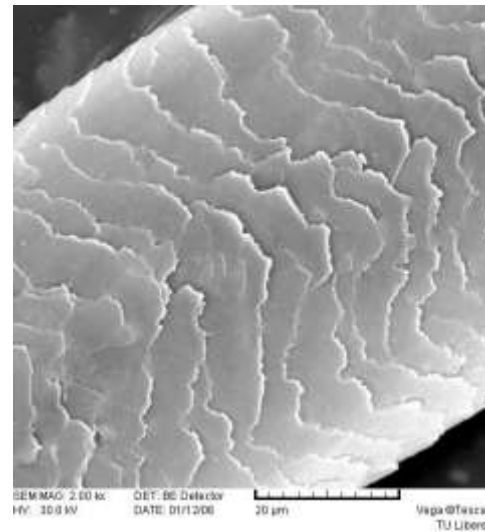
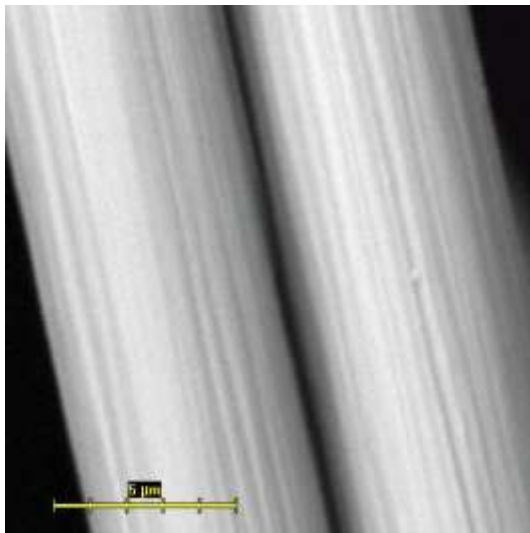
Vytvořit vazbu **mechanickou**. Příkladem prostředků pro dosažení mechanického spojení je šroubování, nýtování, přibíjení nebo vpichování, proplétání a prošívání u netkaných textilií, dále pak pletení a tkaní u klasických textilií.

Vytvořit vazbu **adhezní (fyzikálně chemickou)** postupy označovanými jako lepení, klížení, svařování nebo pojení u netkaných textilií.

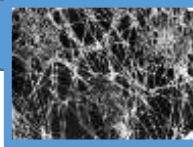


## Mechanismus adheze

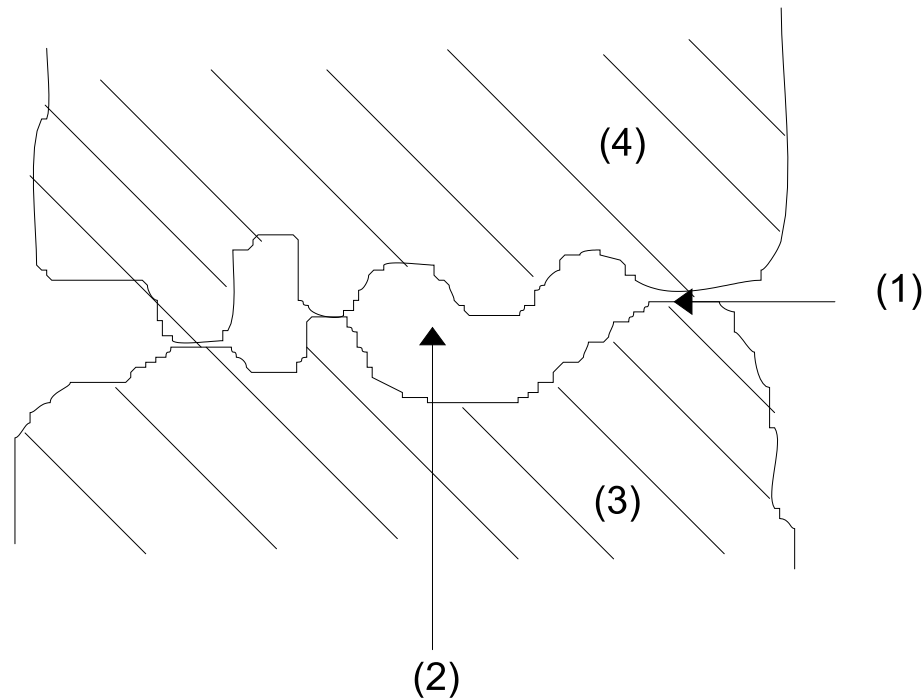
Při velkém zvětšení se i seberovnější povrch jeví **hrubý**. Nerovnosti povrchů způsobují, že při kontaktu pevných látek dochází k přímému styku jen malých částí jejich povrchů.



Odhaduje se, že při položení **dvou skleněných destiček** na sebe je v přímém kontaktu pouze 1% jejich plošného obsahu. Ze zkušenosti víme, že síla přitahující suché destičky k sobě je zanedbatelná. Velikost této síly můžeme podstatně zvětšit tím, že mezi destičky kápneme kapalinu, která zajistí téměř 100% využití plošného obsahu povrchu skleněné destičky pro přímý kontakt.

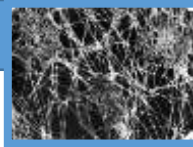


Důležitou roli při vytváření adhezního spoje hraje **využití povrchů adheziva i adherenda** pro přímý kontakt.



*Obr.III.2.2: Schematické znázornění přímého kontaktu (1) mezi dvěma pevnými tělesy (3) a (4). Vyplní-li se prázdný prostor (2) kapalinou, je tím podstatně zvětšena plocha přímého kontaktu mezi konstituenty spoje.*





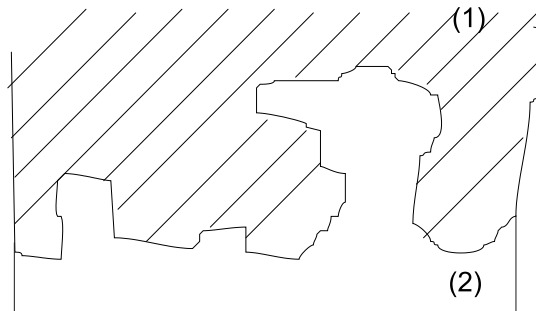
## TEORIE ADHEZE

### ***Teorie chemické adheze***

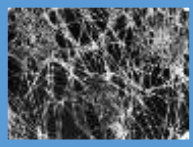
vznik chemických vazeb na rozhraní adheziva a adherenda.

### ***Teorie mechanické adheze***

představa o zaklesnutí lepených povrchů. Předpokládá se, že adhezivo obklopuje části adherenda, které jim pronikají podobně jak bylo popsáno u tunelového a lamelového spoje v netkaných textiliích. Podobné mechanismy lze předpokládat u adherend s porézním povrchem (textil, papír, zpěněné polymery).



*Příklad mechanické adheze mezi porézním povrchem adherenda (1) a adhezivem (2).*



## TEORIE ADHEZE

### ***Teorie elektrostatických sil***

Teorie elektrostatických sil byla vypracována Derjaginem, který přinesl experimentální důkaz o příspěvku elektrostatických sil v adhezním spoji. V průběhu lámání adhezních spojů zjistil změny rozložení elektrostatického náboje.

### ***Difusní teorie adheze***

Difusní teorie vysvětluje adhezní vazbu na základě vzájemného difusního pronikání molekul adheziva do oblastí adherenda a naopak.