

Obsah

Co jsou to nanovlákná?.....	2
Vlastnosti nanovláken.....	2
Výrobní metody.....	3
Princip technologie Nanospider.....	4
Použití.....	4
Filtreační prostředky.....	4
Biomedicína.....	5
Zvuková pohltivost materiálů.....	6
Hygiena.....	6
Konkrétné příklady.....	7
Izolace přírodních vláken.....	8
Barvení přírodních vláken.....	8
Prameny.....	9

Co jsou to nanovlákná?

Nanovlákná jsou vlákna submikronových průměrů. Pro představu: poměr velikosti průměru nanovlákná a fotbalového míče je srovnatelný s poměrem velikosti fotbalového míče a zeměkoule.

Vlastnosti nanovláken

- obrovský měrný povrch
- vysoká pórovitost a malé velikosti pórů
- průměry vláken: 50 – 500nm
- plošná váha: 0,5 - 5g/m²
- transparentnost – průměry nanovláken jsou výrazně menší než vlnová délka světla, což činí nanovlákná neviditelná pod optickým mikroskopem
- vynikající mechanické vlastnosti v poměru k jejich váze

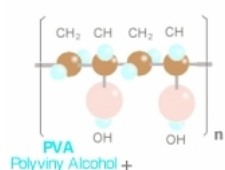
Výrobní náklady nanotextilií budou velmi nízké. Cena produkce se pohybuje v řádech korun za metr čtvereční.

Z čeho jsou nanovlákná vyrobena?

Nanovlákná vyráběná technologií NanospiderTM vznikají z roztoků polymerů. Používaný polymer je nejdůležitější parametr, který určuje výsledné vlastnosti nanovláknenných tkanin. Pracuje se na vývoji nanovláken z polymerů obou základů, tj. vodného i nevodného, a dokonce z biologicky rozložitelných polymerů, které budou využívány v oblasti medicíny.

A) Polymery rozpustné ve vodném roztoku

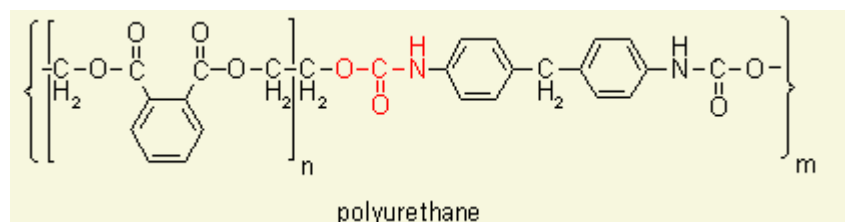
Polyvinylalkohol (PVA)



Polyvinylalkohol byl prvním polymerem používaným pro výrobu nanovláken v naší společnosti. PVA nanovláknenná vrstva potřebuje podstoupit reakci křížového spojení (CROSSLINKING), aby se stala stabilní ve vodním prostředí. PVA je jednoduchý vlákno-tvořící polymer a jeho slabé mechanické vlastnosti omezují oblasti jeho použití.

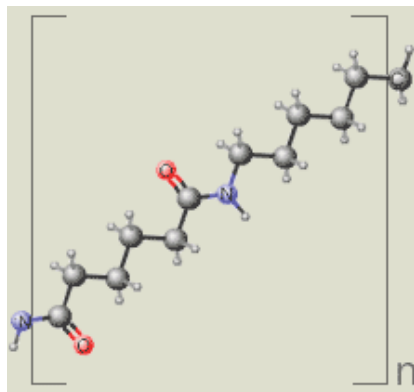
B) Polymery rozpustné v roztoku neobsahujícím vodu

Polyurethan (PUR)



Polyurethany jsou řetězce z polymerů, vyráběné reakcí multifunkčních isokyanátů s polyalkoholy (polyoly) - jsou to vlastně estery kyseliny karbamové. Mohou být použity i polymery s různými vlastnostmi kombinací různých di- nebo polyisokyanátů a di- nebo polyalkoholů.

Polyamid (PA)



Polyamidy jsou lineární polymery s řetězcem amidové skupiny – CONH-. Nejběžnější (a v naší společnosti také používané) jsou polyamidy obsahující alifatické řetězce. Polyamidy mají všeobecně dobré mechanické vlastnosti (houževnatost, tvrdost, odolnost proti odírání). Také mají dobré elektroizolační vlastnosti a odolnost proti elektrostatickému napětí. Jejich absorpce vody je omezená. Zmíněné vlastnosti je předurčují jako vhodný materiál pro výrobu nanovláken a vláken všeobecně.

Polyvinylester

Polyvinylestery jsou získávány z polyvinylalkoholových esterů. Nevznikají esterifikací polyvinylalkoholů, ale polymerací jednotlivých vinylesterů. Někdy se vyvíjejí nanovláknenné vrstvy z polyvinylacetátu.

Polyvinylacetát

Polyvinylacetáty vznikají jako kondenzační produkty polyvinylalkoholu s aldehydy. V naší společnosti používáme polyvinylbutyral, který má výborné adhezní účinky např. ke kovu. Tato a další vlastnosti mohou být upravovány v kombinaci s ostatními polymery nebo chemikáliemi.

Derivát kyseliny polyakrylové

Existuje široká řada derivátů kyseliny polyakrylové. Mohou se používat i funkční substituční deriváty nebo kombinace obou výše zmíněných. V důsledku široké variability derivátů a kopolymerů se také liší vlastnosti konečných polymerů. Důležitým představitelem této skupiny je např. polymethylmethacrylát, také zvaný HEMA. HEMA má široký rozsah využití v oblasti medicíny.

Výrobní metody

Nanovláknena jsou známá již po dlouhou dobu a jejich vývojem se zabývá mnoho výzkumných ústavů, proč tedy nejsme obklopeni tímto materiálem? Důvodem je výrobní technologie.

- **Rozpuštění polymerové matice** neomezeně bi-komponentních vláken (získají se v průměru sub-mikronové vlákna)
- **Elektrozvlákňování**

Žádná z těchto metod nenabízela průmyslového využití a dostatečnou výrobní kapacitu, dokud nebyla vynalezena technologie nazvaná NanospiderTM na Technické Univerzitě v Liberci, České republice. NanospiderTM, patentovaná technologie, je upravená metoda elektrozvlákňování z roztoků polymeru. Jeho hlavní výhodou je dramatický vzrůst výrobní kapacity, kterou tato metoda nabízí.

Princip procesu

V procesu elektrovlákňování se využívá vysokého napětí pro tvorbu elektricky nabitého proudu polymerních roztoků nebo rozpouštědel. S roztokem polymeru je spojena vysokovoltážní elektroda. Roztok se odstřeďuje přes kapiláru (otáčející se trysku). Díky vysokovoltážnímu elektrickému poli mezi špičkou kapiláry a uzemněného kolektoru (sběrného nosiče) pak Taylorův kužel, který se tvoří na špičce kapiláry, vyrábí vlákna o submikronovém průměru. Jak se nabitý proud přibližuje k protější sběrné elektrodě (kolektoru), začíná zrychlovat, štěpit se a ztenčovat se. Polymerový roztok se vypařuje a proudy se přetvářejí na pevná vlákna, která pak tvoří spojenou vrstvu vláken na povrchu

Princip technologie Nanospider

Princip NanospideruTM je založen na objevu, že je možné vytvořit Taylorův proud také z tenké vrstvy roztoku polymeru. Na rozdíl od ostatních metod Nanospider nepoužívá žádných trysek ani kapilár pro tvorbu vláken, ale používá válec. Válec je částečně ponořený v roztoku polymeru a jak se otáčí, nanáší na sebe určité množství



roztoku polymeru, to je přinášeno na vrchní část válce, kde se tvoří Taylorův kužel – počátek tvorby nanovláken.

Taylorovy proudy jsou vytvářeny blízko vedle sebe po celé délce válce, čímž je dosaženo vysoké výrobní kapacity zvlákňování hlavy NanospideruTM. Proudly roztoků polymeru jsou poté odpařením rozpouštědla přeměňovány a stávají se pevnými nanovláknými před tím, než dosáhnou protější sběrné elektrody.

Výrobní kapacita

Výrobní kapacita je funkcí:

- výrobní šířky
- počtu zvlákňovacích hlav umístěných v sérii
- stejnoměrné výrobní rychlosti
- požadované plošné váhy nanovláknenné vrstvy

Použití

Filtrační prostředky

Přívod čistého vzduchu je nutný i u některých průmyslových procesů, ke spalovacím motorům, turbogenerátorům. Také je potřeba čistit odpadní vzduch např. z jaderných elektráren.

Proč používat filtry s nanovláknými

Nanovláknenný materiál má velký měrný povrch při nízké hmotnosti, malé průměry vláken a je vysoce porézní. Velikost pórů v řádu několika nanometrů, což zabezpečuje neprůchodnost mikročastic či mikroorganismů, dokonce i virů. Malé průměry vláken zajišťují vysokou filtrační účinnost, ale současně je dosahováno i nízkého tlakového spádu. Nízká váha koresponduje s úspornou výrobou díky materiálovým úsporám.

Oblasti využití

Ve farmacii, elektrotechnickém průmyslu, chemickém průmyslu, automobilovém průmyslu (filtry ke spalovacím motorům, k turbogenerátorům), zdravotnictví (filtry na chirurgické sály apod.), kosmetice, potravinářství atd.

Biomedicína

Struktura nanovláknenné textilie je podobná struktuře mezibuněčné hmoty lidské tkáně, což umožňuje jejich široké využití v biomedicíně.

A) jako krycí a obvazový materiál



Textilie z nanovláken mohou být použity ke krytí ran, kde zajišťují průnik kyslíku, odtok exsudátu a současně brání bakteriím ve vstupu do rány. Zároveň na ně mohou být navázány některé podpůrné látky, jako jsou antimikrobiální a hemostatické léčiva nebo léčiva urychlující hojení;

B) ve tkáňovém inženýrství

Nanovláknna mohou být potenciálně využita ve tkáňovém inženýrství pro rekonstrukce kůže, kostí, cév, svalů i nervové tkáně, kde slouží jako nosiče buněk;

C) při enkapsulaci

Nanovláknenné materiály mají extrémně velký plošný povrch, který se může využít pro řízené doručování a uvolňování léčiv;

D) ve filtračních systémech

Separáční membrány s definovatelnými vlastnostmi, inteligentní filtry s antibakteriálními účinky nebo s navázanými protilátkami.



E) Roušky

Do textilií, které mají sloužit jako obličejové roušky, zatím odborníci zkoušejí přidávat stříbro, které má silné antivirové účinky. U superfiltračních materiálů, např. pro vzduchové filtry na operačních sálech, už se stříbro ostatně využívá už nyní.

Dosavadní pokusy totiž prokázaly, že nové materiály díky různým přísadám zastavují silné krvácení, dokonce i v játrech, urychlují proces hojení a přitom zabraňují srůstu orgánů s okolím. Nanovláknenný materiál se také vstřebává bez následků a vedlejších účinků.

Zvuková pohltivost materiálů

V automobilovém průmyslu, letectví a ve stavebnictví, v audiovizuálních učebnách (to jsem vymyslela sama 😊)

Jedná se o snížení zvukové energie v prostoru na plochách rozhraní nebo na předmětech v prostoru, kde je jen jistá část energie odražena. Zvuková energie je při jejím vniknutí do porézního materiálu přeměňována na teplo (tzv. disipace). Absorpční vlastnosti materiálu se udávají ve stupni absorpce zvuku ALFA a je to poměr pohlcené energie k celkové zvukové energii, která přichází k objektu. Při úplné pohltivosti ALFA = 1, při úplné reflexi ALFA = 0. Čím menší je tento koeficient, tím větší jsou zvukové ozvěny rezonance v prostoru.

Oblast využití

Komponenty pro automobilový průmysl, letecký průmysl, stavebnictví a strojí průmysl, zvuková studia, koncertní sály, přednáškové síně, divadla, kina, učebny, stadióny, průmyslové haly atd.

Nanovláknenný materiál má jedinečnou schopnost pohlcovat zvuk při nízkých frekvencích a současně neztrácí schopnost pohltivosti pro vyšší zvukové frekvence. Nanovláknenná vrstva plní funkci membrány, rezonující na nízké frekvenci. Tento charakter je dán nanorozměry mezivláknenných prostorů. Dopadne-li na akustickou rezonanční membránu zvukové vlnění, uvede ji do vynucených kmitů, jejichž amplituda je maximální v případě rezonance. Pavučina zajišťuje dostatečný útlum rezonující membrány tak, aby co největší množství zvukové energie, nashromážděné v rezonátoru, bylo přeměněno v teplo. Jednotlivé rezonanční prvky jsou sdruženy do jednoho rezonančního systému položením těchto prvků na sebe.

Hygiena



Některé skupiny materiálů nabízejí jemný povrch a vysokou propustnost vzduchu, což jsou vlastnosti zvláště požadované v hygienických výrobcích. Nanovláknena mohou být hydrofobně nebo hydrofilně upravena pro nejrůznější účely. Na bázi stejného polymeru může vzniknout hydrofobní materiál, avšak při zvláknění technologií Nanospider se stává nanovláknenná textilie hydrofilní. Hydrofilně upravená nanovláknena mohou být použita v mnoha absorpčních výrobcích, jako jsou např. plenky, ubrousky, utěrky apod.

Kosmetika



Mohou vzniknout nové výrobky pro pokročilou komplexní péči, jako jsou např. výrobky s čistícími nebo hojivými účinky. Současná péče o pleť zahrnuje také umývací prostředky kapesníčky či utěrky, které obsahují pevné nebo kapalné částičky, jež při aplikaci na tvář lépe migrují do citlivých oblastí, jako jsou nos a oči. Elektrostaticky zvlákněná polymerní nanovláknena již byla vyzkoušena jako kosmetická pleťová maska pro hojení pleti, její čištění nebo pro léčebné účely.

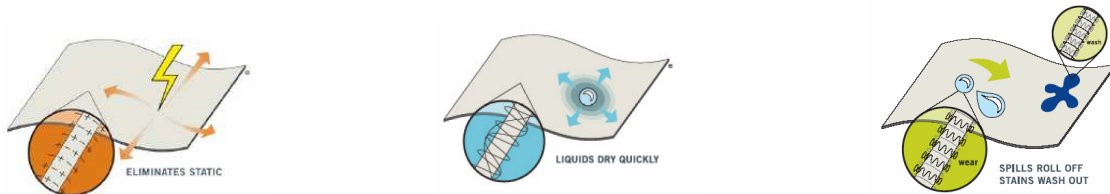
Bylo dokázáno, že PA 6/12 skýtá pozitivní vlivy na lidskou pokožku. Polštářky s PA 6/12 odstraňují mastný a lesklý vzhled obličeje.

Konkrétní příklady pro zajímavost

Chřipkové viry, a tedy i virus ptačí chřipky patří mezi takzvané ortomyxoviry. Jejich viriony (základní částice schopné infekce) obsahují dědičnou informaci obalenou v bílkovinném plášti (nukleokapsidu). V důsledku toho dosahuje jejich velikost zhruba 100 nanometrů. Obličejové roušky vyrobené z nanotextilie "utkané" na Nanospideru by tedy naši dýchací soustavu před invazí neznámých návštěvníků uchránily, protože "průchody" mezi jejich vlákny jsou široké jen několik nanometrů.

Firma Nanotex nabízí oblečení z nanotextilií, které

- je odolné vůči elektrickému náboji
- nepropouští vodu, ale ven propouští páry
- pohlcuje pach
- je chladivé



Izolace přírodních vláken

Bavlna

Získávána z balníku, který roste hl. v USA, Indii, a Egyptě. Z tobolek velikosti ořechu se ručně nebo kombajny vytahují chomáče semen porostlých bílými jednobuněčnými vlákny. Semena se oddělují **vyzrňovacími** stroji. Komě oleje se z nich získávají krátká nespřadatelná vlákna „**linters**“ užívaná jako čistá celulóza k výrobě uměl. hedvábí. Šroubovitě stočené látko bavlníku je široké asi $12-45 \times 10^{-6}$ m a široké $4-8 \times 10^{-6}$ m, je pokryté voskovitou pokožkou kutikulou.

Postup výroby v přádelnách

- a) příprava předuva = uvolňování vláken a jejich uspořádání do délky
- b) výroba přástu spočívá v rovnoměrném rozložení předuva, aby se dalo ztenčovat spřádáním
- c) spřádání protáhne přást na žádanou tloušťku a zakroucením získáme pevnost

Len

Pěstuje se především v pobaltských státech, v Polsku, Belgii nebo Nizozemí.

Lýko je spojeno rostlinným kličem s pokožkou a s dřevitou vnitřní hmotou zvanou pazdeří. **Rosením** na poli a **máčením** ve vodě se biologickou cestou klič rozloží. Uvolněné cévní svazky se v **tírnách** po rozlámání stonku zbaví na **potěracích** strojích pazdeří a **vochlováním** rozdělí na jemná vlákna. Technická vlákna dlouhá 30 až 90 cm jsou složená z jednobuněčných vláken, dlouhých asi 2,5 mm.

Juta

Pochází z tropické rostliny, která dorůstá 5 metrů výšky a síly 25 mm. Z uřezaných vymáčených stonků se lýko loupe ručně.

Konopí manilské

Nazýváme ho též **abaka**, pochází z cévních svazků listů a lodyh banánovníku vláknitého z Filipín a Indonésie. Jejich lehká, pevná, tuhá, trvanlivá vlákna se hodí na lana, jemnější na dámské klobouky. Stonky konopí jsou 1-2 metry dlouhé, na vlákno se sklízí v září v době květu samčích rostlin. Sklízí se spec. žacími stroji .

Kokosové vlákno

Je známé též jako **koir**, tvoří obal ořechů palmy kokosové. Je hnědo červené, asi 30 cm dlouhé, tvrdé, pevné a pružné, odolné proti oděru. Používá se na hrubé koberce, rohože, lana. Získává se oloupáváním z kokosových ořechů.

Barvení přírodních vláken

Předpokladem pro to, aby se látka stala barvivem, je její schopnost vázat se na vlákno. Proto je chemická a fyzikální struktura vlákna při barvicím procesu stejně důležitá jako konstituce barviva. Nejvýznačnějším rostlinným vláknem je bavlna, což je v podstatě celuloza se základní stavební celobinosovou jednotkou.

Další celulosová vlákna jsou: juta, konopí, len, ramie, sisal, atd. Barvení textilních celulosových vláken se provádí dvěma způsoby.

A/ Klocovací postup

Textilní materiál (tkanina nebo pletenina) je smočen průchodem barvicí lázni obsahující buď vodorozpustné barvivo nebo disperzi barviva. Přebytečná lázeň je následně odměčknuta mezi dvěma válci a následuje fixace barviva, které zůstává na povrchu vláken. Způsob fixace závisí na typu barviva - paření, horkovzdušně, odležením event. v kombinaci s klocováním další chemikálií.

B/ Vytahovací postup

Barvený textilní materiál (v různé formě zpracování - stříž, přást, tkanina atd.) je zpracováván ve vodném roztoku barviva většinou za zvýšené teploty (do 100°C).

V procesu barvení je možno rozlišit dva kroky.

1. Přechod barviva do takové blízkosti makromolekul vlákna, aby se začaly uplatňovat přitažlivé síly krátkého dosahu mezi molekulami barviva a barveným vláknem - především vazby vodíkovými můstky a vazba na základě van der Waalsových sil. Celulosová vlákna ve vodných barvicích lázních vykazují záporný povrchový potenciál, který lze prokázat stanovením záporné hodnoty dzeta potenciálu vlákna. Také používaná barviva jsou aniontového charakteru, nesou také více nebo méně výrazný záporný náboj. Přídavkem silného elektrolytu do barvicí lázně je komprimována elektrická dvojrstva celulosového vlákna, čímž poklesne záporná hodnota jeho dzeta potenciálu. Současně vlivem přídavku elektrolytu se sníží disociace molekul barviva a dojde k asociaci těchto molekul na vyšší asociáty. Souhrn popsanych jevů vede k převaze přitažlivých sil nad odpudivými mezi barvivem a vláknem - molekuly barviva se sorbují na povrchu vlákna a v důsledku koncentračního spádu molekuly barviva difundují při dostatečně vysoké teplotě do vláken.

2. Současně (nebo v následném kroku) se vytvoří vazebné interakce mezi vláknem a barvivem.

Uplatňují se následující typy vazebných interakcí (v některých případech i současně).

- a) Poměrně slabé vazby vodíkovými můstky a vazby na základě van der Waalsových sil. Takto jsou vázána např. přímá barviva event. hydrolysovaný podíl reaktivních barviv.
- b) Mezi barvivem a vláknem se vytvoří kovalentní vazba - barviva reaktivní.
- c) Původně vodorozpustné barvivo (nebo jeho prekurzory) v mezi- molekulových prostorech vlákna vytvoří ve vodě nerozpustnou formu (pigment) a tak jsou na vlákně dostatečně pevně fixována.

Vzhledem ke své nerozpustnosti ve vodě nemohou při dalších modrých procesech (praní) difundovat z vlákn do okolní lázně. Jedná se o barviva sirná, kypová, indigosoly, nerozpustná azová atd. Pro uplatnění vazebných interakcí je nutné, aby molekula barviva měla vhodný tvar s ohledem na lineární charakter makromolekuly celulosy. Vhodná jsou proto lineární polyazobarviva, nebo větší planární molekuly některých kypových barviv.

Zajímavost

Benzidinová barviva jsou založena na tzv. benzidinu a kde bylo asi před 40-ti lety zjištěno, že zbytkový benzidin v barvivu způsobuje rakovinu močového měchýře. Takže tato barviva byla v Evropě a USA bez odkladu zakázána vyrábět a prodávat.

Prameny

Internet

www.nanospider.cz
www.greenyarn.com
www.ft.vslib.cz
splhej.wz.cz

Knihy

Cvrček a kolektiv: Nauka o výrobě a zboží pro II. ročník SEŠ. SPN, Praha 1973