

Textilní nanomateriály

Modifikace nanovláken

Opakování

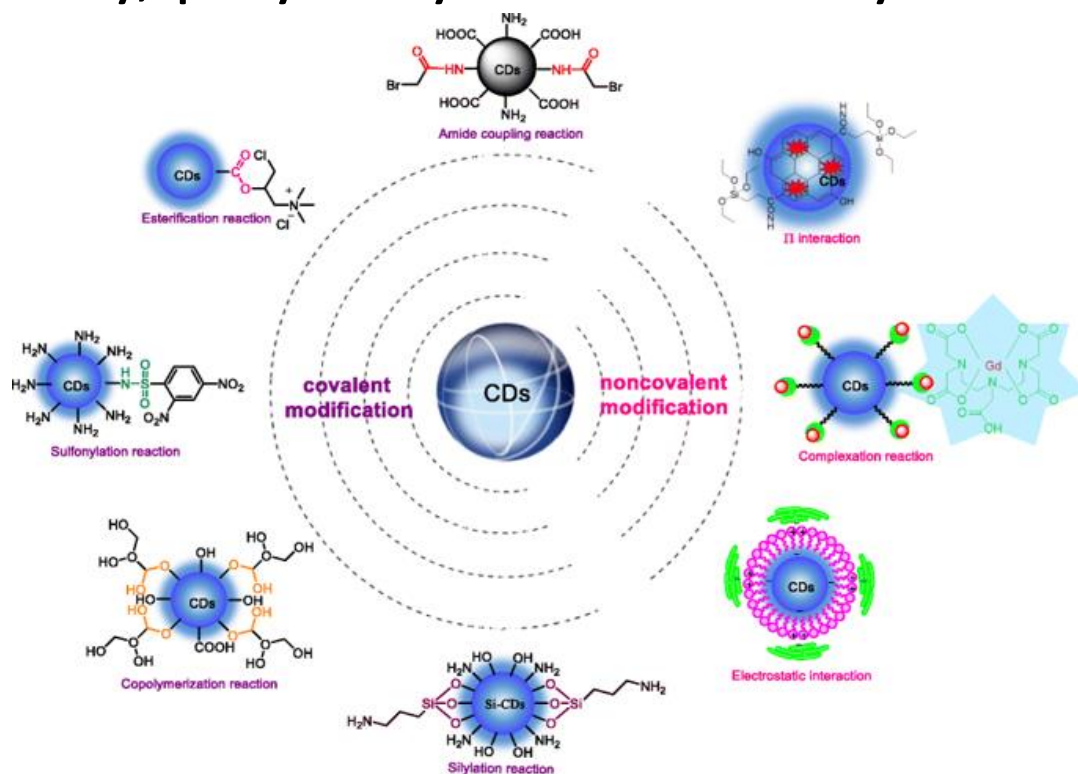
- Výroba nanovláken:
 - Elektrické zvlákňování
 - Stejnosměrné zvlákňování
 - Střídavé zvlákňování
 - Odstředivé zvlákňování
 - Melt-blown
 - Bikomponentní vlákna
 - Drawing
 - Syntéza šablonou
 - Fázová separace
 - Samosestavování

Modifikace

- Pro různé aplikace je potřeba vyrábět nanovlákná s definovanými vlastnostmi
- Vlastnosti nanovláken ovlivňují smáčivost, elektrickou vodivost, optické vlastnosti, biokompatibilitu, ...
- Modifikací nanovláken rozšíříme jejich možné využití

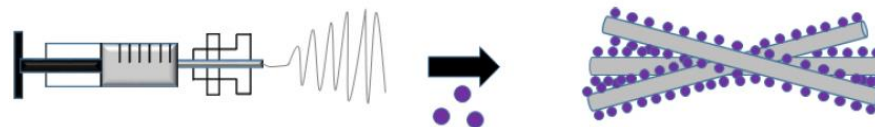
Modifikace povrchu

- Na povrch materiálu navážeme specifické molekuly
- Jedná se o: malé molekuly, povrchově aktivní látky, dendrimery, polymery a biomolekuly



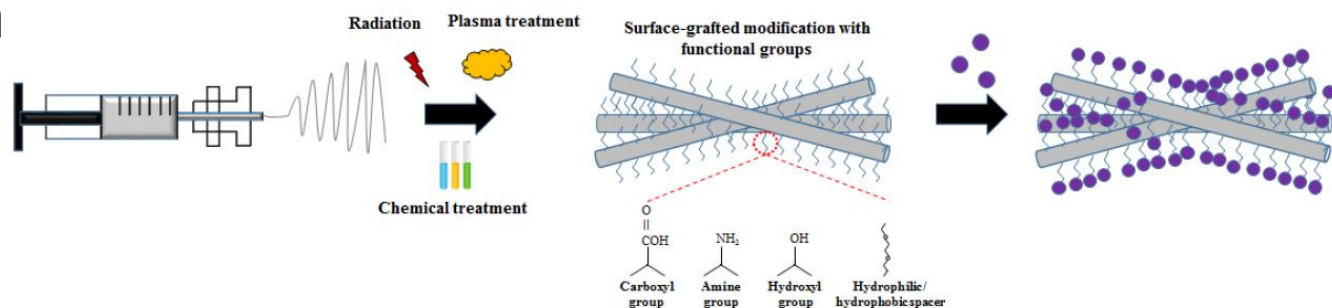
Způsoby modifikace

- Fyzikální adsorpce



- Roubováním

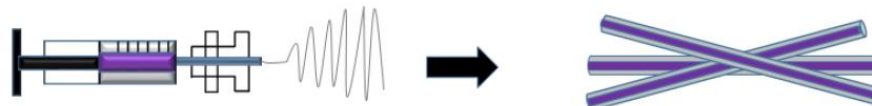
- Plazmou
- Zářením
- Chemicky



- Zvlákňování směsi



- Koaxiální zvlákňování



Fyzikální adsorpce

- Navázání specifických molekul na povrch materiálu je dosaženo pomocí nevazebných interakcí
 - Vodíkové můstky
 - Hydrofobní interakce
 - Elektrostatické síly
- Nevýhodou fyzikální adsorpce je rychlé uvolňování navázaných molekul
- K fyzikální modifikaci povrchu je využívána metoda povlakování

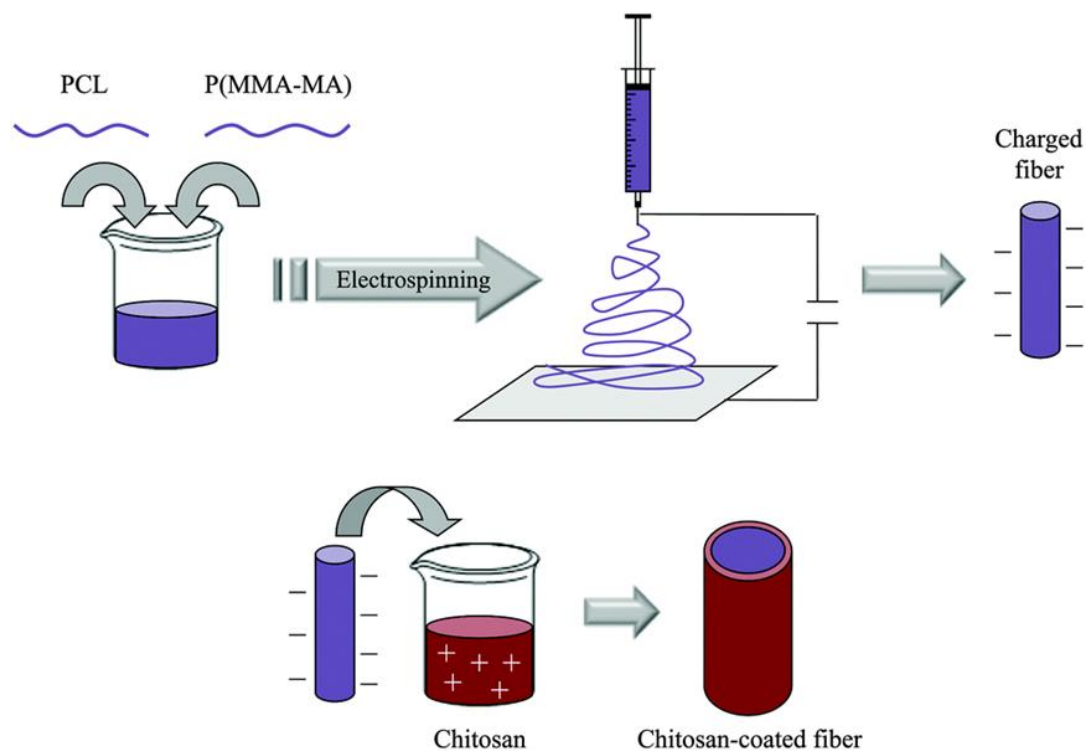
Povlakování

- Vytvoření jedné nebo více vrstev na povrchu materiálu
- Vytvořený povlak může být uspořádaný nebo neuspořádaný
- Metody povlakování:
 - Suchá cesta – fyzikální depozice, chemická depozice
 - Mokrý cesta – sol-gel proces, emulgace, odpařování rozpouštědla

Využití povlakování

- Vytvořený povlak na povrchu materiálu může být využit pro:
 - Ochranu před rychlou degradací
 - Kontrolu rychlosti uvolňování látek
 - Prodloužení doby funkčnosti bioaktivních látek
 - Vytvoření antimikrobiálního filmu
 - Vytvoření vodivých vláken
 - ...

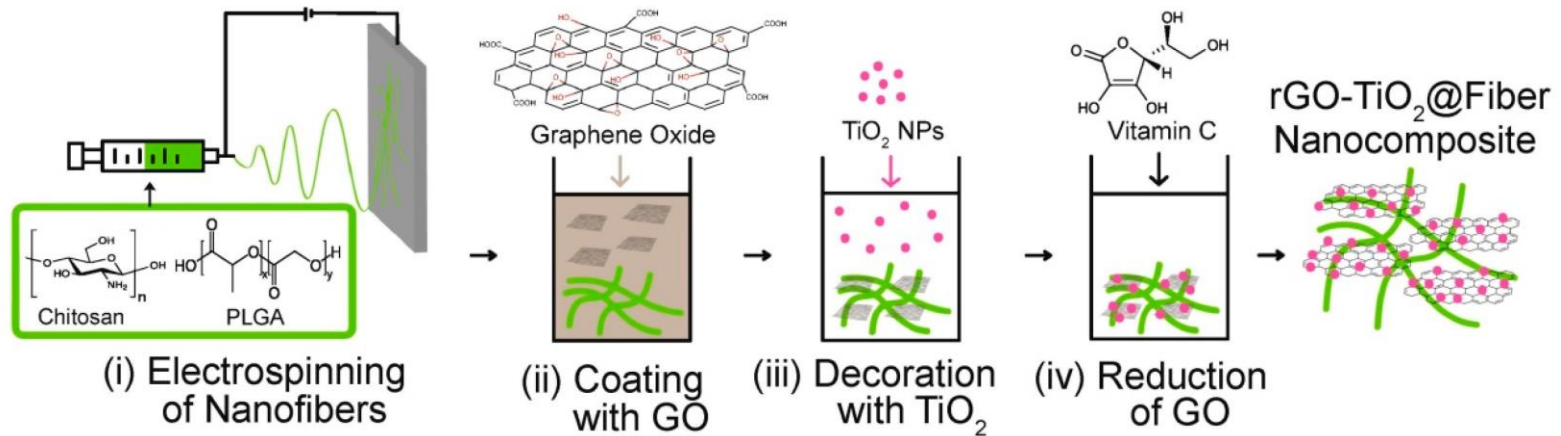
Antimikrobiální film



Chitosan-coated electrospun nanofibers with antibacterial activity

Vodivá vlákna

- Pomocí povlaku je možné vytvořit vodivá vlákna i z jinak nevodivých, nebo málo vodivých vláken



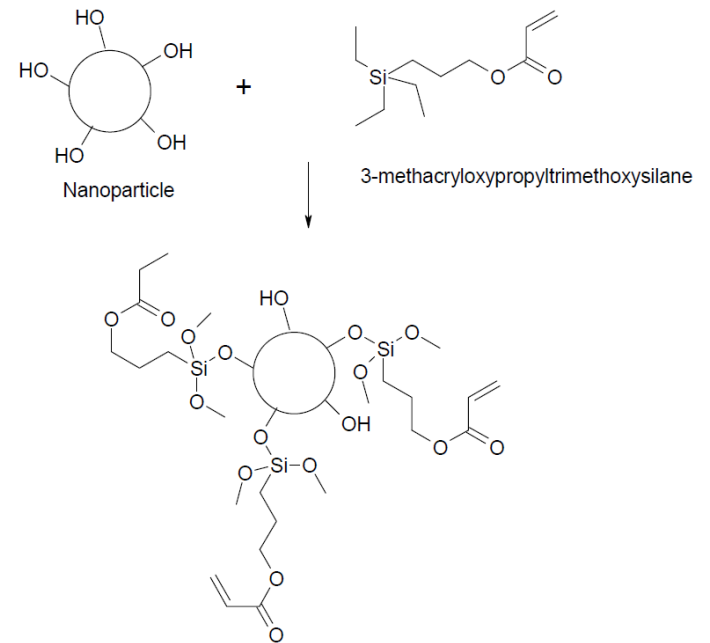
Schematic diagram of fabrication of nanocomposite-enabled nanofibers (rGO-TiO₂@Fiber). (i) Generation of amine-functionalized fibrous mats by electrospinning a mixture of poly(lactic-co-glycolic) acid (PLGA) and chitosan (10:1 mass ratio, respectively). (ii) Dip-coating of fibers in graphene oxide (GO). (iii) Dip-coating in titanium dioxide nanoparticle (TiO₂ NP) suspension at pH 4. (iv) Reduction of GO with vitamin C for two hours.

Roubování

- Spočívá ve vytvoření funkčních skupin na povrchu materiálu
- Vznik kovalentních vazeb mezi funkční skupinou materiálu a přidanou molekulou

- Roubování může nastat:

- Plazmou
- Zářením
- Chemicky

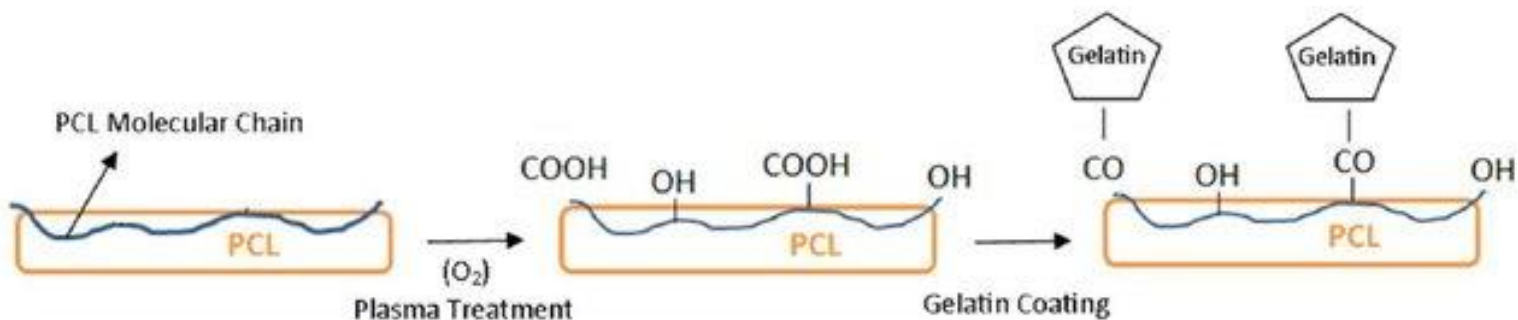


Roubování plazmou

- Plazma je vysokoenergetický stav hmoty, ve kterém je plyn částečně ionizován na nabitě částice, elektrony a neutrální molekuly
- K roubování plazmou se nejčastěji využívá kyslík, amoniak, argon, nebo vzduch
- Vytvoření funkčních skupin na povrchu materiálu
 - Karboxylové, karbonylové, hydroxylové, aminové

Roubování plazmou

- Na vytvořené funkční skupiny se následně mohou vázat biomolekuly, které vedou ke zvýšení buněčné adheze a proliferace

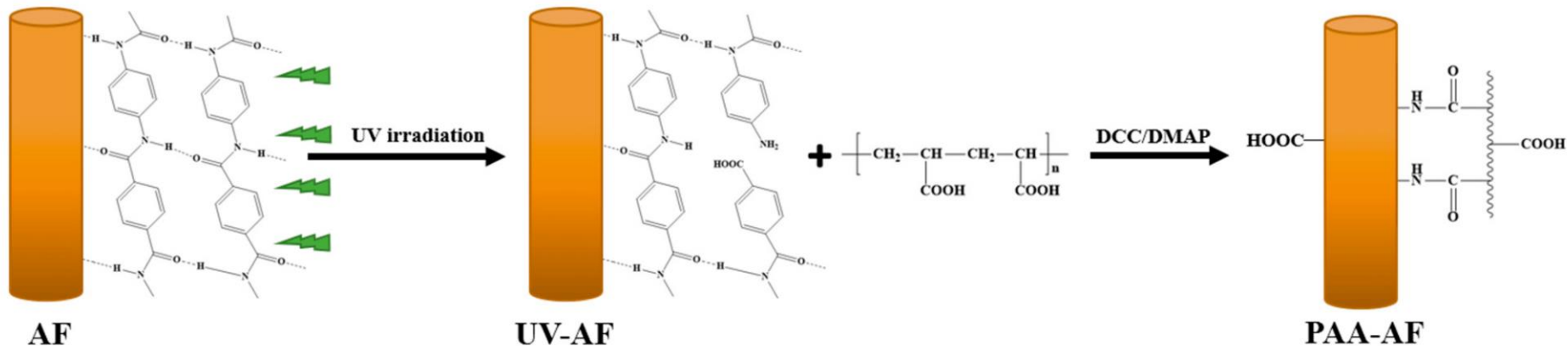


Reaction scheme of the surface modification process of PCL nanofibers. Air plasma treatment was used to introduce carboxyl groups onto the PCL nanofiber surface, followed by the covalent attachment of gelatin molecules.

Roubování zářením

- K úpravě povrchu se využívá UV záření nebo gama záření
- Skrz záření jsou vytvářena reaktivní místa, která se po vystavení plynu mohou stát funkčními skupinami nebo mohou být použita ke štěpení polymerního řetězce
- Změnou dávky záření lze upravit průnik paprsků
- Ve srovnání s plazmatickou úpravou dochází k modifikaci i v materiálu

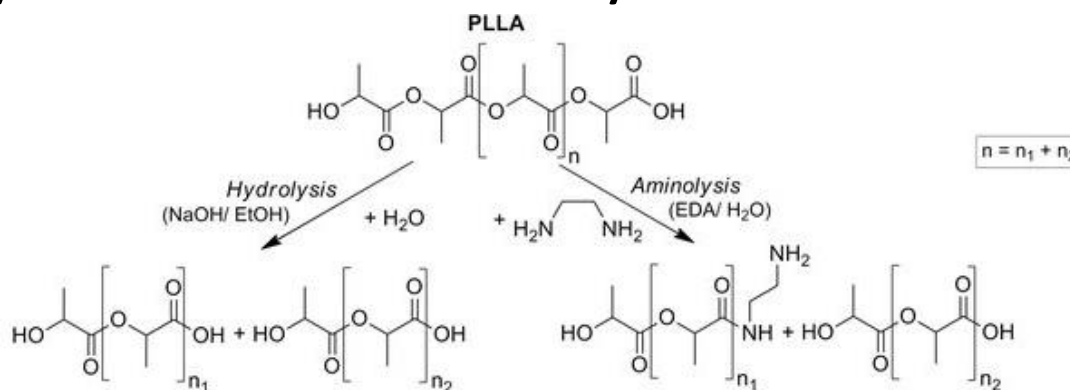
Roubování zářením



Schematic diagram of the preparation of the aramid fiber decorated with silica (SiO_2 @AF) hybrid materials and the natural rubber (NR) composites. AF, aramid fiber; SiO_2 , silica; DCC, dicyclohexylcarbodiimide; DMAP, 4-dimethylaminopyridine; PAA-AF, AF modified with polyacrylic acid; APES- SiO_2 , SiO_2 modified by 3-aminopropyltriethoxysilane.

Roubování chemicky

- K roubování se využívají kyselá nebo zásaditá činidla
- Na povrchu materiálu se vytvoří karboxylové nebo hydroxylové skupiny excizí esterových vazeb
- Výsledkem procesu je vytvoření karboxylových a hydroxylových skupin na povrchu konvenčních hydroxyesterů bez chemických funkčních skupin

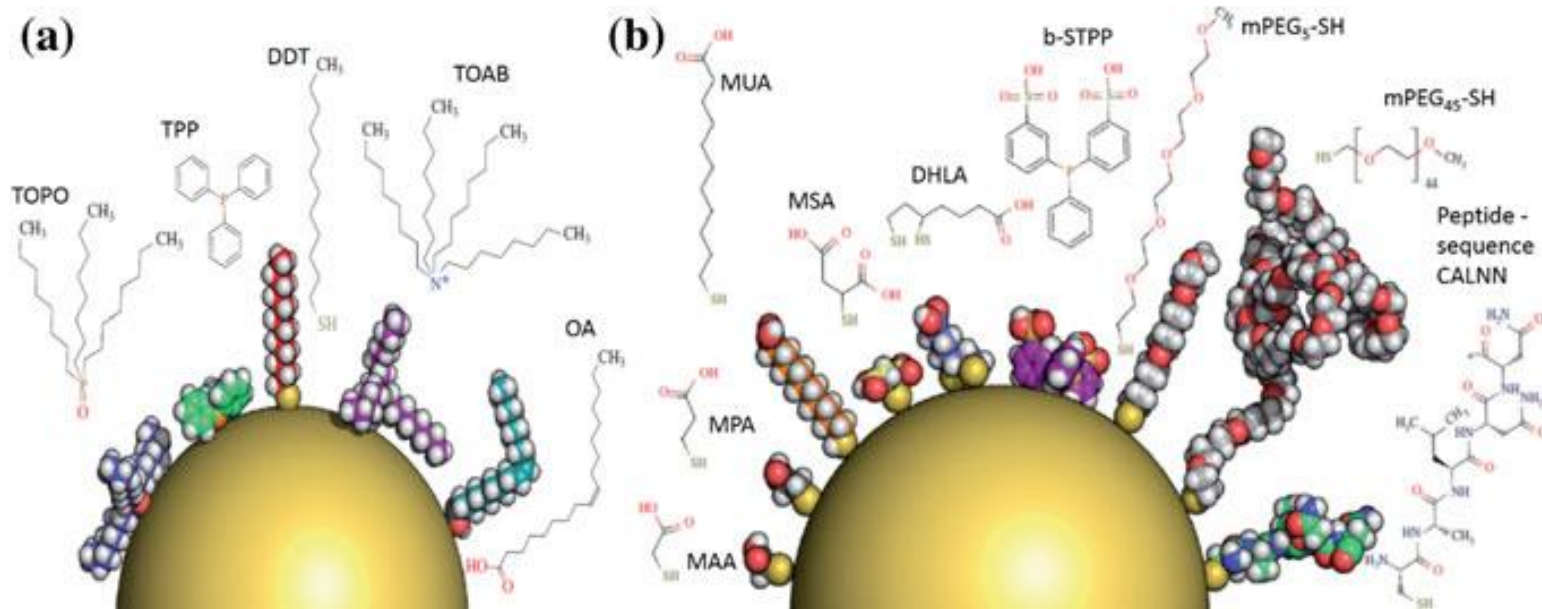


Využití roubování

- Roubováním měníme chemické složení materiálu
- Modifikace je oproti fyzikální adsorpci stálá
- Specifické molekuly navázané na materiál mohou být využity k:
 - Úpravě smáčivosti
 - Podpoře buněčné adheze
 - Fluorescenčnímu barvení
 - ...

Úprava smáčivosti

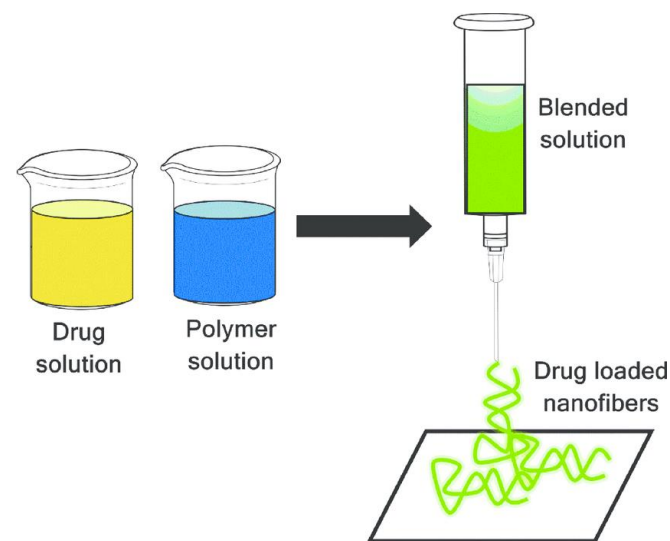
- Navázáním specifických molekul na povrch materiálu lze vytvořit hydrofobní / hydrofilní povrch



Surface modification of NPs using hydrophobic ligand molecules (a) and hydrophilic ligand molecules (b).

Zvlákňování směsi

- Specifické molekuly jsou přidány do polymerního roztoku
- Dochází ke zvlákňování směsi, tzv. blendu
- Ve srovnání s fyzikální adsorpcí probíhá pomalejší uvolňování částic
- K vytvoření blendů mohou sloužit: antibiotika, peptidy, proteiny, růstové faktory, ale také organické a anorganické částice

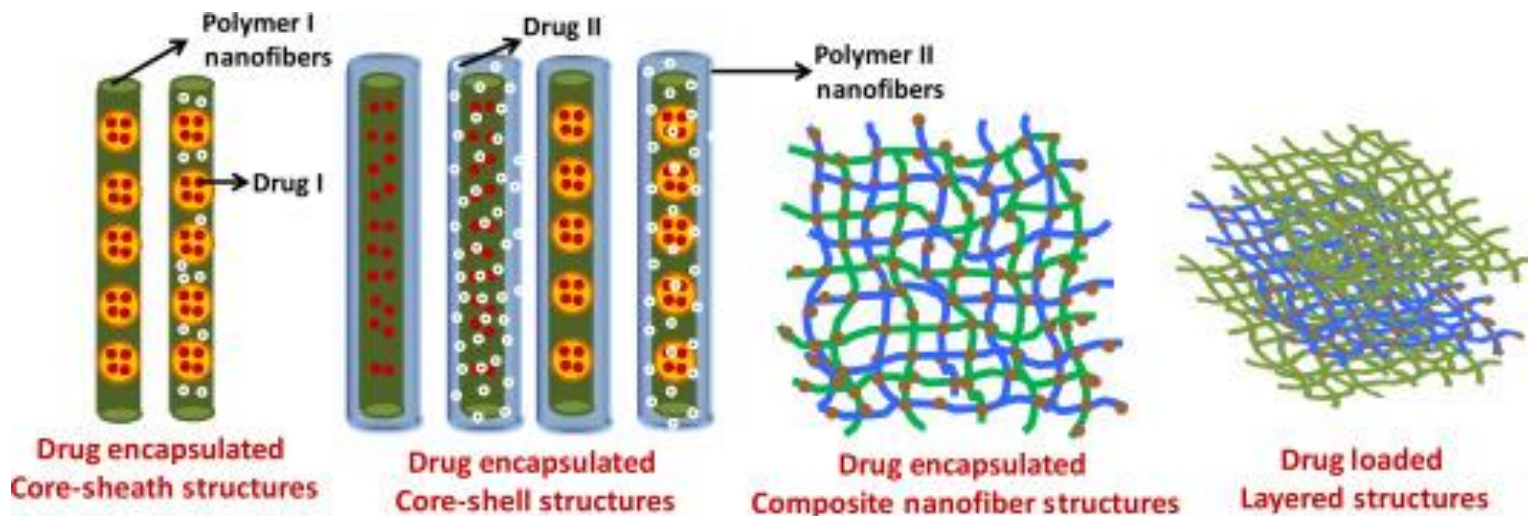


Využití zvláknění směsí

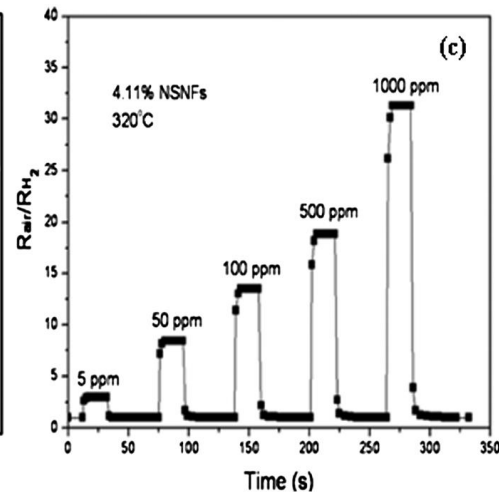
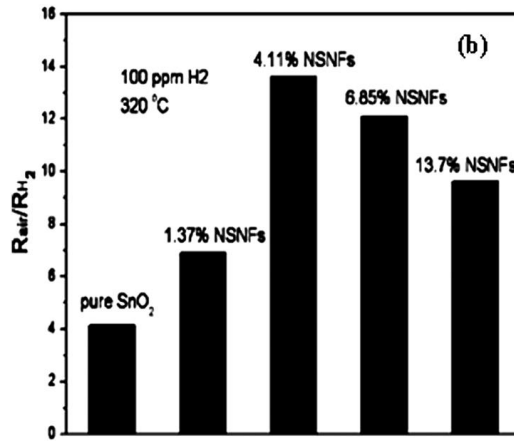
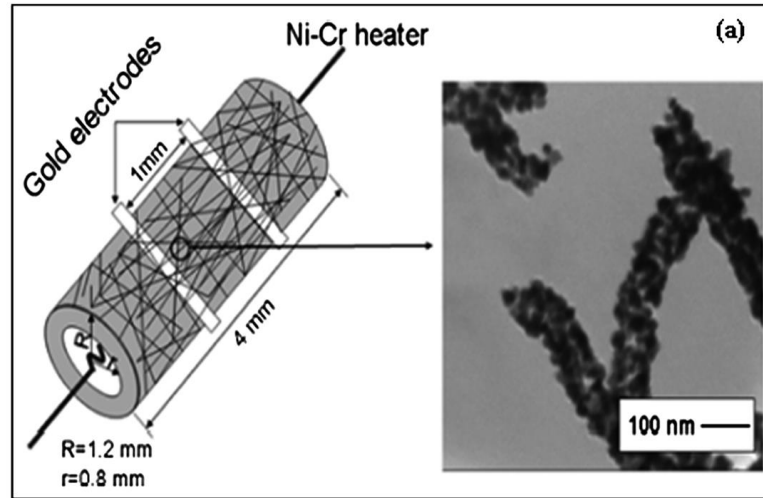
- Vytvoření kompozitních nanovláken
- Vlivem degradace vlákna dochází k postupnému uvolňování látek do svého okolí
- Nanovlákná připravená ze směsí mají využití v řadě oblastí, zejména v:
 - Tkáňovém inženýrství
 - Dodávání léčiv
 - Energetických systémech
 - Senzorech
 - Filtraci
 - ...

Dodávání léčiv

- Cílené dodávání léčiv přímo v daném místě
- Vlivem degradace vlákna dochází k postupnému uvolňování léčiv



Senzory



SEM images of (a) 4.11 mol% NiO–SnO₂ composite nanofibers, (b) responses of the sensors to 100 ppm H₂ at 320 C, (c) response and recovery characteristic curves of the sensor based on 4.11 mol% NSNFs to H₂ in the range of 5–1000 ppm at 320 C.99

Děkuji za pozornost!

TEST

- Jaké metody modifikace nanovláken existují?
- Jakým způsobem vytvoříte dočasnou modifikaci?
- Jaké jsou možné způsoby roubování?
- K čemu je vhodné zvlákňování směsí?