

Superhydrofóbní povrchy

1. Úvod

Tato semestrální práce pojednává o superhydrofóbních površích z článku od:

Minglin Ma, Randal M. Hill

Institute for Soldier Nanotechnologies and Department of Chemical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge 01239, Massachusetts, USA

Dow Corning Corp., Midland, MI 48686, USA

Superhydrofóbní povrchy jsou takové, které mají s kapalinou velké kontaktní úhly (WCAs). Díky těmto povrchům se mohou vytvářet například samočisticí textilie. Nové publikace dokumentují, jak tyto povrchy vyrábět a díky nim sledovat a porozumět chování mezi povrchovou morfologií a kapalinou.

Mnoho přírodních povrchů je vysoce hydrofóbních a samočisticích. Mohou to být například křídla motýlů či listy rostlin lotusu a indiánské řeřichy. Je dobré vědět, že listy lotusu udržují s kapalinou $WCAs > 160^\circ$ a nulový posuvný úhel díky použití parafinových voskových krystalů obsahujících převážně skupiny $-CH_2-$. V přírodě se nevyžaduje nižší povrchová energie $-CH_3-$ skupin nebo fluorovaných uhlovodíků k dosažení těchto účinků. Naopak se využívá schopnost řídit morfologii povrchu na mikronových a nanometrických stupnicích. Tato funkce umožňuje nový přístup pro inženýrské povrchy.

Kontrola samočištění a vlhčení povrchů je velice důležitá problematika, která se uplatňuje v mnoha různých technologických odvětvích, jako jsou například povrchy satelitů, solárních panelů, fotovoltaických článků, sklo, V textilu se samočisticí povrchy používají zejména u doktorských plášťů, kde je nežádoucí, aby tělní tekutiny zasychaly na oblečení personálu nemocnice. Dále se můžou používat v zaměstnáních, kde člověk přichází často do kontaktu s vodou.

2. Zušlechťování materiálu s nízkou povrchovou energií

2.1 Fluorované uhlovodíky

Fluorované polymery jsou zajímavé díky svým nízkým povrchovým energiím. Díky zušlechťování určitými procesy, dochází až k superhydrofóbitě. V článku od Zhang et al. byl například uveden jednoduchý, ale účinný postup k hydrofóbitě, za použití tenkého tetrafluorethylenového filmu. Tento film se skládal z vláknitých krystalů, mezi nimiž byly prázdné prostory, o kterých se domnívá, že mohou za hydrofóbitu vláknité vrstvy. V dalším článku byl Teflon upraven kyslíkovou plazmou. Tento povrch měl $WCAs > 168^\circ$. V článku od Yabu and Shimomura byla připravena porézní superhydrofóbní membrána, odléváním roztoku fluorovaného blokového polymeru, ve vlhkém prostředí. Membrána byla také transparentní díky malé velikosti pórů.

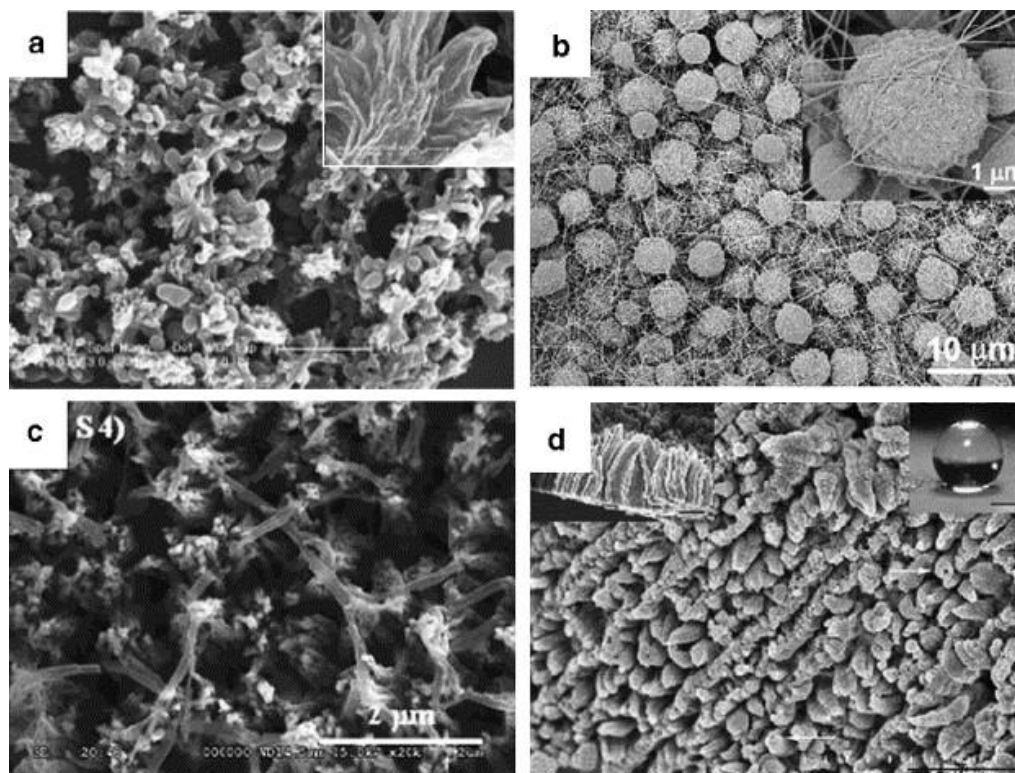
2.2 Silikony

Dalším velice dobrým a známým materiálem s nízkou povrchovou energií je polydimethylsiloxan (PDMS). Díky své vnitřní deformovatelnosti a hydrofóbním vlastnostem lze PDMS snadno vyrobit a použít jako superhydrofóbní povrch. V článku od Khorasani et al. bylo PDMS modifikováno za použití CO_2 -pulsního laseru jako impulzního

zdroje. WCAs dosahovalo na takto ošetřeném PDMS až 175° což bylo pravděpodobně způsobené porozitou a uspořádáním řetězce na povrchu PDMS.

2.3 Organické materiály

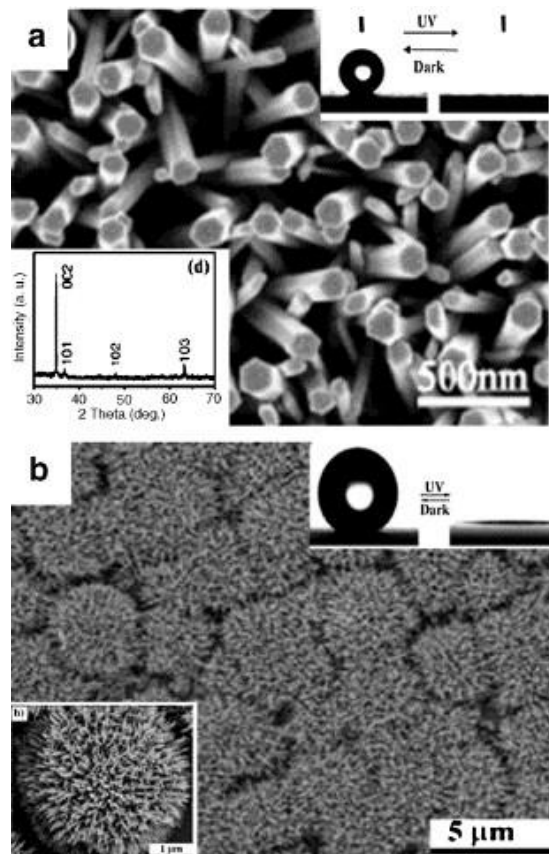
V nedávné době bylo dokázáno, že lze vyrobit superhydrofóbní povrchy z organických materiálů. V článku Lu et al. byl ukázán levný a jednoduchý postup jak vyrobit vysoce porézní superhydrofóbní povrch PE, regulováním jeho krystalizačního chování. WCAs $>173^\circ$ bylo dosaženo přidáním nerozpouštědla cyklohexanolu do roztoku PE/xylenu, kdy ve struktuře začínaly vznikat nanostrukturované krystalické struktury, podobné květinám.



Obrázek 1 Sem snímky superhydrofóbních povrchů a) květinová krystalická struktura z PE b) PS povrch vyrobený technologií electrospinning a electro-spraying c) zarovnané PS nanovlákná replikované z nanoporézního anodického oxidu hlinitého d) Dvouvrstvý poly (alkylpyrrolonový) film vyrobený elektrochemickou polymerací.

2.4 Anorganické materiály

Několik superhydrofóbních anorganických povrchů bylo vyrobeno z ZnO a TiO₂. V článku Feng et al. jsou ZnO nanotyče syntetizovány pomocí dvou kroků. Nanotyčové filmy ZnO byly superhydrofóbní díky drsnosti povrchu a nízké povrchové energii. Je také zajímavé, že po ultrafialovém záření se hydrofobita změnila na hydrofilitu, která generovala páry elektronových děr a vedla k adsorpci hydroxylů na povrchu ZnO. Tato vlastnost mohla být opět navržena do původního stavu držením ozářené vrstvy 7 dní ve tmě.



Obrázek 2 SEM snímky supehydrofóních povrchů a) zarovnané nanotyče ZnO připravené dvoustupňovým rozpouštědlem. Vložky ukazují vzor XRD a hydrofobní přechod nanotyčového filmu. b) TiO₂ nanotyčový film a ojednocená papilla při vysokém zvětšení

3. Vytváření hrubého substrátu a jeho úpravy nízko-povrchově-energetickými materiály

Tento postup je ve většině případech jedno-krokový a jednoduchý. Bohužel jeho využití lze aplikovat jen na malou část materiálů. Existuje mnoho postupů jak vyrobit hrubý povrch jako například pomocí působení plasmy, laseru, litografie, elektro-chemické působení, elektrospinnig,... . Je zde i několik dalších chemických metod. Například vytvoření kovalentní vazby mezi zlatem a alkylthiolem,

3.1 Leptání a litografie

Leptání je jednoduchá a přímočará technologie k vytváření hrubého povrchu. Existují různé technologie leptání, za pomoci laseru, plasmy a chemické. V článku Tashima et al. je popsáno jak získat superhydrofóbní povrch na PET za pomoci leptání kyslíkovou plasmou.

Litografie je dobře zavedený postup pro výrobu velkoplošných mikro/nano vzorů. V článku Abdelsalam et al. je popsán postup namáčení strukturovaných povrchů zlata vytvořených elektrodou za pomoci šablony submikrometrických koulí.

3.2 Sol-gel metoda

Tato metoda lze použít pro výrobu superhydrofóbních povrchů pro celou řadu materiálů. U většiny těchto materiálů není nutná post-hydrofóbní úprava jelikož byly použity materiály s nízkou povrchovou energií.

4. Závěr

Tato oblast výzkumu se neustále vyvíjí a předpokládají se v ní nové články, výzkumy a objevy. Teoretické výzkumy míří k modelům, které dokáží řešit i složitější morfologii povrchů.

Techniky jak vytvořit nesmočitelné pevné povrchy s použitím polymerů nebo sol-gel metody jsou již dobře zdokumentovány. Nyní je pozornost nasměřována k flexibilním povrchům a membránám.