

K problematice samočisticích povrchů



Ing. Michal Dudák, Ph.D.

Povrchy snadno čistitelné a odpuzující nečistoty jsou stále důležitější pro nová chytrá zařízení a pro optimalizaci různých technologických procesů. Samočisticí povrchy lze rozdělit do tří kategorií: superhydrofobní povrchy, superhydrofilní povrchy a fotokatalytické povrchy. Superhydrofobní povrchy odpuzují špinavou vodu, po superhydrofilním povrchu film s částicemi nečistot sklouzne a fotokatalytické povlaky odbourávají nečistoty chemicky, když jsou vystaveny světlu. Ačkoliv se již produkty se superhydrofobními povlaky prodávají, základní mechanismy jejich samočisticích procesů jsou stále nejasné. Butt, Vollmer a kolektiv nedávno představili nanoporézní superhydrofobní povrch se samočisticí funkcí a úspěšně popsali samočisticí mechanismus na mikrometrové úrovni. Autoři vyvinuli superhydrofobní povrch, který odolává vysokému množství kontaminace, včetně hydrofobních i hydrofilních nanočástic a označili velikost pórů povlaku jako klíčový faktor odolnosti proti kontaminaci.

Provedení experimentu o samočištění

Pro experimenty byla jako model použita skleněná sklíčka potažená silikonovými nanovláknky. Pro simulaci hydrofobní kontaminace (např. saze či prach) jimi vyvinutých nanoporézních superhydrofobních povrchů byly použity různé hydrofobní částice (schéma 1, A). Poté byly povrchy opláchnuty kapkami vody k odstranění částicových nečistot.

Obrázek 1 ukazuje všechny povrchy kontaminované hydrofobními částicemi s nízkým úhlem odtržení a odvalení ($< 2^\circ$) a vysokými kontaktními úhly ($> 150^\circ$) po samočištění. Statické kontaktní úhly a úhly odtržení byly měřeny za použití zařízení pro měření optického kontaktního úhlu DataPhysics OCA 35.

Pro simulaci nejvyššího možného znečištění byl povrch kontaminován různými hydrofilními částicemi dispergovanými v ethanolu (schéma 1B a 1C). Výsledky jsou uvedeny na obrázku 2 a vedou k následujícím závěrům:

- částice 10 až 50 μm a 1,5 μm ($2R > p$) nemohly proniknout do povlaku a byly snadno odstraněny kapičkami vody;
- většina 600 nm částic ($2R \approx p$) byla také odstraněna a vyčištěné povrchy měly nízký úhel odtržení kapky ($< 2^\circ$) a vysoké kontaktní úhly ($> 150^\circ$);
- částice 80 a 200 nm ($2R < p$) vnikly do pórů, vyschnutím se v nich usadily a tak došlo k znemožnění samočištění. Kontaktní úhly klesly na přibližně 40° respektive 140° a úhly odtržení se zvýšily nad 90° . V tomto případě by měla být velikost pórů povlaku co nejmenší, aby se dosáhlo vyšší odolnosti proti kontaminaci.

Pro hlubší pochopení mechanismu čištění autoři sledovali interakce mezi hydrofilními nebo
(Pokračování na str. 12)

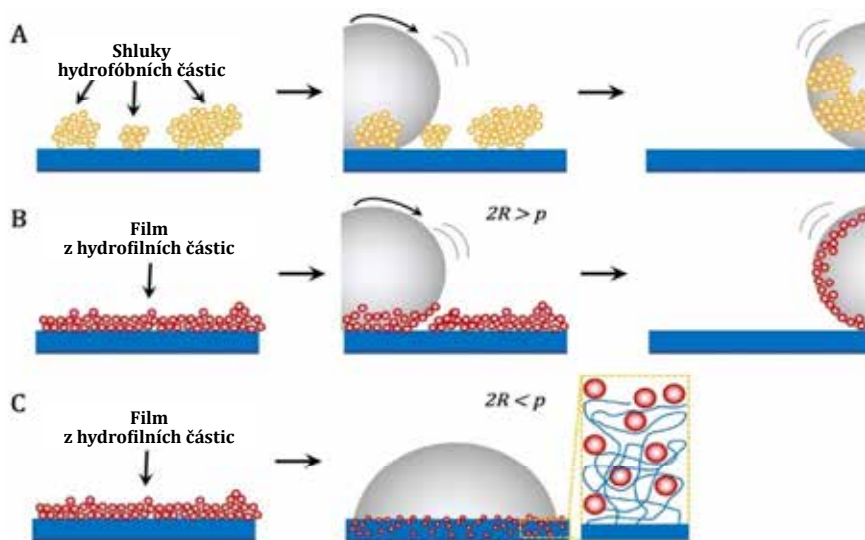


Schéma 1 - Znárodnění samočisticího procesu (A) shluků hydrofobních částic (žlutá), (B) filmu z hydrofilních částic větších než velikost povrchových pórů (červená, $2R > p$) a (C) filmu z hydrofilních částic menších než velikost povrchových pórů (červená, $2R < p$) v kapce vody (šedá) na superhydrofobním povrchu (modrá). R – průměr částice; p – průměr pórů na povrchu

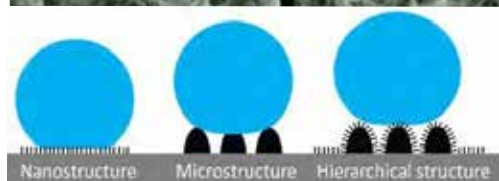
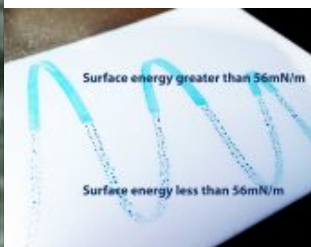
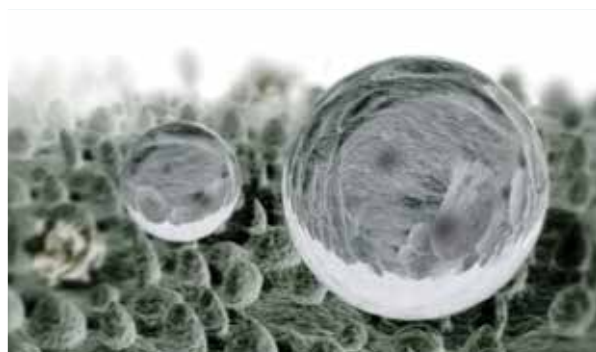
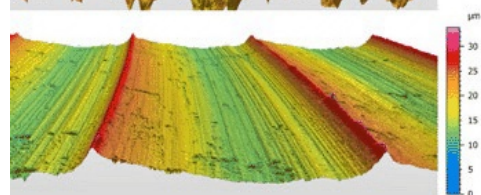
dataphysics

Understanding Interfaces



Analýza smáčení a samočistícího efektu povrchů

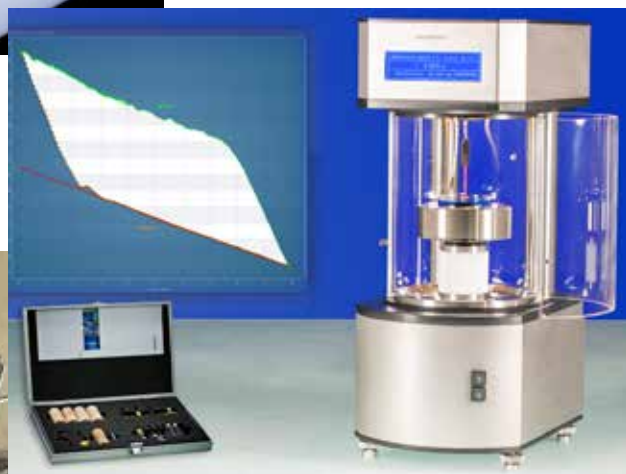
- strukturní a chemická hydrofobicitu povrchu
- přesný světelný profilometr - světelná interferometrie
- Video o stanovení úhlu samovolného stečení kapky



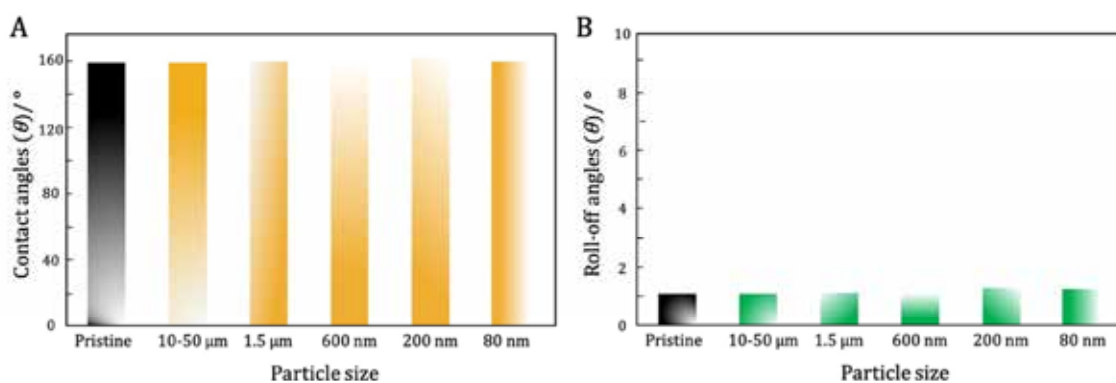
Síla adheze barev a povlaků

- kontaktní úhel
- mezifázové napětí
- povrchová volná energie

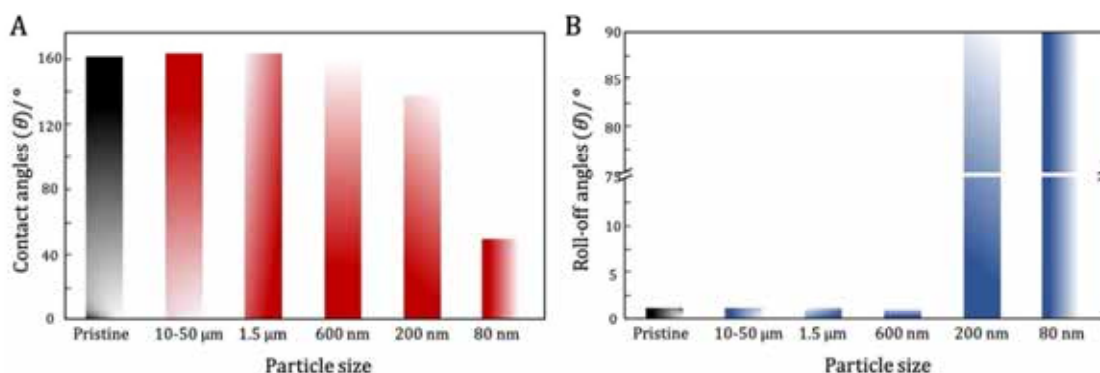
Analýza smáčení, hustoty a složení galvanizační lázně pomocí tenziometrů



Přístroje německé značky Dataphysics Instruments dodává na český a slovenský trh



Obr. 1 - Statické kontaktní úhly a úhly odtržení kapky po samočištění superhydrofobního povrchu kontaminovaného hydrofobními částicemi



Obr. 2 - Kontaktní úhly vody a úhly odtržení po samočištění superhydrofobního povrchu kontaminovaného různými hydrofilními částicemi po vysušení ethanolu (disperzní prostředí)

(Pokračování ze str. 10)

hydrofobními částicemi o velikosti 10 až 50 μm a nanoporézním superhydrofobním povrchem a 10 mikrolitrových kapek laserovou skenovací konfokální mikroskopií (LSCM). Zjistili: že kapka vyzdvihla částice z povrchu jako vrstvu na povrchu kapky tvořící tzv. tekutý mramor; kvantifikovaly síly zapojené do samočištění procesu. Dále byly polyesterové textilie potažené nanoporézními superhydrofobními povrchy naneseny na skla auta (přední, boční a zadní okna a boční zrcátka; umístění: Porýní-Falcko v Německu, období: 257 dní, teploty: -10 až 32 °C, vlhkost: 40–100%). Žádná kontaminace nanočásticemi nebyla nalezena mezi nanovláknými ani po vystavení vysokému ultrafialovému záření, dešti, mrazu, námraze, hmyzu a špíně. Simulační test akumulace průmyslového znečištění na nátěrech a barvách od společnosti Evonik Resource Efficiency GmbH ověřil dobrou samočisticí schopnost a vysokou odolnost proti kontaminaci ve srovnání s holými tkaninami a referenčními povrchy.

Stanovení úhlu odtržení-odvalení kapky

Úhel odtržení kapky udává, na kolik stupňů je třeba naklonit povrch α, aby kapka stekla. Úhel odtržení je velmi závislý na podmínkách měření,

například velikosti kapky a rychlosti náklonu. Aby bylo možné přesně a reprodukovatelně měřit úhel odtržení, je důležité pracovat s elektronickým naklápěcím systémem, jakým je například TBU 100, který umožňuje přesnou kontrolu rychlosti a úhlu naklápění α.

Kapky se obvykle před stečením deformují, což má za následek jinak tvarované kapky, které potom sklouznou po povrchu. Deformace kapek vede k možnosti měřit postupující (θ_{adv}) a ustupující kontaktní úhly (θ_{rec}). Rozdíl těchto úhlů je tzv. hystereze kontaktních úhlovů, která je měřítkem pro drsnost a nehomogenitu povrchu.

Tento dokument představuje nanoporézní superhydrofobní povrch s vysokou odolností kontaminaci prokázanou v reálném prostředí (na oknech automobilu) a pomocí scénáře průmyslového testování. Autoři zdůraznili, že velikost pórů povlaku hraje v procesu samočištění hlavní roli. Povrchy na bázi nanovláken s průměrem pórů pod 500 nm vydržely většinu druhů kontaminace částicemi (velikosti: 600 nm až 50 μm). Tento výzkum tak nabízí značné výhody při výrobě samočisticích superhydrofobních povrchů. V tomto výzkumu byl použit Optický analyzátor úhlu kontaktu OCA 35 (**kontakt na str. 11**).

(Zdroj: Anamet.cz)