

Kouzelný oxid titaničitý

Jak se zbavit toxických látek

**VÁCLAV
ŠTENGL**

Titan je jedním z nejrozšířenějších kovů zemské kůry. Nejstabilnější, a tedy nejrozšířenější sloučeninou titanu jsou jeho oxidy, zejména oxid titaničitý (TiO_2). V přírodě se vyskytuje ve třech modifikacích – jako anatas, rutil nebo brookit.

V praxi je nejpoužívanější prášková forma rutilu – titanová běloba. Tento jemný bílý prášek patří mezi nejkvalitnější dostupné bílé pigmenty. Uplatňuje se při výrobě barev, ve sklářském a keramickém průmyslu, přidává se do kvalitního papíru a plastických hmot. Vzhledem k tomu, že je titanová běloba chemicky stabilní a zdravotně nezávadná, používá se i v potravinářském průmyslu k bělení mléka, přidává se do žvýkaček, omáček, sýrů (potravinářské barvivo E171) a zubních past.

Nově syntetizované materiály na bázi TiO_2 mohou mít oproti běžné titanové bělobě unikátní vlastnosti. V Ústavu anorganické chemie AV ČR, v. v. i., byly vyvinuty originální syntetické postupy, které vedou k rozmanitým nanostrukturálním formám TiO_2 . Ukázalo se, že morfologické parametry těchto produktů, jako jsou tvar a velikost částic, včetně rozptylu těchto parametrů významně ovlivňují jejich výsledné vlastnosti. Nejzajímavějšími formami TiO_2 jsou sférické, tyčinkovité, destičkové, vřetenkovité, vláknité nebo mezoporézní částice (obr. 1 a 2). Z hlediska možného využití jsou zvláště zajímavé monodisperzní vřetenkovité nanočástice TiO_2 s mimořádně vyvinutou krystalickou strukturou. Neméně zajímavou variantou TiO_2 jsou nanodisperzní částice krystalické anatasové modifikace ve formě převážně uniformních sférických částic. Na způsob přípravy této poslední formy TiO_2 loni získala licenci firma ROKOSPOL, a. s., která na bázi sférických částic TiO_2 jako první z domácích výrobců uvádí na trh nové fotokatalytické nátěrové hmoty Detoxy Color.

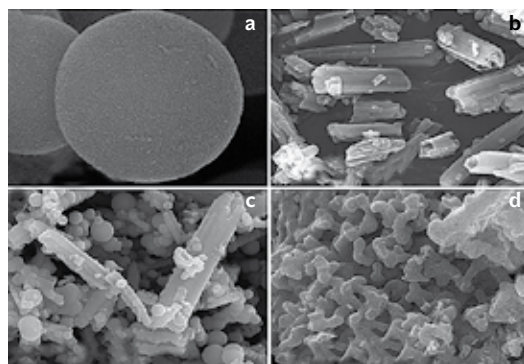
Dalším zajímavým produktem patentovaného způsobu výroby jsou opět převážně sférické částice nebo sférické aglomeráty (obr. 1a), které se vyznačují kromě velmi vysokého měrného povrchu (kolem $700 \text{ m}^2/\text{g}$) i velmi vysokou povrchovou reaktivitou. Tyto reaktivní částice lze využít pro zcela unikátní rozkladné reakce bojových otravných látek, jako jsou yperit, sarin, soman nebo látka VX.¹ Vzhledem k tomu, že v současné době obecně chybí vhodné technologie pro odmořování povrchů citlivé vojenské

techniky i civilních zařízení,² testují se tyto materiály ve Vojenském technickém ústavu v Brně. Významné je, že na rozdíl od používaných enzymů, které rozkládají pouze yperit, jsou nanodisperzní oxidy titanu aktivní vůči všem vojensky významným toxickým látkám. Při použití těchto materiálů k detoxikaci reagují otravné látky s aktivními skupinami na povrchu částic za vzniku nových, méně toxických nebo netoxických sloučenin. Obnova detoxikační aktivity TiO_2 se v těchto případech provádí jednoduchou tepelnou úpravou použitých materiálů.

Vedle tohoto detoxikačního mechanismu lze pro úplné odstranění bojových otravných látek využít další významnou vlastnost TiO_2 , kterou je, zejména u speciálních forem anatasu, jeho fotoaktivita. Fotokatalytické reakce mohou totiž zcela odbourat veškeré organické struktury včetně těch toxických, a to až na jednoduché nejedovaté anorganické látky (CO_2 , H_2O a minerální kyseliny, např. HCl nebo H_2SO_4), přičemž tuto jejich aktivitu lze jednoduše obnovit vsudypřítomným světlem.

Fotokatalytický mechanismus detoxikace je založen na vysoce reaktivních skupinách, které však v důsledku dějů vyvolaných světlem vznikají na povrchu nanokrystalů oxidů v jejich polovodičové struktuře. Pro tyto účely se ale hodí jen vysoce krystalické struktury oxidů, navíc s vhodnou, dobře definovanou morfologií částic. Amorfni struktury oxidů tuto reaktivitu katalyzovanou světlem vesměs postrádají. Mechanismus fotokatalytické detoxikace (za vlhka) zahrnuje opětovný vznik hydroxylových nebo peroxidových radikálů, které vedou k destrukci

1. Snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) částic TiO_2 : a) sférických, b, c) tyčinkovitých, d) mezoporézních.

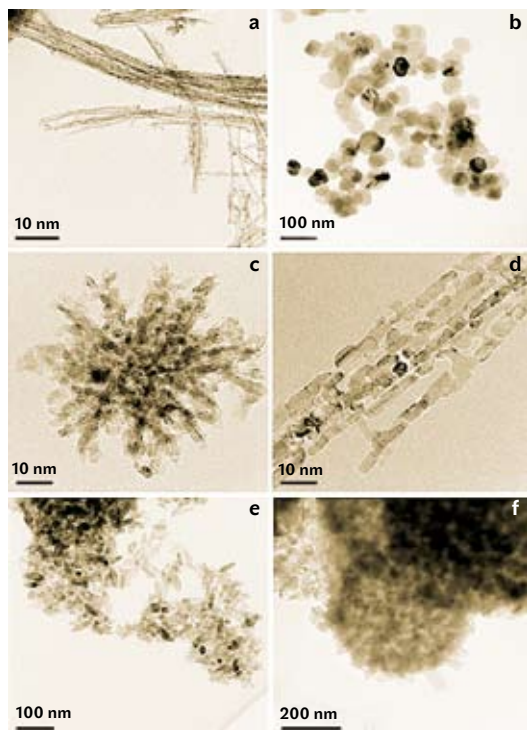


1) VX je vražedná látka s nervově paralytickým účinkem.

2) Využitelné by byly jak v bojových podmínkách, tak v případě teroristických útoků.

3) Masovému využití této látky v praxi bohužel zatím brání ekonomické důvody a skutečnost, že dosud nebylo nalezeno vhodné technického uspořádání procesu.

Mgr. Václav Štengl, Ph.D., (*1963) vystudoval anorganickou chemii na Přírodovědecké fakultě UK v Praze, postgraduálně studuje na Univerzitě v Pardubicích. V Ústavu anorganické chemie AV ČR v Řeži u Prahy se zabývá zejména syntézou nanodisperzních oxidů a oxidohydroxidů pro materiálový výzkum.



Vlevo: 2. Snímek z transmisního elektronového mikroskopu (TEM) částic TiO_2 : a) vláknitých, b) destičkovitých, c) hvězdovitých, d) tyčinkovitých, e) vřeténkovitých, f) sférických.

Vpravo: 4. Fotokatalytická laboratoř UACH AV ČR.

toxických látek až do stadia jejich mineralizace. Z toho důvodu již zmíněné vřeténkovité částice s výjimečnou krystalinitou (obr. 2c a obr. 3) byly poskytnuty k testování Vojenskému technickému ústavu v Brně.

Důležitou podmínkou využití fotokatalytických mechanismů je poznání kinetiky a mechanismu dějů, které při degradačních reakcích probíhají. Takové studium má důležitý praktický význam. Jako příklad může sloužit fotokatalytické čištění vody. Efektivita čištění byla jasně prokázána mnoha laboratorními studii,³ ale většina těchto studií bere proces jen jako „černou skříňku“ a soustřeďuje se na výsledek odbourání nejrůznějších modelových polutantů. Málo prací se věnuje podrobnému průběhu těchto degradačních dějů, nezabývají se otázkou vzniku nebo přítomnosti potenciálně toxických meziproductů.

Pro účely hlubšího poznání průběhu fotokatalytických reakcí byla v Ústavu anorga-

nické chemie AV ČR, v. v. i., vybudována specializovaná laboratoř, která má sloužit nejen k objektivnímu vyhodnocování efektivity fotokatalytických dějů, ale rovněž k sledování jejich složitých průběhů. Byly zkonstruovány původní, vysoce sofistikované fotoreaktory (obr. 4), v nichž je možné porovnávat fotokatalytické materiály ve formě jejich vodných suspenzí nebo vrstev. Účinnost fotokatalýzy se určuje rychlostí rozkladu organických indikátorů. Zcela nově byl vyvinut fotoreaktor pro vyhodnocování aktivity fotokatalytických vrstev v plynné fázi, tedy v uspořádání, které má nejbližší k praktickému použití. Toto zařízení umožňuje kontinuálně sledovat rychlost fotokatalytického rozkladu butanu nebo acetonu, včetně jejich rozkladných meziproductů. Nyní se v této laboratoři ověřují správné laboratorní postupy, které by měly být základem objektivní, široce akceptované metody pro vyhodnocování fotokatalytických dějů a jejich účinků.

INZERCE 1032

| STUDENT | AGENCY |

Chcete v cizině zapadnout?

Známe i lepší způsob.

Studujte jazyky se STUDENT AGENCY!

10 jazyků ve více než 30 zemích.

volejte 800 100 300, navštivte www.studentagency.cz

