

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 365

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G01N 21/75 (2006.01)
G01N 21/39 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-421**
(22) Přihlášeno: **21.08.2018**
(40) Zveřejněno: **04.03.2020**
(Věstník č. 10/2020)
(47) Uděleno: **14.05.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **24.06.2020**
(Věstník č. 26/2020)

(56) Relevantní dokumenty:

R. DVORSKY a kol. Preparation of high-performance photocatalytic core-shell lamellar nanostructures ZnO-(Si)-ZnO with high specific surface are. Adv. Mater. Lett. 7, 730-734, 2016, ISSN:0976-3961; R.B.M.BERGAMINI a kol. Heterogenous photocatalytic degradation of reactive dyes in aqueous TiO₂ suspensions: Decolorization kinetics. Chemical Engineering Journal 149, 215-220, 2009, ISSN:1385-8947; Turbidimetrie a nefelometrie. Staženo 16.4.2019 z: [http://biofyzika.upol.cz/userfiles/file/8_Turbidimetrie%20a%20Nefelometrie\(1\).pdf](http://biofyzika.upol.cz/userfiles/file/8_Turbidimetrie%20a%20Nefelometrie(1).pdf).
US 20100045979 A1; WO 2016147266 A1.

(73) Majitel patentu:

Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava,
Ostrava, Poruba, CZ

(72) Původce:

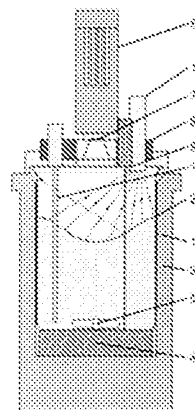
doc. RNDr. Richard Dvorský, Ph.D., Ostrava,
Zábřeh, CZ
Ing. Ladislav Svoboda, Ph.D., Ostrava, Poruba, CZ
Ing. Jiří Bednář, Ostrava, Zábřeh, CZ
Ing. Pavel Mančík, Ostrava, Hrabůvka, CZ

(54) Název vynálezu:

**Způsob kontinuálního měření fotokatalýzy
barvivových simulantů**

(57) Anotace:

Způsob kontinuálního měření fotokatalýzy barvivových simulantů využívá novou formuli pro vyhodnocení optické absorpce rozpuštěného barviva přímo v kapalinové disperzi (2), která obsahuje pevné nanočástice fotokatalyzátoru. Uvedená formule je odlišná od standardní formy Lambert-Beerova zákona, který popisuje absorpci světla v čistých kapalinách bez disperzních částic. Výše uvedený způsob je možné uplatnit při rychlém a přesném kontrolním testování vzorků fotokatalytických materiálů z laboratorní i průmyslové výroby.



Způsob kontinuálního měření fotokatalýzy barvivových simulantů

Oblast techniky

5

Vynález spadá do oblasti testování vzorků fotokatalytických materiálů z laboratorní a průmyslové výroby.

10 Dosavadní stav techniky

V současné době je účinnost fotokatalyzátoru měřena metodou opakovaného odběru vzorků v kyvetách, které jsou následně jednotlivě vyhodnocovány měřením absorbance v externím UV VIS spektrometru. Při měření fotokatalytické účinnosti v kapalném prostředí jsou částice fotokatalyzátoru dispergovány, proto je ve všech současných zařízeních nezbytnou součástí jejich separace z kapaliny filtrací, centrifugací, nebo jinými způsoby. Teprve u čisté kapaliny je následně měřena optická absorbance barviva, nebo alternativně měřená jeho koncentrace. Tedy v současnosti při standardních měřeních fotokatalytické účinnosti je třeba odebírat do kyvet vzorky disperze v předem zvolených časech. Z těchto vzorků je třeba odstranit disperzní částice tlakovou filtrací, nebo centrifugací. Teprve čistý roztok je možné analyzovat v optickém UV VIS absorpčním spektrometru aplikací standardního Lambert-Beerova zákona. To ovlivňuje vsázku a pro dosažení přesnosti vyžaduje opakované plnění a nová vícenásobná měření s různými časy odběru.

25

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje níže popsáný vynález. Měření fotokatalýzy barvivových simulantů využívá nové formule pro vyhodnocení optické absorpce rozpuštěného barviva přímo v kapalinové disperzi, která obsahuje pevné nanočástice fotokatalyzátoru. Uvedená formule je odlišná od standardní formy Lambert-Beerova zákona, který popisuje absorpci světla v čistých kapalinách bez disperzních částic.

Pro poměr optické intenzity $I(C)$ rozptýleného testovacího světla s koncentrací C barvivového simulantu a optické intenzity $I(0)$ rozptýleného testovacího světla s nulovou koncentrací barvivového simulantu byla na základě fyzikálního modelu odvozena a prakticky experimentálně ověřena následující formule:

$$\frac{I(C)}{I(0)} = \frac{e^{-\alpha \cdot C} - \beta}{1 - \beta}$$

40

Při její aplikaci na vyhodnocení konkrétní disperzní kapaliny s barvivovým simulantem a fotokatalytickými částicemi je třeba provést kalibraci, která poskytne konkrétní numerické hodnoty empirických parametrů α a β . Ta je provedena vyhodnocením poměru intenzit pro počáteční maximální koncentraci barvivového simulantu C_0 fotokatalytického měření a jeho doplňkovým měřením pro jeho koncentraci poloviční $C_0/2$.

50

Zařízení pro provádění výše uvedeného měření, tedy kontinuální fotokatalytický reaktor pracuje v novém, kontinuálním režimu měření poklesu koncentrace barvivových simulantů pod vlivem optického záření z fialové části spektra.

Příklad provedení ilustruje konfiguraci kontinuálního měření absorbance barviva, rozpuštěného v kapalinové disperzi.

Světlo laseru vstupuje do kapaliny šikmo k hladině deformované mícháním tak, aby nedocházelo k detekci jeho zpětného odrazu optickou sondou. Po vstupu do objemu kapalinové disperze je světlo:

5

- a) rozptýlováno na částicích fotokatalyzátoru,
- b) absorbováno rozpuštěným barvivem v prostoru mezi částicemi.

Po mnohonásobném rozptýlu je pak jeho část detekována optickou sondou. S ohledem na to, že užitá formule obsahuje dva parametry, je před vlastním fotokatalytickým měřením potřeba změřit prostou kalibrační odezvu vzorku s poloviční koncentrací barviva vzhledem k počátečnímu maximu při fotokatalýze.

Je důležité, že tato metoda umožňuje velmi rychlé a přesné měření in situ, které neporušuje fyzickým odběrem nastavené podmínky procesu a bude mít význam zejména pro průběžnou kontrolu účinnosti fotokatalyzátorů přímo při jejich výrobě.

Objasnění výkresů

20

Obrázek 1 představuje zařízení k provádění tohoto způsobu měření – jedná se o laboratorní fotokatalytický reaktor.

Příklady uskutečnění vynálezu

25

Metoda je uplatněna při rychlém a přesném testování vzorků fotokatalytických materiálů v laboratorním fotokatalytickém reaktoru na obrázku 1.

Skleněná kádinka 1 je naplněna kapalinovou disperzí 2 nanočástic fotokatalyzátoru (např. TiO_2 , ZnO , C_3N_4 , ZnS , CdS atd), ve které je současně rozpuštěno potřebné množství barviva (methylenová modř, indigo carmine atd.). Poté je umístěna do temperovaného reaktoru 3, který je na schématu znázorněn tmavou nádobou. Pode dnem kádinky 1 je umístěn pohon elektromagnetického míchadla 4 a nade dnem se otáčí tělísko 5 magnetického míchadla, které kontinuálně promíchává kapalinovou disperzi 2. Ve střední části víka 6 reaktoru je umístěna výkonná dioda 7 LED, chlazená chladičem 8, která vysílá na hladinu disperze 2 UV záření inicializující fotokatalytický rozklad molekul barviva. Probíhající pokles jeho koncentrace je měřen absorpcí světla laseru 9, které je po mnohonásobném rozptýlu detekováno měřicí sondou 10. Teplota procesu je kontinuálně měřena termočlánkem 11.

40

Průmyslová využitelnost

Metodu je možné uplatnit při rychlém a přesném kontrolním testování vzorků fotokatalytických materiálů z laboratorní i průmyslové výroby.

45

50

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob kontinuálního měření fotokatalýzy barvivových simulantů **vyznačujících se tím**, že pokles koncentrace molekul barvivového simulantu při dopadu UV záření na kapalinovou

disperzi (2) částic fotokatalyzátoru je kontinuálně měřen „in situ“ absorpcí světla, emitovaného laserem (9) ve spektrálním okolí absorpčního maxima barvivového simulantu, dle formule

$$\frac{I(C)}{I(0)} = \frac{e^{-\alpha \cdot C} - \beta}{1 - \beta}$$

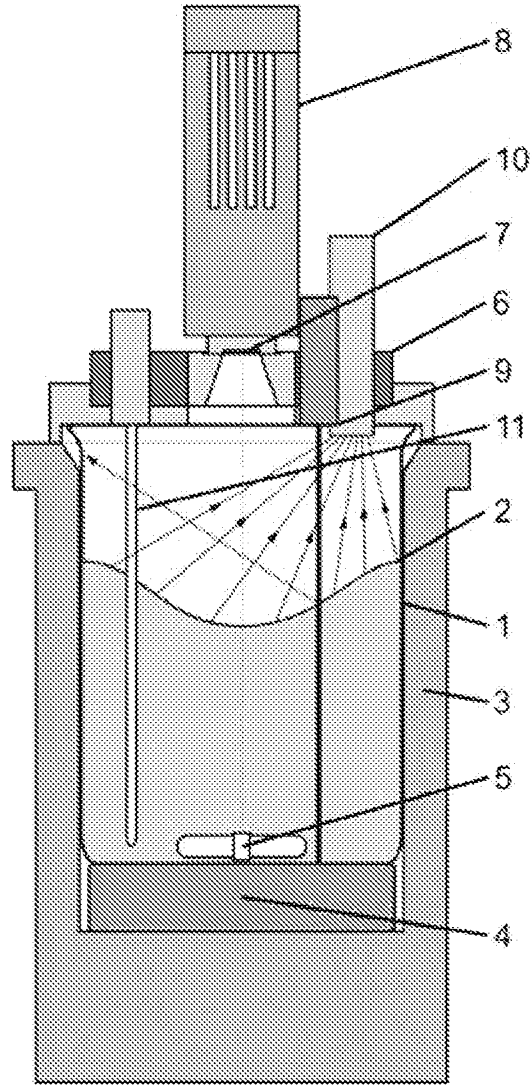
5

příčemž $I(C)$ je poměr optické intenzity rozptýleného testovacího světla s koncentrací C barvivového simulantu a optické intenzity $I(0)$ rozptýleného testovacího světla s nulovou koncentrací barvivového simulantu, dále α je parametrem absorpce, β je parametrem rozptylu.

- 10 2. Způsob kontinuálního měření fotokatalýzy barvivových simulantů podle nároku 1 **vyznačujících se tím**, že záření laseru (9) ve spektrálním okolí absorpčního maxima barvivového simulantu proniká skrz volnou hladinu do míchané kapalinové disperze (2) a po mnohonásobném rozptylu na částicích fotokatalyzátoru a absorpčním zeslabení barvivem je detekováno měřicí sondou (8) nad hladinou.

15

I výkres



Obr. 1