

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2011-730**
(22) Přihlášeno: **14.11.2011**
(40) Zveřejněno: **28.08.2013**
(Věstník č. 35/2013)
(47) Uděleno: **22.07.2013**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **28.08.2013**
(Věstník č. 35/2013)

(11) Číslo dokumentu:

304 030

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G21F 1/00 (2006.01)

C04B 14/00 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

CN 101973750; EP 773555; JP 2001264488; EP 106759.

(73) Majitel patentu:

Ústav anorganické chemie AV ČR, v.v.i., Husinec-Řež,
CZ

České lupkové závody, a.s., Nové Strašecí, CZ
VARIEL, a.s., Zruč nad Sázavou, CZ

(72) Původce:

Černý Zbyněk Ing. CSc., Praha 8, CZ

Šulc Lubomír Ing., Praha 4, CZ

Bludská Jana Ing. CSc., Praha 5, CZ

Roubíček Pavel Ing., Praha 7, CZ

Klíma Ladislav Ing. CSc., Praha 4, CZ

Eminger Karel Ing., Praha 6, CZ

(54) Název vynálezu:

**Anorganický materiál s absorbátory neutronů a
způsob jeho přípravy**

(57) Anotace:

Anorganický materiál s absorbátory neutronů je tvořen z 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné, 1 až 15 % hmotn. anorganické složky a 40 až 70 % hmotn. složky s obsahem boru, přičemž anorganickou složkou je kaolin, mletý křemen, hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli směs v libovolném vzájemném poměru, a složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid boritý, či jejich směs v libovolném poměru. Způsob přípravy tohoto anorganického materiálu s absorbátory neutronů probíhá tak, že se smísí 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné, 1 až 15 % hmotn. anorganické složky a 40 až 70 % hmotn. složky s obsahem boru, přičemž anorganickou složkou je kaolin, mletý křemen, hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli směs v libovolném vzájemném poměru, a složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid boritý, či jejich směs v libovolném poměru, vzniklá suspenze se 5 až 10 minut míchá při teplotě 23 až 35 °C, poté se převede do formy a suší se při teplotě 90 °C do zatvrdnutí, následně se vzniklý materiál odformuje a vysuší se do konstantní hmotnosti při teplotě do 150 °C.

CZ 304030 B6

Anorganický materiál s absorbátory neutronů a způsob jeho přípravy

Oblast techniky

5

Vynález se týká nového nehořlavého anorganického materiálu s obsahem absorbátorů neutronů. Vzniklý materiál je vhodný pro přípravu prvků pro výstavbu konstrukcí stínících ionizující neutronové záření.

10

Dosavadní stav techniky

Ochrana před ionizujícím zářením neutronů zahrnuje stínění rychlých a tepelných neutronů. Při procesu stínění lze rozlišit dva typy interakcí neutronů se stínícím materiálem, a to moderace neutronů, tedy zpomalování rychlých neutronů, a absorpce pomalých neutronů. Nejběžnějšími moderačními materiály jsou látky s vysokým obsahem lehkých prvků, z nichž nejúčinnějším moderátorem je vodík. Nejúčinnějšími absorbátory neutronového záření jsou atomy lithia, boru nebo kadmia, z nichž bor je většinou použit ve formě oceli nebo kadmium většinou ve formě plechů. Konstrukce stínící neutronové záření jsou obvykle složeny současně z materiálů s obsahem moderátorů i absorbátorů.

V současné praxi se používá ke stínění rychlých neutronů polyethylenových tvarovek nebo polyethylenových tvarovek s obsahem absorbátorů tepelných neutronů, nejčastěji s obsahem 3 až 5 % hmotn. boru. Koncentrace vodíku v těchto tvarovkách je vysoká a jejich povrch lze snadno dekontaminovat. Jako optimální řešení se často kombinují oba typy materiálů, tj. tvarovky z polyethylenu s tvarovkami s obsahem boru.

Nevýhodou výše uvedeného řešení je negativní účinek sekundárního záření, které se uvolňuje při zachytu neutronu borem. Sekundární záření působí negativně na životnost organické polymerní matrice, neboť dochází k radiační degradaci organického materiálu. Zásadní nevýhodou uvedeného řešení je však hořlavost organického polymeru a proto je toto řešení v některých případech z hlediska bezpečnostního zcela nevhodující.

Jiná řešení pro stínění tepelných neutronů, například použití keramiky na bázi boru, tj. nitridy nebo karbidy boru, jsou extrémně drahá. Použití skel, resp. soustav $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, přináší technické problémy při přípravě skel s vyšším obsahem B_2O_3 , a například skelné systémy s obsahem B_2O_3 10 % hmotn. obsahují v přepočtu pouze 1,5 % hmotn. boru.

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky lze výrazně omezit tím, že se ke stínění pomalých neutronů použije anorganická matrice s vysokým obsahem absorbátorů. Tento materiál je v porovnání s organickou matricí odolnější k radiační degradaci a je ze své podstaty anorganického materiálu nehořlavý a tepelně resistentní nad 1000 °C.

Předmětem tohoto vynálezu je anorganický materiál s absorbátory neutronů, který sestává z 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné, s výhodou 30 až 40 % hmotn., z 1 až 15 % hmotn. anorganické složky, s výhodou 2 až 10 % hmotn., a z 40 až 70 % hmotn. složky s obsahem boru, s výhodou 50 až 66 % hmotn., přičemž anorganickou složkou je kaolin, mletý křemen, hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli směs v libovolném vzájemném poměru, a složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid boritý, či jejich směs v libovolném poměru.

Dalším předmětem tohoto vynálezu je způsob přípravy anorganického materiálu s absorbátory neutronů, který je založen na tom že se smísí 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné,

- s výhodou 30 až 40 % hmotn. z 1 až 15 % hmotn. anorganické složky, s výhodou 2 až 10 % hmotn., a z 40 až 70 % hmotn. složky s obsahem boru, s výhodou 50 až 66 % hmotn., přičemž anorganickou složkou je kaolin, mletý křemen, hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli směs v libovolném vzájemném poměru, a složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid boritý, či jejich směs v libovolném poměru, a vzniklá suspenze se před převedením do formy s výhodou 5 až 10 minut míchá při teplotě 23 až 35 °C a pak se převede do formy a suší se při teplotě 90 °C do zatvrdnutí, následně se vzniklý materiál odformuje a vysuší se do konstantní hmotnosti při teplotě do 150 °C.
- 10 Hustota takovýchto nových materiálů se v závislosti na obsahu atomů bóru pohybuje v rozmezí 1,02 až 1,15 g/cm³ pro obsahy boru 23 až 5 % hmotn. Například v rozmezí 1,1 až 1,15 g/cm³ pro obsahy boru 10 až 5 % hmotn. a 1,02 až 1,05 g/cm³ pro obsah boru 23 až 15 % hmotn. Anorganické materiály s obsahem boru 5 až 10 % hmotn. vykazují o 10 až 15 % větší stínící účinky s porovnáním se standardem tvořeným polyethylenovou matricí s obsahem ~5 % hmotn. boru.
- 15 Materiály s 15 až 23 % hmotn. obsahu boru vykazují o 70 až 80 % vyšší stínící účinnost v porovnání s uvedeným standardem.

Materiál je vhodný pro stínění tepelných neutronů.

20

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

25

- Ve 34 g 85 % kyseliny fosforečné (31 % hmotnostních výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 3 g kaolinu (2,6 % hmotnostních výchozí suspenze), 33 g kyseliny borité (30 % hmotnostních výchozí suspenze) a 40 g oxidu boritého (36,4 % hmotnostních výchozí suspenze). Suspenze byla míchána při 35 °C po dobu 5 minut a následně byla převedena do formy a sušena při 90 °C do zatvrdnutí materiálu. Materiál byl odformován a následně sušen do konstantní hmotnosti při 145 °C.

30

- Výsledkem byl stínící prvek s obsahem 23 % hmotn. elementárního boru, stanoveno na sušinu materiálu při 145 °C, hustotou 1,02 g/cm³ a účinností stínění o 80 % vyšší v porovnání se standardem PE s obsahem boru 5 % hmotn.

35

Příklad 2

- 40 Ve 34 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (31,5 % hmotnostních výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 6 g kaolinu (5,5 % hmotnostních výchozí suspenze) a mícháno 4 minuty, posléze přidáno 68 g kyseliny borité (63 % hmotnostních výchozí suspenze), výsledná suspenze byla míchána při laboratorní teplotě místnosti 23 °C po dobu 10 minut. Suspenze byla převedena do formy a sušena při 90 °C do zatvrdnutí materiálu. Materiál byl odformován a následně sušen do konstantní hmotnosti při 145 °C.

45

- Výsledkem byl stínící prvek s obsahem 17 % hmotn. elementárního boru, stanoveno na sušinu materiálu při 145 °C, hustotou 1,05 g/cm³ a účinností stínění o 70 % vyšší v porovnání se standardem PE s obsahem boru 5 % hmotn.

50

Příklad 3

- Ve 28 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (40 % hmotnostních výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 2 g kaolinu (2,9 % hmotnostních výchozí suspenze) a mícháno 4 minuty, posléze

55

přidáno 1 g mletého křemene (1,4 % hmotnostních výchozí suspenze), 1 g páleného lupku (1,4 % hmotnostních výchozí suspenze), 35 g oxidu boritého (50 % hmotnostních výchozí suspenze) a 3 g hydroxidu hlinitého (4,3 % hmotnostních výchozí suspenze). Výsledná suspenze byla míchá-
 5 na při laboratorní teplotě místnosti 23 °C po dobu 5 minut. Suspenze byla převedena do formy a
 sušena při 90 °C do zatvrdnutí materiálu. Materiál byl odformován a následně sušen do konstant-
 ní hmotnosti při 145 °C.

Výsledkem byl stínicí prvek s obsahem 10 % hmotn. elementárního boru, stanoveno na sušinu
 10 materiálu při 145 °C, hustotou 1,1 g/cm³ a účinností stínění o 15 % vyšší v porovnání se standar-
 dem PE s obsahem boru 5 % hmotn.

Příklad 4

15 Ve 28 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (40 % hmotnostních výchozí suspenze) bylo postupně
 suspendováno 2 g kaolinu (2,9 % hmotnostních výchozí suspenze) a mícháno 4 minuty, posléze
 přidáno 2 g mletého křemene (2,8 % hmotnostních výchozí suspenze), 35 g oxidu boritého (50 %
 hmotnostních výchozí suspenze) a 3 g hydroxidu hlinitého (4,3 % hmotnostních výchozí suspen-
 20 ze). Výsledná suspenze byla míchána při laboratorní teplotě místnosti 23 °C po dobu 5 minut.
 Suspenze byla převedena do formy a sušena při 90 °C do zatvrdnutí materiálu. Materiál byl
 odformován a následně sušen do konstantní hmotnosti při 145 °C.

Výsledkem, byl stínicí prvek s obsahem 10 % hmotn. elementárního boru, stanoveno na sušinu
 25 materiálu při 145 °C, hustotou 1,1 g/cm³ a účinností stínění o 15 % vyšší v porovnání se standar-
 dem PE s obsahem boru 5 % hmotn.

Průmyslová využitelnost

30 Materiál lze využít jako součást konstrukcí pro stínění neutronů a jako bezpečné náhrady stávající-
 cích stínících polyethylenových tvarovek s obsahem boru.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Anorganický materiál s absorbátory neutronů, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je tvořen
 z 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné, 1 až 15 % hmotn. anorganické složky a 40 až
 35 70 % hmotn. složky s obsahem boru, přičemž anorganickou složkou je kaolin, mletý křemen,
 hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli směs v libovolném vzájemném poměru, a
 složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid boritý, či jejich směs v libovolném poměru.

2. Způsob přípravy anorganického materiálu s absorbátory neutronů podle nároku 1,
 40 **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se smísí 25 až 45 % hmotn. 85% kyseliny fosforečné, 1 až
 15 % hmotn. anorganické složky a 40 až 70 % hmotn. složky s obsahem boru, přičemž anorga-
 nickou složkou je kaolin, mletý křemen, hydroxid hlinitý nebo pálený lupek, či jejich jakákoli
 směs v libovolném vzájemném poměru, a složkou s obsahem boru je kyselina boritá nebo oxid
 boritý, či jejich směs v libovolném poměru, vzniklá suspenze se 5 až 10 minut míchá při teplotě
 45 23 až 35 °C, poté se převede do formy a suší se při teplotě 90 °C do zatvrdnutí, následně se
 vzniklý materiál odformuje a vysuší se do konstantní hmotnosti při teplotě do 150 °C.

Konec dokumentu
