

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **14.11.2011**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **28.08.2013**
(Věstník č. 35/2013)

(21) Číslo dokumentu:

2011-730

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G21F 1/00 (2006.01)

C04B 14/00 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

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 přihlášky 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 2011 - 730 A3

Anorganický materiál s absorbátory neutronů a způsob jeho přípravy

Oblast techniky

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.

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, i) moderace neutronů, tedy zpomalování rychlých neutronů, a ii) absorpce pomalých neutronů. Nejběžnějšími moderačními materiály [REDACTED] jsou látky s vysokým obsahem lehkých prvků, z nichž nejúčinnějším moderátorem je vodík. Nejúčinnějšími absorbátory neutronového záření jsou atomy lithia, bóru nebo kadmia, z nichž bór je většinou použit ve formě bórové 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. bóru. 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 bóru.

Nevýhodou výše uvedeného řešení je negativní účinek sekundárního záření, které se uvolňuje při zachytu neutronu bórem. 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 nevyhovující.

Jiná řešení pro stínění tepelných neutronů, například použití keramiky na bázi bóru, tj. nitridy nebo karbidy bóru, 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. bóru.

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 resistantní nad 1000 °C.

Předmětem tohoto vynálezu je anorganický materiál s absorbátory neutronů, který sestává z 25 až 45 % hmotn. kyseliny fosforečné (85%), 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. kyseliny fosforečné (85%), 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 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, přičemž vzniklá suspenze se před převedením do formy s výhodou 5 až 10 minut míchá při teplotě 23 až 35 °C.

Hustota takovýchto nových materiálů se v závislosti na obsahu atomů bóru pohybuje v rozmezí 1,02 až 1,15 g/cm³ pro obsahy bóru 23 až 5 % hmotn.. Například v rozmezí 1,1 až 1,15 g/cm³ pro obsahy bóru 10 až 5 % hmotn. a 1,02 až 1,05 g/cm³ pro obsah bóru 23 až 15 % hmotn.. Anorganické materiály s obsahem bóru 5 až 10 % hmotn. vykazují o 10 až 15 % větší stínící účinky v porovnání se standardem tvořeným polyethylenovou matricí s obsahem ~ 5 % hmotn. bóru. Materiály s 15 až 23 % hmotn. obsahu bóru vykazují o 70 až 80 % vyšší stínící účinnost v porovnání s uvedeným standardem.

Materiál je vhodný pro stínění tepelných neutronů.

Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Ve 34 g 85% kyseliny fosforečné (31 % hmotnosti výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 3 g kaolinu (2,6 %) , 33 g kyseliny borité (30 %) a 40 g oxidu boritého (36,4 %). 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.

Výsledkem byl stínící prvek s obsahem 23 % hmotn. elementárního bóru, 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 bóru 5 % hmotn..

Příklad 2

Ve 34 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (31,5 % hmotnosti výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 6 g kaolinu (5,6 %) a mícháno 4 minuty, posléze přidáno 68 g kyseliny borité (63 %), 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.

Výsledkem byl stínící prvek s obsahem 17 % hmotn. elementárního bóru, 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 bóru 5 % hmotn..

Příklad 3

Ve 28 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (40 % hmotnosti výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 2 g kaolinu (2,9 %) a mícháno 4 minuty, posléze přidáno 1 g mletého křemene (1,4 %), 1 g páleného lupku (1,4 %), 35 g oxidu boritého (50 %) a 3 g hydroxidu hlinitého (4,3 %). 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 stínící prvek s obsahem 10 % hmotn. elementárního bóru, stanoveno na sušinu materiálu při 145 °C, hustotou 1,1 g/cm³ a účinností stínění o 15 % vyšší v porovnání se standardem PE s obsahem bóru 5 % hmotn..

Příklad 4

Ve 28 g 85 % hmotn. kyseliny fosforečné (40 % hmotnost^í výchozí suspenze) bylo postupně suspendováno 2 g kaolinu (2,9 %) a mícháno 4 minuty, poté přidáno 2 g mletého křemene (2,8 %), 35 g oxidu boritého (50 %) a 3 g hydroxidu hlinitého (4,3 %). 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 bóru, stanoveno na sušinu materiálu při 145 °C, hustotou 1,1 g/cm³ a účinností stínění o 15 % vyšší v porovnání se standardem PE s obsahem bóru 5 % hmotn..

Průmyslová využitelnost

Materiál lze využít jako součást konstrukcí pro stínění neutronů a jako bezpečné náhrady stávajících stínících polyethylenových tvarovek s obsahem bóru.

5 B

PV 2011-730

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Anorganický materiál s absorbátory neutronů vyznačující se tím, že 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.
2. Způsob přípravy anorganického materiálu s absorbátory neutronů podle nároku 1, vyznačující se tím, 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.