

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 28 052

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

*C04B 18/14* (2006.01)  
*C04B 18/16* (2006.01)  
*C04B 18/08* (2006.01)  
*C04B 28/22* (2006.01)  
*C04B 33/04* (2006.01)  
*C04B 33/135* (2006.01)  
*C04B 33/138* (2006.01)  
*C04B 35/16* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-30787**  
(22) Přihlášeno: **22.01.2015**  
(47) Zapsáno: **31.03.2015**

- (73) Majitel:  
Technická univerzita v Liberci, Liberec 1- Staré  
Město, CZ
- (72) Původce:  
prof. Ing. Petr Louda, CSc., Dlouhý Most, CZ  
Ing. Totka Bakalova, Ph.D., Dlouhý Most, CZ  
Ing. Vladimír Kovačič, Liberec 3, CZ
- (74) Zástupce:  
STRNAD- patentová a známková kancelář, Ing.  
Václav Strnad, Rychtářská 375/31, 460 14 Liberec  
14

- (54) Název užitného vzoru:  
**Žáruvzdorný geopolymerní kompozit s  
nízkou měrnou hmotností pro konstrukční  
prvky protipožárních zábran**

**CZ 28052 U1**

## **Žáruvzdorný geopolymerní kompozit s nízkou měrnou hmotností pro konstrukční prvky protipožárních zábran**

### Oblast techniky

5 Technické řešení se týká žáruvzdorného geopolymerního kompozitu, který je svým charakterem upraven pro konstrukci protipožárních zábran. Žáruvzdorný geopolymerní kompozit obsahuje dvousložkové geopolymerní pojivo sestávající jednak z pevné složky a jednak z kapalné složky a dále z vlákných a nadvlákných vyztužujících struktur, majících funkci plniva.

### Dosavadní stav techniky

10 Žáruvzdorné geopolymery jsou již známé, jsou však založeny na pevné složce ve směsi v podobě popílků, které jsou aktivovány alkalickými aktivátory. Některé směsi jsou doplňovány vodou. V odborných publikacích je rovněž popsán způsob zvyšování pórovitosti geopolymery. Účelem je příprava žáruvzdorného kompozitu na bázi geopolymery, který by měl rovněž odpovídající pevnost. Zároveň je snaha o maximální soudržnost kompozitu.

15 Geopolymerní matrice je složena z vytvrzené směsi silikátů a dalších složek na bázi oxidů křemíku, hliníku a dalších doprovodných prvků. Geopolymery jako takové jsou anorganické polymery tvořené alkalicky aktivovanými aluminosilikáty (hlinitokřemičitany). Zde vytvrzování probíhá procesem kopolymerace na rozdíl od portlandského cementu, kde vytvrzování probíhá hydratací slínkových minerálů. Pro přípravu geopolymery je typické silně alkalické prostředí, potřebné pro rozpuštění hlinitokřemičitanů.

20 V užitém vzoru CZ 23527 U1 je popsána tepelně izolační geopolymerní hmota na bázi recyklovaného polystyrenu, která se vyznačuje tím, že 100 kg hmoty je tvořeno 60 až 64 kg vysokopecní granulované strusky, 3 až 3,5 kg recyklovaného polystyrenu, 21 až 22 kg upraveného vodního skla o silikátovém modulu 1,7 až 2,5 a 11 až 14 l vody. Součinitel tepelné vodivosti tohoto materiálu je  $0,12 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

25 V dalším užitém vzoru CZ 23528 U1 je podobně popsána tepelně izolační geopolymerní hmota na bázi keramického kameniva, které se v množství 44 až 50 kg použije ve 100 kg hmoty.

V užitém vzoru CZ 23529 U1 je uváděna tepelně izolační geopolymerní hmota na bázi expandovaného perlitu, kde je do hmoty zapracováno 9 až 12 kg expandovaného perlitu.

30 Žáruvzdorný pěnový geopolymery je předmětem zveřejněné mezinárodní přihlášky vynálezu WO 2014/166998 A1. Geopolymery v tomto patentovém spisu je zaměřen na izolační ucpávky.

V odborné literatuře se pojem „pěnové geopolymery“ vyskytuje např. v práci DAVIDOVITSE a Mohd Mustafa Al Bakri Abdullaha.

### Podstata technického řešení

35 Žárově odolný geopolymery s nízkou měrnou hmotností obsahuje pevnou složku jako plnivo a dvousložkové geopolymerní pojivo, které se skládá jednak z pevné složky a jednak ze složky kapalné. Kapalnou složku matrice tvoří sodný alkalický aktivátor ve formě vodného roztoku křemičitanu sodného. Pevná složka a kapalná složka dvousložkového geopolymerního pojiva představuje v celém geokompozitním systému matrici. Jako plnivo je pro zpevnění geopolymerního systému použito odpadového čedičového vlákného materiálu a/nebo recyklovaného uhlíkového vlákného materiálu a/nebo nasekaných skleněných vláken.

45 Cílem technického řešení je vytvoření ohnivzdorného systému tvořeného směsí metakaolinu a/nebo mletou vysokopecní struskou s případným obsahem úletového elektrérenského popílku, tvořících pevnou složku matrice. Kapalnou složku matrice tvoří sodný alkalický aktivátor. Plnivem ohnivzdorného systému je odpadový čedičový vlákný materiál a/nebo recyklovaný uhlíkový vlákný materiál a/nebo sekaná skleněná vlákna. Geopolymerní kompozit v matrici potom

- obsahuje 35 hmotnostních procent až 60 hmotnostních procent složky obsahující metakaolin a/nebo mletou vysokopecní strusku. Tato směs je aktivována 35 hmotnostními procenty až 40 hmotnostními procenty alkalického aktivátoru. Jako plniva ohnivzdorného systému je použito 1 hmotnostní procento až 28 hmotnostních procent odpadového čedičového vláknenného materiálu a/nebo recyklovaného uhlíkového vláknenného materiálu a/nebo sekaných skleněných vláken. Rozhodující složkou pro vytvoření geokompozitu s nízkou měrnou hmotností je přidání 1 hmotnostního procenta až 2 hmotnostních procent hliníkového prášku buď v čisté formě, nebo jako hliníkové pasty. Přidáním hliníku do směsi dojde následně k vypěnění geokompozitu a tím ke snížení jeho měrné hmotnosti.
- Připravená směs se vlije do formy, kde dojde k vypěnění a následnému ztuhnutí. Připravené geopolymerní díly se vkládají do dutin protipožárních vrat. Geopolymerní díly se vyrábějí ve tvarech odpovídajících potřebám pro protipožární vrata. Vypěněním geopolymerního kompozitu v jeho tekuté fázi přidavkem čistého hliníku nebo hliníku ve formě pasty se dosáhne podstatného snížení jeho měrné hmotnosti.
- Zrání vypěněných geopolymerních kompozitních materiálů na bázi alkalicky aktivovaných hliníto-křemičitanů probíhá v závislosti na teplotě a čase, přičemž k odformování geokompozitních dílců může dojít již po 24 hodinách. Formy jsou zhotoveny tak, aby dílce po odformování mohly být přímo použity v protipožárních zábranách, jako např. výplně protipožárních rolovacích vrat ale také protipožárních dveří apod.
- Za účelem zlevnění pevné složky matrice geopolymery tvořené metakaolinem a/nebo mletou vysokopecní struskou je možno smísit metakaolin a/nebo mletou vysokopecní strusku s úletovým elektrárenským popílkem v maximálním poměru 2:1, to je 2 díly suroviny obsahující metakaolin a/nebo mletou vysokopecní strusku a 1 díl úletového elektrárenského popílku. Doporučuje se v praxi používat vždy větší množství suroviny obsahující metakaolin a/nebo mletou vysokopecní strusku.

#### Příklady uskutečnění technického řešení

##### Příklad 1

Geopolymerní kompozit byl vytvořen z 35 % hmotnostních pevné složky matrice složené ze suroviny obsahující metakaolin a 20 % hmotnostních mleté vysokopecní granulované strusky, vztaženo k sušině těchto látek. Kapalnou složku matrice tvoří 39 % hmotnostních sodného alkalického aktivátoru tvořeného vodním sklem se silikátovým modulem  $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} = 1,8:1$ .

Pevná složka matrice byla řádně promísená po dobu 5 minut. Tekutá složka matrice byla naředěna vodou v poměru 1:0,3 a poté vmíšena do pevné složky. Vzniklá hmota představuje matici kompozitu. Jako plnivo kompozitu s geopolymerní maticí byla použita odpadová čedičová vlákna z výroby izolačních čedičových vrstev resp. sekaná čedičová vlákna a byla přidána v množství 1 % hmotnostní až 5 % hmotnostních. Směs byla dále promíchávána po dobu, aby hmota byla zcela homogenní. Jako poslední složka byl vmíchán hliníkový prášek v množství 1 % hmotnostní, popř. 2 % hmotnostní.

Okamžitě poté byla směs nalita do připravených forem, kde došlo k vypěnění. Po částečném vytvrdnutí byla přebytečná vypěněná hmota pórovitého geopolymerního kompozitu seříznuta a směs byla ponechána ve formě 24 hodin. Po této době byl geopolymerní kompozit odformován a ponechán k celkovému vytvrdnutí po dobu 7 dnů. Během prvních 3 dnů byly díly geopolymerního kompozitu po 4 hodinách roseny vodním postřikem pro zabránění vzniku trhlin na jejich povrchu.

Poté byly odlité díly rozměrově upraveny a vloženy do izolačních otvorů rolovacích protipožárních vrat.

## Příklad 2

Příprava hmoty matrice zůstává stejná jako v příkladu 1, pouze jako plnivo kompozitu byla použita sekaná recyklovaná uhlíková vlákna. Další technologický postup je totožný s příkladem 1.

## Příklad 3

- 5 Příprava hmoty matrice zůstává stejná jako v příkladu 1, pouze jako plnivo kompozitu byla použita sekaná skleněná vlákna. Další technologický postup je totožný jako v příkladu 1.

## Příklad 4

- 10 Geopolymerní kompozit byl vytvořen ze 40 % hmotnostních pevné složky matrice složené ze suroviny obsahující metakaolin ke kterému bylo přimíšeno 20 % hmotnostních úletového elektrárenského popílku, vztaženo k sušině těchto látek. Úletový elektrárenský popílek byl v tomto případě použit z důvodu zlevnění pevné složky matrice. Užití množství úletového elektrárenského popílku ve směsi s metakaolinem je maximální, doporučuje se v praxi používat tato množství úletového elektrárenského popílku v nižších procentních dávkách. Kapalnou složku matrice tvoří 35 % hmotnostních vodného roztoku křemičitanu sodného se silikátovým modulem  
15  $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} = 1,8:1$ . Tekutá složka matrice byla po řádném promíchání pevné složky vmíšena do takto připravené pevné složky.

Jako plnivo kompozitu byla použita sekaná skleněná vlákna v množství 4 % hmotnostní a jako poslední složka byl vmíchán hliníkový prášek v množství 1 % hmotnostní. Další technologický postup je shodný s příkladem 1.

20

## NÁROKY NA OCHRANU

1. Žáruvzdorný geopolymerní kompozit s nízkou měrnou hmotností pro konstrukční prvky protipožárních zábran, obsahující dvousložkové geopolymerní pojivo sestávající jednak z pevné složky a jednak z kapalné složky a dále obsahující vyztužující struktury mající funkci plniva, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pevnou složku geopolymerního pojiva tvoří suroviny obsahující metakaolin a/nebo mletá vysokopecní granulovaná struska v množství 35 % hmotnostních až  
25 60 % hmotnostních, kapalnou složku geopolymerního pojiva tvoří vodný roztok křemičitanu sodného v množství 35 % hmotnostních až 45 % hmotnostních a pevnou složku ve funkci plniva tvoří čedičový vláknenný materiál a/nebo recyklovaný uhlíkový vláknenný materiál a/nebo sekaná skleněná vlákna v množství 1 % hmotnostní až 20 % hmotnostních, přičemž poslední složku  
30 žáruvzdorného geopolymerního kompozitu tvoří čistý hliníkový prášek nebo hliníková pasta v množství 1 % hmotnostní až 2 % hmotnostní.
2. Žáruvzdorný geopolymerní kompozit s nízkou měrnou hmotností podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že užití množství suroviny obsahující metakaolin je smíšeno s úletovým elektrárenským popílkem v maximálním možném poměru 2:1.
- 35 3. Žáruvzdorný geopolymerní kompozit s nízkou měrnou hmotností podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že užití množství mleté vysokopecní granulované strusky je smíšeno s úletovým elektrárenským popílkem v maximálním možném poměru 2:1.