

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 099

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C04B 22/04 (2006.01)
C04B 22/06 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 14/38 (2006.01)
C04B 14/42 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-39863**
(22) Přihlášeno: **10.05.2022**
(47) Zapsáno: **31.05.2022**

- (73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
- (72) Původce:
Ing. Katarzyna Ewa Buczkowska, Ph.D., Liberec,
Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
Mgr. Piotr Los, Liberec, Liberec XXX-Vratislavice
nad Nisou, CZ
prof. Ing. Petr Louda, CSc., Dlouhý Most, CZ
Ing. Vojtěch Růžek, Liberec, Liberec XII-Staré
Pavlovice, CZ
- (74) Zástupce:
Dobroslav Musil a partneři s.r.o., Zábrdovická
917/11b, 615 00 Brno, Zábrdovice

- (54) Název užitého vzoru:
Geopolymerní kompozit pro stínění záření

Geopolymerní kompozit pro stínění záření

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká geopolymerního kompozitu na bázi geopolymerního cementu, který obsahuje hlinitokřemičité pojivo na bázi metakaolinu a/nebo mleté vysokopepční strusky a/nebo odletového popílku ve zvoleném jednotkovém množství a alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

10

Dosavadní stav techniky

15

Tak zvaný elektrosmog, tedy antropogenní neionizující záření představuje riziko pro lidské zdraví a vyskytuje se především v budovách se zvýšeným výskytem elektronických zařízení, jako jsou počítačová centra, kanceláře, nemocnice apod., či v blízkosti zařízení s vysokým výkonem, například vysílačů signálu, ať již televizního, mobilního nebo jiného, nebo vedení vysokého napětí. Hlavním rizikem je tepelné působení záření, především mikrovln, nicméně teplotu tělesných tkání může zvyšovat i intenzivní rádiové vlnění. Krom toho představuje antropogenní elektromagnetické záření i potenciální karcinogen. Z těchto důvodů existují zdravotní limity pro vystavení osob elektromagnetickému záření.

20

Ochranné prvky proti elektromagnetickému záření jsou běžně vyráběny z vodivých desek, betonů s vodivými mřížkami, laků s metalizovanými barvami, slitiny mu-metal (slitina na bázi niklu a železa s velmi vysokou magnetickou permeabilitou) či dalších vodivých materiálů sloužících k odstínění elektromagnetického záření. Tyto druhy ochrany mohou být použity jak k ochraně okolí, například jako stínění ve stěnách budov, tak k ochraně samotných elektronických zařízení, které by mohlo elektromagnetické záření poškodit, například pevných disků.

25

30

Geopolymery jsou uměle vytvořené anorganické polymery vznikající polykondenzací hlinitokřemičitých materiálů v silně alkalickém prostředí a jsou považovány za zelenou alternativu k běžnému portlandskému cementu díky svým vynikajícím mechanickým vlastnostem, nízkým emisím CO₂ při výrobě, vynikající chemické odolnosti a ohnivzdornosti. Díky těmto výhodným vlastnostem se geopolymery používají k výrobě pěnových geopolymérů (GF – geopolymer foam), které lze využít například jako protipožární nátěry. GF se běžně vyrábějí pomocí přidávání vypěňovacích činidel do tekuté geopolymerní směsi, k čemuž se využívá například práškový hliník či peroxid vodíku.

35

Geopolymerní kompozity jsou využívány pro výrobu stavebních prvků, například obkladů či omítek, díky svým výhodným mechanickým vlastnostem, nízké tepelné vodivosti a chemické a tepelné odolnosti.

40

Cílem technického řešení je vytvořit geopolymerní kompozit, zejména pro využití ve stavebnictví, sloužící především pro ochranu před neionizujícím zářením, například mikrovlnami, přičemž může být využit také pro ochranu před ionizujícím zářením, například gama zářením, při velké tloušťce stavebního prvku a vysokém podílu mikročástic.

45

Podstata technického řešení

50

Výše uvedeného cíle je dosaženo technickým řešením, jehož podstata spočívá v tom, že geopolymerní kompozit vytvořený na bázi geopolymerního cementu obsahuje mikročástice oxidu olovnatého a/nebo mědi a/nebo olova. Lze sice použít čisté olovo, nicméně je doporučeno používat oxid olovnatý z důvodů toxicity olova. Použité mikročástice mají velikost 1 až 300 µm v průměru

55

a jsou používány v množství 0,1 až 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva. Vysoký rozsah je dán různorodým využitím výrobků připravených z této směsi. Ochrana proti vysokoenergetickému či ionizujícímu záření samozřejmě vyžaduje větší množství stínících částic. Výhodou geopolymerního kompozitu je nízké riziko uvolňování částic do okolí a vysoká pevnost při nízké hmotnosti.

Alkalický aktivátor je možné použít v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, ačkoliv je doporučeno přidávat 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, jakožto optimální poměr.

Pro snížení ceny a zlepšení mechanických vlastností směs dále obsahuje křemičitý písek o zrnitosti 0,1 až 0,63 v množství 0,1 až 150 % z hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Pro zlepšení mechanických vlastností a chemické odolnosti směs dále obsahuje mikrosiliku v množství 0,1 až 30 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a pro zvýšení pevnosti v tahu a ohybu uhlíková nebo čedičová mikrovlákná v množství 0,1 až 10 % z hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Ke zpevnění struktury lze též použít šamot v množství 0,1 až 150 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Pevnost struktury lze dále posílit pomocí jedné nebo více uhlíkových sítí, přičemž síť má ve výhodném provedení velikost ok od 10 x 10 mm do 50 x 50 mm, přičemž měrná hmotnost sítě je 130 g/m² až 500 g/m², což umožňuje vyrábět jak malé a tenké stínící prvky, tak rozměrné.

Pro odlehčení geopolymerního kompozitu je možné použít duté skleněné mikrokuličky vyrobené ze sodno-vápenatého skla, borosilikátového skla či jejich směsi o velikosti do 150 µm, a s obsahem mikrokuliček od 0,1 % až do 20 % hmotnosti použitého množství hlinitokřemičitého pojiva. Tyto mikrokuličky mají v závislosti na typu velice nízkou hustotu 0,1 až 0,6 g/cm³ a výrazně nezhoršují mechanické vlastnosti výsledného kompozitu.

Směs je též možné vypěnit pomocí příměsí práškového hliníku v množství 0,1 až 15 % hmotnosti hlinitokřemičitého pojiva. Vypěnění zvýší tepelně izolační schopnost kompozitu, sníží jeho hustotu a vypěněný geopolymerní kompozit lze použít jako výplně různých stavebních dutin.

Stavební prvky vyrobené z tohoto geopolymerního kompozitu lze též připravovat ve vrstvené podobě, ve kterých se střídá vypěněná fáze a kompaktní fáze, tímto postupem lze dosáhnout zkombinování výhodných užitečných vlastností obou geopolymerních kompozitů, především se jedná o kombinaci dobrých mechanických vlastností a tepelně izolačních schopností. Různé vrstvy mohou také mít různá složení. V případě použití více vrstev nemusí některé z nich, především ty okrajové, být s příměsí mikročástic oxidu olovnatého, mědi nebo olova pro další snížení rizika kontaminace okolí.

Příklady uskutečnění technického řešení

Geopolymerní kompozit podle předkládaného technického řešení je vytvořen na bázi geopolymerního cementu, který obsahuje hlinitokřemičité pojivo na bázi metakaolinu a/nebo mleté vysokopecní granulované strusky a/nebo odletového popílku a dále obsahuje alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo křemičitanu draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, přičemž toto základní složení je doplněno příměsí mikročástic oxidu olovnatého, mědi nebo olova, buď samostatně, nebo v libovolné kombinaci. Velikost mikročástic se přitom pohybuje v intervalu 1 až 300 µm a přidané množství leží v intervalu 0,1 až 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva. Obvyklé množství alkalického aktivátoru je 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Dodatečně je možné přidat křemičitý písek o zrnitosti 0,1 až 0,63 v množství 0,1 až 150 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a/nebo uhlíková nebo čedičová mikroválka v množství 0,1 až 10 % z hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a/nebo mikrosiliku (mikročástice oxidu křemičitého) v množství 0,1 až 30 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a/nebo šamot v množství 0,1 až 150 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a/nebo duté skleněné mikrokuličky vyrobené ze sodno-vápenatého skla, borosilikátového skla či jejich směsi o velikosti do 150 μm , v množství od 0,1 % až do 20 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Geopolymerní kompozit je též možné vypěnit přidáním práškového hliníku, a to o hmotnosti v rozsahu 0,1 až 15 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Tyto směsi geopolymerního kompozitu lze, v závislosti na využití, využít jednou nebo více zpevňovacími sítěmi z vhodného materiálu, například uhlíku, který v zásaditém prostředí geopolymerní směsi nedegraduje.

Pro ověření uskutečnitelnosti složení a vlastností geopolymerního kompozitu podle předkládaného technického řešení byly realizovány níže uvedené konkrétní příklady směsí, které slouží k objasnění technického řešení, nikoliv k jeho omezení.

Tyto směsi lze využít k výrobě různých druhů stavebních ochranných prvků či stavebních prvků s ochrannými vlastnostmi proti záření, například obkladových desek, stavebních bloků (cihel, modulárních bloků apod.) či dalších prvků. Též je lze použít jako omítku, nicméně vhodnější je využití pro výrobu stavebních prvků, pro zajištění dostatečného stínění, pro využití jakožto omítky jsou vhodnější směsi s vyšším podílem mikročástic oxidu olovnatého, případně vrstvené omítky, kde je horní vrstva připravena bez mikročástic oxidu olovnatého, pro zabránění uvolňování těchto mikročástic do okolí.

Příklad 1

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a mikročástic oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Takto připravená směs, díky příměsi oxidu olovnatého, zajišťuje stínění neionizujícího záření, především mikrovln či intenzivních rádiových vln. Užité vlastnosti lze dále zvyšovat dalšími příměsemi. Namísto oxidu olovnatého lze použít měď nebo čisté olovo.

Příklad 2

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročástic oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 5 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a křemičitého písku o zrnitosti 0,1 až 0,63 v množství 100 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Takto připravená směs má díky příměsi písku lepší mechanické vlastnosti oproti směsi z příkladu 1. Písek též slouží jako levné plnivo.

Příklad 3

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva,

mikročásteč oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a mikrosiliky v množství 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

- 5 Mikrosilika ve směsi zlepšuje mechanické vlastnosti a chemickou odolnost.

Příklad 4

- 10 Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročásteč oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a uhlíkových vláken v množství 5 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

- 15 Uhlíková vlákna ve směsi slouží pro zlepšení pevnosti v tahu a za ohybu, která je u samotného geopolymery poměrně nízká.

Příklad 5

- 20 Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti hlinitokřemičitého pojiva, mikročásteč oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a šamotu v množství 100 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

- 25 Podobně jako písek v příkladu 2 slouží šamot jako plnivo a zlepšuje mechanické vlastnosti kompozitu.

Příklad 6

- 30 Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročásteč oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a uhlíkové sítě s velikostí ok 10x10 mm.

- 35 Uhlíkové sítě zlepšují mechanické vlastnosti kompozitu a brání rozpadu výrobku v případě jeho prasknutí či jinému druhu poškození, například v důsledku nárazu. Velikost ok lze volit podle aplikací či požadované velikosti výchozích prvků. Síť lze použít několik.

40 Příklad 7

- Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročásteč oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a dutých skleněných mikrokuliček o velikosti do 150 μm vyrobených ze sodno-vápenatého skla a/nebo borosilikátového skla v množství 5 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

- 50 Duté skleněné mikrokuličky mají velice nízkou hustotu a slouží tedy k odlehčení výsledné struktury při zachování jejích mechanických vlastností. Jejich použití je obzvláště výhodné v kombinaci s vlákny, sítěmi a jinými příměsemi, které zlepšují mechanické vlastnosti.

Příklad 8

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročastic oxidu olovnatého o velikosti v průměru 150 µm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a práškového hliníku v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Vypěněný kompozit má nižší tepelnou vodivost oproti kompaktnímu kompozitu. Mechanické vlastnosti je možné zachovat především příměsí uhlíkových vláken a jiných příměsí zlepšujících mechanické vlastnosti.

Příklad 9

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, šamotu v množství 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikrosiliky v množství 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, uhlíkových vláken v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a mikročastic oxidu olovnatého o průměrné velikosti 150 µm v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Takto připravený kompozit má kromě stínících vlastností i výhodné mechanické vlastnosti, dané příměsí šamotu, uhlíkových vláken a mikrosiliky, především vyšší pevnost v tahu a v ohybu.

Příklad 10

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, šamotu v množství 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikrosiliky v množství 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, uhlíkových vláken v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikročastic oxidu olovnatého o průměrné velikosti 150 µm v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a mikročastic mědi o průměrné velikosti 45 µm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Takto připravený kompozit má stejné výhodné vlastnosti jako ten v příkladu 9, je však použita kombinace mikročastic oxidu olovnatého a mědi. Celkové množství kovových mikročastic je také vyšší, což zlepšuje stínící vlastnosti.

Příklad 11

40

Geopolymerní kompozit se stínícím účinkem je vytvořen z 2 vrstev geopolymerního.

Směs pro výrobu první vrstvy se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikrosiliky v množství 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, uhlíkových vláken v množství 1,5 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a hliníkového prášku v množství 1 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva. Tato vrstva je vypěněná a nemá příměs mikročastic oxidu olovnatého, mědi ani olova.

Směs pro výrobu druhé vrstvy se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikrosiliky v množství 15 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, uhlíkových vláken v množství 1,5 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, písku v množství 100 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, 1 vrstvy uhlíkové sítě s velikostí ok 10 x 10 mm a olovených

mikročástic o průměrné velikosti 150 μm v množství 3 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

Příklad 12

5

Směs pro výrobu geopolymerního kompozitu se stínícím účinkem se skládá z hlinitokřemičitého pojiva, alkalického aktivátoru v množství 90 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, šamotu v množství 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, mikrosiliky v množství 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, uhlíkových vláken v množství 2 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva a mikročástic oxidu olovnatého o průměrné velikosti 150 μm v množství 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.

10

Takto připravený kompozit má velmi vysoký obsah mikročástic oxidu olovnatého, což výrazně zvyšuje jeho hustotu i stínící schopnost. Vysoký obsah olova umožňuje při dostatečné tloušťce ochranného prvku tuto směs využít i jako přinejmenším částečné stínění vysokoenergetického ionizujícího záření, například rentgenového či gama záření.

15

Vysoký obsah mikročástic oxidu olovnatého může vést ke zhoršení mechanických vlastností, proto je vhodnější při takto vysokém obsahu mikročástic použít dodatečné zpevňující příměsi, například siliku, uhlíková vlákna či šamot.

20

Průmyslová využitelnost

25

Stavební prvek lze využít ve stavebnictví či jinde pro zajištění stínění a ochrany před elektromagnetickým zářením.

NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Geopolymerní kompozit vytvořený na bázi geopolymerního cementu, který obsahuje hlinitokřemičité pojivo na bázi metakaolinu a/nebo mleté vysokopeční strusky a/nebo odletového popílku ve zvoleném jednotkovém množství a alkalický aktivátor tvořený vodným roztokem křemičitanu sodného nebo draselného v množství tvořícím 65 až 112 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje mikročástice oxidu olovnatého a/nebo mědi a/nebo olova o velikosti 1 až 300 μm v množství 0,1 až 50 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
- 10 2. Geopolymerní kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje křemičitý písek o zrnitosti 0,1 až 0,63 v množství 0,1 až 150 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
3. Geopolymerní kompozit podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje uhlíková nebo čedičová mikrovlákná v množství 0,1 až 10 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
- 15 4. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje mikrosiliku v množství 0,1 až 30 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
5. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje šamot v množství 0,1 až 150 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
- 20 6. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že je vyztužen jednou nebo více uhlíkovými sítěmi s velikostí ok od 10 x 10 mm do 50 x 50 mm, přičemž měrná hmotnost sítě je 130 g/m² až 500 g/m².
7. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje duté skleněné mikrokuličky vyrobené ze sodno-vápenatého skla, borosilikátového skla či jejich směsi o velikosti do 150 μm , v množství od 0,1 % až do 20 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
- 25 8. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 5 a nároku 7, **vyznačující se tím**, že je vypěněn pomocí příměsi práškového hliníku v množství 0,1 až 15 % hmotnosti použitého hlinitokřemičitého pojiva.
- 30 9. Geopolymerní kompozit podle libovolného z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň dvě vrstvy geopolymerního kompozitu, přičemž alespoň jedna z nich obsahuje mikročástice oxidu olovnatého a/nebo mědi a/nebo olova.