

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2014-263

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C04B 18/20 (2006.01)

C04B 14/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.04.2014**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **29.10.2015**
(Věstník č. 43/2015)

(71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze- Fakulta
stavební, Praha 6, CZ

(72) Původce:
Ing. Marek Foglar, Ph.D., Praha 4, CZ
Ing. Josef Fládr, Chlumčany, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Cementový kompozit se zvýšenou
schopností absorpce mechanické energie**

(57) Anotace:
Nový cementový kompozit má matrici z křemičitanového cementu, která je vyplněna přírodním drceným kamenivem libovolného mineralogického složení a/nebo umělým kamenivem na bázi expandovaných jílu. Kompozit dále obsahuje záměsovou vodu a plastifikátory, jejichž množství je dáno požadovanou zpracovatelností a rychlostí ukládání cementového kompozitu do bednění. Křemičitanový cement je v dávce 300 až 620 kg/m³ kompozitu a kamenivo je kamenivo o frakci 0-8 v dávce 150 až 350 kg/m³ kompozitu. Kompozit dále obsahuje hrubě drcené částice přírodní a/nebo syntetické textilie a/nebo výplňového materiálu typu molitan v dávce 80 až 150 kg/m³ kompozitu. Tyto drcené částice jsou libovolného tvaru a jejich minimální rozměr je v jednotkách mm a maximální rozměr do desítek mm.

CZ 2014 - 263 A3

Cementový kompozit se zvýšenou schopností absorpce mechanické energie

Oblast techniky

Předkládané řešení se týká nové receptury kompozitního materiálu, kde cementová matrice je ztužena nehomogenními textiliemi, které mohou být odpadního původu. Výsledný materiál se vyznačuje mechanickým chováním, které umožňuje pohlcovat různé druhy energie, například akustickou, mechanickou, či jinou energii.

Dosavadní stav techniky

Princip vláknobetonu je znám již řadu let, vlákna do betonové směsi se přidávají ocelová, zde se hovoří o drátkobetonu, v dávkování cca 20-200kg/m³, nebo plastová v dávkování cca 1-12kg/m³. V těchto případech se jedná o drátky resp. vlákna přesně daných vlastností, která se za tímto účelem vyrábějí. Cena vláken se liší v závislosti na jejich materiálu a vlastnostech, či původu. Princip vláknobetonu spočívá v tom, že tahovým napětím vzniklá trhлина je zachycena rozptýlenou výztuží v podobě vláken. Vláknobetonové kompozity se vyznačují lepšími přetvárnými vlastnostmi a menším smršťováním. Problém vláknobetonu představuje zejména velký rozptyl mechanických vlastností, který je ovlivněn nedokonalým rozmísením vláken v betonu.

V dnešní době se do betonu přidávají textilní materiály zejména ve formě usměrněných tkaných textilií s jasně definovanými vlastnostmi, kde jsou textilie prokládány vrstvami betonu. Počet vrstev a jejich materiál je proměnný v závislosti na požadovaných vlastnostech. Výsledné kompozity se ale vyznačují vysokou cenou a proto nejsou v běžné návrhové praxi příliš využívány.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje cementový kompozit se zvýšenou schopností absorpce mechanické energie, jehož matrice je z křemičitanového cementu a je vyplněna přírodním drceným kamenivem libovolného mineralogického složení a/nebo umělým kamenivem na bázi expandovaných jíků. Kompozit dále obsahuje

záměsovou vodu a plastifikátory, jejichž množství je dáno požadovanou zpracovatelností a rychlostí ukládání cementového kompozitu do bednění. Podstatou nového řešení je, že křemičitanový cement je v dávce 300 až 620 kg/m³ kompozitu, kamenivo je kamenivo o frakci 0/8 v dávce 150 až 350 kg/m³ kompozitu a kompozit dále obsahuje hrubě drcené částice přírodní a/nebo syntetické textilie a/nebo výplňového materiálu typu molitan. Tyto částice mají libovolný tvar, a tedy i poměr stran, a jsou v dávce 80 až 150 kg/m³ kompozitu. Jejich minimální rozměr je v jednotkách mm a maximální rozměr do desítek mm podle typu materiálu. V případě nití či provazců je nejmenší rozměr od desetin mm až po jednotky mm a větší rozměr může být i více než 20 mm. V případě dřevě lánků a jiných textilií je menší rozměr obvykle v rozmezí 1-5 mm, delší pak 10-30 mm. Pokud je použita hrubší dř, či například molitan, je minimální rozměr zhruba v rozmezí 5 mm až 10 mm a maximální rozměr je 30 a více mm.

Většinou je v cementovém kompozitu záměsová voda v dávce od 300 l/m³ do 450 l/m³ kompozitu.

Ve výhodném provedení jsou částice přírodní a/nebo syntetické textilie a/nebo výplňového materiálu typu molitan jsou odpadního charakteru.

Ve výhodném řešení může být dávka křemičitanového cementu částečně, zhruba až do cca 60%, nahrazena popílkem vzniklým při spalování antracitu, černého či hnědého uhlí. Tímto způsobem dojde k úspoře množství cementu a tak zlevnění výsledného kompozitu při mírném snížení pevnostních charakteristik a zvětšení objemu záměsové vody.

Nové řešení tedy spočívá v návrhu struktury cementového kompozitu, v principu, že jsou kombinovány zdánlivě nekompatibilní složky a je dosaženo inovativních materiálových vlastností spočívajících zejména ve zvýšené schopnosti cementového kompozitu absorbovat mechanickou energii. Přetvárné vlastnosti se oproti běžným betonům zvýší o 200 a více procent. Kompozit si i při velkých přetváření zachovává kompatibilitu a nedochází u něj k tzv. křehkému lomu, který je typický u běžných betonů. I při výrazném přetvoření si kompozit zachovává mechanické vlastnosti, což tento materiál předurčuje pro konstrukce vystavené zatížením působícím s velkou

rychlostí (náráz, výbuch, apod.). Při těchto zatěžovacích situacích disipuje materiál velké množství energie, ale zachová si celistvost.

Příklady uskutečnění vynálezu

Principem nového technologického postupu výroby cementového kompozitu je tedy vytvoření takové vnitřní struktury materiálu, kde se pozitivně uplatní kusy přírodních nebo syntetických textilií nebo výplňový materiál typu molitan, s výhodou vzniklé drcením či trháním např. z likvidace vyřazených automobilů, nábytku a podobně tím, že výsledné přetvárné vlastnosti kompozitu výrazně překračují hodnoty běžných cementových kompozitů v oblasti absorpce mechanické energie.

Struktura kompozitu je tvořena cementovou matricí, která je vyplněna přírodním drceným kamenivem libovolného mineralogického složení nebo umělým kamenivem na bázi expandovaných jíílů, po případě jejich kombinací. Při výrobě kompozitu jsou v závěrečné fázi přidány kusy textilií kompozitu, které jsou libovolného tvaru a mohou být odpadního charakteru. Tyto kusy textilií jsou hrubě drceny na proužky, cucky a provazce o velikosti minimálního rozměru jednotek mm a maximálního rozměru do desítek mm různých tvarů a poměrů rozměrů a posléze použity pro výrobu kompozitu. Může se jednat o textilie přírodní jako je bavlna, hedvábí, apod., textilie z umělých vláken, textilní lana, výplňové materiály typu molitanu a další. Tyto prvky jsou a priori nevhodné jako přísady do betonu, neboť v něm nepřebírají funkci rozptýlené výztuže jako ve vláknobetonu, ale naopak řízeně do betonové směsi řízeně vnáší heterogenitu, která může při pečlivém návrhu betonové směsi vést na unikátní materiálové vlastnosti výsledného cementového kompozitu. Ty se projevují zejména velkou absorpcí mechanické energie při zatěžování.

Pro lepší výklad je uveden následující příklad chování zkušebních kostek. Zatímco zkušební kostka z běžného betonu bez přísad vláken selže křehkým způsobem v důsledku příčného tahu, kostka z popisovaného cementového kompozitu se začne drtit při vyčerpání tlakové únosnosti betonové matrice mezi kusy textilií. Díky jejich poddajnosti se kostka neroztrhne v důsledku příčného tlaku, ale drží tvar a dále deformací matrice disipuje vnesenou energii, tedy jí absorbuje.

Těchto vlastností je s výhodou možné užít například v případě tlumičů nárazu, výbuchu, či jako obkladů, které svou destrukcí mohou ochránit křehkou konstrukci.

Cementová matrice v kompozitu je zhotovena z křemičitanového cementu v dávce od 300 do 620 kg/m³ kompozitu. Přesné dávkování je ovlivněno druhem použitého kameniva a jeho mineralogického a geologického původu. Kamenivo o frakci 0+8 se do kompozitu přidává v dávkách od 150 do 350 kg/m³ kompozitu, kde dávka je ovlivněna hlavně jeho původem. Syntetický a/nebo přírodní textilní materiál a/nebo výplňový materiál typu molitan se dává v množství od 80 do 150 kg/m³ kompozitu. Přesné složení směsi včetně množství záměsové vody a plastifikátoru se stanovuje podle vlastností přidávané textilie, tedy v závislosti na jejím původu, jemnosti drcení, materiálu, a podobně, požadované zpracovatelnosti a rychlosti ukládání cementového kompozitu do bednění. Běžná dávka vody se pohybuje od 300 do 450 l/m³ kompozitu.

Pro ověření deklarovaných vlastností kompozitu jsou uvedeny dvě referenční receptury, na kterých byly ověřovány mechanické vlastnosti kompozitu. Zkušební těleso bylo ve tvaru kvádrů. První receptura kompozitu je sestavena pro umělé kamenivo, které je vyráběno z expandovaných jíílů.

1. příklad receptury:

		kg/m ³
Cement		590
Kamenivo uměle vyráběné	0/8	170
Syntetický textilní materiál		100
Voda		380

Výsledky tlakových pevností

Označení vzorku	Rozměr zkušebního tělesa (mm)	Hmotnost (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Síla (kN)	Pevnost (MPa)
91.1	150	4,175	1271	125	5,71
	150				
	146				
91.2	150	3,985	1213	110	5,02

	150				
	146				
91.3	150	3,827	1104	105	4,55
	150				
	150				
	154				
Průměr		3,995	1181		5,09

Chování materiálu bylo také ověřeno požární zkouškou. Při zkoušce byly vzorky zatěžovány normovou teplotní křivkou a poté na nich byla ověřena reziduální tlaková pevnost.

Výsledky reziduální tlakové pevnosti

Označení vzorku	Rozměr zkušebního tělesa (mm)	Hmotnost (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Síla (kN)	Pevnost (MPa)
91.4	150	2,805	826	18	0,794
	150				
	151				
91.5	150	2,885	855	24	1,052
	150				
	150				
91.6	150	2,740	801	15	0,662
	150				
	152				
Průměr		2,810	827,2		0,836

2. příklad receptury:

		kg/m ³
Cement		505
Kamenivo uměle vyráběné	4/8	135
Kamenivo přírodní	0/4	170
Syntetický odpadní materiál		100
Voda		380

Výsledky tlakových pevností

Označení vzorku	Rozměr zkušebního tělesa	Hmotnost (kg)	Objemová hmotnost (kg/m ³)	Síla (kN)	Pevnost (MPa)
-----------------	--------------------------	---------------	--	-----------	---------------

	(mm)				
92.1	150	4,05	1169	100	4,33
	150				
	154				
92.2	150	3,82	1147	78	3,51
	150				
	148				
92.3	150	4,2	1228	102	4,47
	150				
	152				
Průměr		4,02	1181		4,11

Modul pružnosti výsledného kompozitu se v závislosti na navržené směsi může lišit, běžný je rozsah 2000-3000MPa.

Cementový kompozit splňuje třídu reakce na oheň B, zkoušené podle ČSN EN 13501-1 pro obě receptury.

Tepelně technické parametry cementového kompozitu se mění podle konkrétního složení, ale vždy musí splňovat, následující interval:

- součinitel tepelné vodivosti 0,4 až 0,7 W/(m.K),
- měrná tepelná kapacita 900 až 1300 J/(kg.K).

Průmyslová využitelnost

Vyvinutý materiál je možné s výhodou použít v případě např. tlumičů nárazu, výbuchu, či jako obkladů, které svou destrukcí mohou ochránit křehkou konstrukci. Cementový kompozit se tedy může uplatnit jako zdící materiál, jako materiál obkladový s tepelně a akusticky izolační funkcí a jako materiál plnicí funkci tlumiče pro zatížení působící s velkou rychlostí.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Cementový kompozit se zvýšenou schopností absorpce mechanické energie, jehož matrice je z křemičitanového cementu a je vyplněna přírodním drceným kamenivem libovolného mineralogického složení a/nebo umělým kamenivem na bázi expandovaných jíílů a kde kompozit dále obsahuje záměsovou vodu a plastifikátory, jejichž množství je dáno požadovanou zpracovatelností a rychlostí ukládání cementového kompozitu do bednění, **vyznačující se tím, že** křemičitanový cement je v dávce 300 až 620 kg/m³ kompozitu, kamenivo je kamenivo o frakci 0³²/₈ v dávce 150 až 350 kg/m³ kompozitu a kompozit dále obsahuje hrubě drcené částice přírodní a/nebo syntetické textilie a/nebo výplňového materiálu typu molitan v dávce 80 až 150 kg/m³ kompozitu, kde tyto drcené částice jsou libovolného tvaru a jejich minimální rozměr je v jednotkách mm a maximální rozměr do desítek mm.
2. Cementový kompozit podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** obsahuje záměsovou vodu v dávce od 300 l/m³ do 450 l/m³ kompozitu.
3. Cementový kompozit podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** částice přírodní a/nebo syntetické textilie a/nebo výplňového materiálu typu molitan jsou odpadního charakteru.
4. Cementový kompozit podle nároku 1 nebo 2 nebo 3, **vyznačující se tím, že** dávka křemičitanového cementu je částečně nahrazena popílkem vzniklým při spalování antracitu, černého či hnědého uhlí, a to maximálně do 60% dávky.