PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2009-799

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

C04B 18/20	(2006.01)
C04B 18/16	(2006.01)
C04B 16/06	(2006.01)
B09B 3/00	(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.11.2009**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **08.06.2011**

(Věstník č. 23/2011)

(71) Přihlašovatel:

České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Praha 6, CZ

(72) Původce:

Vodička Jan doc. Ing. CSc., Praha 6, CZ
Výborný Jaroslav doc. Ing. CSc., Praha 5, CZ
Hanzalová Hana Ing. CSc., Kladno 4, CZ
Horáček Vladimír, Dobřichovice, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název přihlášky vynálezu:

Vláknobeton pro zemní konstrukce a jiné nenáročné stavby bytové a občanské výstavby

(57) Anotace:

Vláknobeton je tvořen plnivem, křemičitanovým cementem, záměsovou vodou a vlákny ztužujícími strukturu kompozitu. Plnivo je plně tvořeno recyklátem o hmotnosti 1 100 až 1 800 kg na 1 m^{3}hotového vláknobetonu upraveným na frakce zrnitosti 0-16 mm a/nebo 0-22 mm a/nebo 0-32 mm a/nebo 0-63 mm a záměsová voda je v dávce 140 až 350 kg na 1 m^{3}hotového vláknobetonu. Křemičitanový cement je o hmotnosti v rozmezí 240 až 350 kg na 1 m^{3}hotového vláknobetonu a vlákna ztužující strukturu kompozitu jsou vlákna polyetylentereftalátu o délce v rozmezí 1,5 až 3 krát delší než je velikost maximálního zrna použitého recyklátu, s pevností v tahu v rozsahu 50 až 80 MPa a v hmotnostních dávkách v rozmezí 14 až 42 kg na 1 m^{3}hotového vláknobetonu, přičemž šířka vláken je v rozmezí 0,5 až 1,5 mm.

CZ 2009 - 799 A3

30.1.09 PV 2009-799

Vláknobeton pro zemní konstrukce a jiné nenáročné stavby bytové a občanské výstavby

Oblast techniky

Technické řešení se týká vláknobetonu, který využívá odpadových PET lahví pro výrobu vláken vhodných parametrů k jeho výrobě, kde přírodní kamenivo je plně nahrazeno recykláty za stavebního odpadu. Řešení navazuje na patent CZ 300195 „ Vláknobeton, zejména pro zemní konstrukce".

Dosavadní stav techniky

Výroba vláknobetonů, tj. kompozitních materiálů s cementovou matricí ztuženou vlákny nachází stále větší uplatnění ve stavební praxi. Rozhodují o tom vlastnosti ztvrdlých vláknobetonů, které se vyznačují oproti ztvrdlým obyčejným betonům bez vláken především tahovou pevností, zejména velkou houževnatostí, tzv. duktilitou, i po vzniku trhlin. Hlavní podíl na těchto vlastnostech vláknobetonů mají užitá vlákna. V současné době jsou užívaná průmyslově vyráběná vlákna syntetická nebo ocelová, vyznačující se vysokými pevnostmi v tahu.

V dnešní době se klade důraz na udržitelnost výstavby, tj. na zpracování nejen stavebního odpadu, ale též na finanční náklady vstupních surovin do procesu výroby. Recyklací stavební sutě lze získat recykláty vhodných frakcí, které mohou plně nahradit přírodní kamenivo v případě výroby vláknobetonu nižších pevnostních tříd, avšak vlastností, které byly výše uvedeny. Praktické využití těchto vláknobetonů je s ohledem na absolutní hodnoty měřených a sledovaných vlastností pro stavební výrobu omezené, avšak ne natolik, aby nemohly být využity ve stavební výrobě. Oblasti využití jsou přímo určeny jako zemní konstrukce jako jsou náspy, zemní hráze, podkladové vrstvy, případně i nenáročné stavby občanské vybavenosti.

Dosud známý a vyráběný vláknobeton určený zejména pro zemní konstrukce je tvořen je tvořen plnivem, křemičitanovým cementem, záměsovou vodou a

syntetickými vlákny. Plnivo je plně tvořeno recyklátem o hmotnosti 1100 až 1800 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu upraveným na frakce zrnitosti 0-16mm a/nebo 0-22mm a/nebo 0-32mm a/nebo 0-63mm. Křemičitanový cement je o hmotnosti v rozmezí 240 až 400 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu a záměsová voda je v dávce 140 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu. Syntetická vlákna jsou vlákna o délce 50 až 60 mm s pevností v tahu v rozsahu 600 až 800 MPa a v hmotnostních dávkách v rozmezí 4,5 až 18 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu.

Nevýhodou tohoto řešení je poměrně vysoká cena syntetických vláken, která omezuje širší využití vláknobetonu.

Podstata vynálezu

Výše uvedený nedostatek odstraňuje vláknobeton s využitím pro zemní konstrukce tvořený plnivem, křemičitanovým cementem, záměsovou vodou a vlákny ztužujícími strukturu kompozitu. Plnivo je plně tvořeno recyklátem o hmotnosti 1100 až 1800 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu upraveným na frakce zrnitosti 0-16mm a/nebo 0-22mm a/nebo 0-32mm a/nebo 0-63mm a záměsová voda je v dávce 140 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu. Podstatou nového řešení je, křemičitanový cement je o hmotnosti v rozmezí 240 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu a že vlákna ztužující strukturu kompozitu jsou vlákna polyetylentereftalátu o délce v rozmezí 1,5 až 3 krát delší než je maximální velikost zrna použitého recyklátu, přičemž závisí na jejich množství v jednotce objemu Pevnost v tahu těchto ztužujících vláken v rozsahu 50 až 80 MPa a hmotnostní dávky se pohybují v rozmezí 14 až 42 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu. Šířka vláken je v rozmezí 0,5 až 1,5 mm.

Výhodné je, jsou-li jako vlákna polyetylentereftalátu použita vlákna získaná stříháním za studena z PET lahví používaných k baleným vodám.

Výhodou uvedeného řešení je výrazné snížení ceny vláknobetonu díky tomu, že syntetická vlákna, která jsou průmyslově vyráběná, lze nejen ekonomicky, ale i ekologicky nahradit odpadními vlákny z nápojových PET lahví používaných k baleným vodám. Vlákna z PET lahví jsou navíc druhou složkou vláknobetonového

30.11.09

kompozita vyrobenou z odpadu. První a hlavní složkou kompozita zůstávají recykláty cihelné nebo betonové, vyrobené ze stavebního odpadu. Užití vláken z PET lahví tak výrazně sníží cenu kompozita. Například dávka vláken, odpovídající jednomu objemovému procentu vyztužení v receptuře vláknobetonu, sníží náklady na tuto složku z 1400 Kč za vlákna syntetická na cca 300 Kč za vlákna z PET lahví. Pro kompozit to potom představuje snížení z částky cca 2000 Kč /m3 na částku cca 1000 Kč /m3.

Příklady provedení vynálezu

Vláknobeton podle předkládaného řešení, je určen zejména pro zemní konstrukce, ale je ho možné rovněž tak použít i pro nenáročné konstrukce jako jsou nosné konstrukce rodinných domků. Tento vláknobeton je tvořený plnivem, křemičitanovým cementem, záměsovou vodou a vlákny ztužujícími strukturu kompozitu. Jako plnivo je plně využit recyklát o hmotnosti 1100 až 1800 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu, který je upraven na frakce zrnitosti 0-16mm a/nebo 0-22mm a/nebo 0-32mm a/nebo 0-63mm. Použitý křemičitanový cement má hmotnost v rozmezí 240 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu a záměsová voda je v dávce 140 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu. Jako vlákna, která ztužují strukturu kompozitu, jsou použita vlákna polyetylentereftalátu o délce v rozmezí 1,5 až 3 krát delší než je velikost maximálních zrn použitého recyklátu s pevností v tahu v rozsahu 50 až 80 MPa a v hmotnostních dávkách v rozmezí 14 až 42 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu. Obvyklá délka vláken tedy je cca 50 až 95 cm. Platí zde, že čím větší zrnitost recyklátu je použita, tím delší jsou vlákna. Šířka vláken je v rozmezí 0,5 až 1,5 mm.

Pro větší ekonomický a současně ekologický efekt při výrobě vláknobetonu s plnou náhradou přírodního kameniva recykláty s využitím pro zemní konstrukce se na základě experimentálních zkoušek ukázala reálná možnost používat jako vlákna polyetylentereftalátu, ztužující strukturu kompozitu, vlákna z odpadových PET lahví, s jejichž likvidací má dnes společnost velký problém. Velmi výhodné je, že tato

30.11.09

vlákna nepotřebují žádnou zvláštní úpravu, neboť se použiji za studena stříhané tenké proužky.

Při zachování rozměrových a tvarových dimenzí vláken srovnatelných s dimenzemi dnes užívaných syntetických vláken, lze dosáhnout vlastnosti vláknobetonu postačující pro aplikace v zemních konstrukcích a to přesto, že pevnosti vláken vyrobených z PET lahví dosahují cca 1/10 pevnosti vláken syntetických. Výhoda vláken vyrobených z PET lahví je především v ekologickém efektu, spočívajícím v likvidaci plastového odpadu se smysluplným využitím. Dalšími výhodami v případě výroby takovýchto vláknobetonů s praktickým využitím je životnost samotných vláken, odhadovaná odborníky na asi 500 let, a velmi nízká cena těchto vláken oproti dnes užívaným vláknům syntetickým.

Přesto, že pevnost v tahu vláken z PET lahví oproti vláknům syntetickým je nižší, a výsledné parametry ztvrdlého vláknobetonu jsou též nižší, lze tuto skutečnost kompenzovat přímo návrhem dimenzí v praktických aplikacích.

I zde je možné použít recyklované plnivo tvořené inertními složkami z cihelných a/nebo betonových recyklátů a/nebo frakcemi odpadu z přírodního kamene a/nebo drobnozrnných recyklátů. Rovněž tak může vláknobeton obsahovat plastifikátory o hmotnosti o hmotnosti odvozené z hmotnostní dávky křemičitanového cementu v rozsahu 0,2 až 1,5% na m^3.

Technické řešení spočívá ve vkládání desek z monolitického vláknobetonu do zemních náspů, zemních hrází, případně do podloží staveb, zejména liniových. Počet a tloušťka a vkládaných desek se stanoví výpočtem. Pro představu lze toto považovat jako alternativu za dnes vkládané syntetické rohože s cílem zpevnění zemních konstrukcí, avšak s větším efektem účinku spočívajícím především v hmotnosti desek z vláknobetonu a jejich interakcí se zeminou.

Experimentálními zkouškami bylo prokázáno, že zjištěné tahové pevnosti, které jsou rozhodující pro aplikace, např. pro vláknobeton s cihelným recyklátem s vlákny syntetickými cca 2,5 MPa, jsou jen o 30 % vyšší, než bylo zjištěno u vláknobetonu, kde byla užita vlákna vyrobená z PET lahví, tj. cca 1,7 MPa.

30.11.09

Tato skutečnost, tj. rozdíl tahových pevností při užití k výrobě vláknobetonu vláken syntetických nebo z PET lahví se projeví v reálném návrhu v počtu vložených monolitických desek, jejich tloušťkách, případně i v návrhu vláknobetonu s větší dávkou vláken, tj. od 1 do 3 % objemových.

Dále jsou uvedeny příklady složení směsí uváděné vždy na 1 m^3 hotového vláknobetonu v případě využití vláken získaných z PET lahví a střední dávky cementu, tj. 260 kg/ m^3 .

PŘÍKLAD 1

Křemičitanový cement 300 kg, záměsová voda 190 kg, cihelný recyklát 1320 kg frakce 0 – 63 mm, nastřihaná vlákna z náhodného výběru odpadních PET nápojových lahví 14 kg o délce 80 mm, šířce 0,5 – 1,5 mm s proměnou pevností v tahu 50 – 80 MPa.

PŘÍKLAD 2

Křemičitanový cement 260kg, záměsová voda 170 kg, betonový recyklát 1560 kg frakce 0 – 32 mm, nastřihaná vlákna z náhodného výběru odpadních PET nápojových lahví 28 kg, o délce 60 mm, šířce 0,5 – 1,5 mm s proměnou pevností v tahu 50 – 80 MPa.

PŘÍKLAD 3

Křemičitanový cement 260kg, záměsová voda 210 kg, betonový recyklát 1620 kg frakce 0 – 16 mm, nastřihaná vlákna z náhodného výběru odpadních PET nápojových lahví 28 kg, o délce 60 mm, šířce 0,5 – 1,5 mm s proměnou pevností v tahu 50 – 80 MPa.

Obecně při stanovení dávky a volby jeho pevnostní třídy se přihlíží k hospodárnosti návrhu složení vláknobetonu a k požadavkům na jeho vlastnosti pro vytipovanou konstrukci a technologii jejího provedení tj. vibrováním nebo válcováním respektive pěchováním. Dávky cementu se mohou pohybovat v uvedeném rozmezí 240 – 350 kg/ m^3 .

30.11.09

Průmyslová využitelnost

Nápojové PET lahve tvoří podstatnou část tříděného komunálního odpadu, a proto je recyklaci polyetylentereftalátu věnována značná pozornost nejen u nás, ale i v zahraničí. Navrhované využití vláken z PET lahví je novou oblastí k jejich likvidaci a současně smysluplnému využití. Tímto využitím se sníží i likvidace plastového odpadu ve spalovnách, kde většinou končí jako komunální odpad. Čistota ovzduší by měla být prvořadým cílem celé společnosti. Vláknobeton vyrobený s těmito vlákny lze využít například výhodně pro výrobu desek, které budou součástí konstrukce zemních náspů a hrází v případě prvních aplikací. Matematické simulace konstrukce náspu již se třemi vloženými deskami z vláknobetonu a ověření na modelech prokázaly, že lze zachovat stabilitu hráze v případě přelití vodou s důsledkem nastávající eroze končící až možným protržením hráze tzn. zvýšení stability hráze při povodních a ekonomický efekt výrazného zmenšení šířky v patě hráze souvisejícího se zvýšeným sklonem svahů hráze. Vláknobeton s odpadními vlákny z PET lahví má široké možnosti použití také při konstrukci vozovek, železničních tratí, podkladních vrstev podlah výrobních a skladištních hal a podobně. Uvedený vláknobetonu je možné též použít i pro výrobu nosných a nenosných konstrukcí nenáročných staveb jako např. rodinných domů postavených pouze z odpadu.

I když vlákna z PET lahví mají cca 10 x nižší pevnost než vlákna syntetická (50-80 MPa oproti 600 – 800 MPa), přesto kompozit s těmito vlákny vykazuje vlastnosti, které umožňují jeho stejné využití ve vytipovaných oblastech. V případě pevností tahových, které rozhodují o uvedených aplikacích, to představuje snížení tahové pevnosti kompozita jen o 30 – 40 %.

Z pohledu návrhu na využití vláknobetonu v uvedených zemních konstrukcích to vyžaduje realizovat v zemních konstrukcích vkládané ztužující desky vláknobetonu ve větších tloušťkách, případně vláknobetony s větší hmotnostní dávkou vláken z PET lahví. Tato skutečnost vyznívá ve prospěch užití těchto vláken, neboť to vede při aplikaci k větší spotřebě nejen recyklátu, ale i samotných vláken z PET lahví.

30.11.09 PV 2009-499

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Vláknobeton pro zemní konstrukce a jiné nenáročné stavby občanské vybavenosti tvořený plnivem, křemičitanovým cementem, záměsovou vodou a vlákny ztužujícími strukturu kompozitu, kde plnivo je plně tvořeno recyklátem o hmotnosti 1100 až 1800 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu upraveným na frakce zrnitosti 0-16mm a/nebo 0-22mm a/nebo 0-32mm a/nebo 0-63mm a záměsová voda je v dávce 140 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu **vyznačující se tím, že** křemičitanový cement je o hmotnosti v rozmezí 240 až 350 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu a vlákna ztužující strukturu kompozitu jsou vlákna polyetylentereftalátu o délce v rozmezí 1,5 až 3 krát delší než je velikost maximálního zrna použitého recyklátu, s pevností v tahu v rozsahu 50 až 80 MPa a v hmotnostních dávkách v rozmezí 14 až 42 kg na $1m^3$ hotového vláknobetonu, přičemž šířka vláken je v rozmezí 0,5 až 1,5 mm.

2. Vláknobeton podle nároku 1 **vyznačující se tím, že** vlákna polyetylentereftalátu jsou za studena stříhaná vlákna z odpadních PET nápojových lahví.