

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2001-3632**
(22) Přihlášeno: **10.04.2000**
(30) Právo přednosti: **09.04.1999 AU 1999/9700**
(40) Zveřejněno: **12.03.2003**
(**Věstník č. 3/2003**)
(47) Uděleno: **23.04.2007**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **30.05.2007**
(**Věstník č. 22/2007**)
(86) PCT číslo: **PCT/AU2000/000301**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2000/061519**

(11) Číslo dokumentu:

298 044

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

C04B 38/02 (2006.01)
C04B 38/10 (2006.01)
C04B 16/08 (2006.01)
C04B 24/00 (2006.01)
C04B 103/30 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 5782972; DE 19649478 A1; DE 19540273; WO 9807667 A; GB 2211183; EP 839774 A1; CZ 1999-92 A.

(73) Majitel patentu:

James Hardie International Finance B.V., Amsterdam,
NL

(72) Původce:

Naji Basil Taha, Toongabbie, AU
Hinczak Ihor, Mt Pritchard, AU
Stitt David Malcolm, Chatswood, AU

(74) Zástupce:

ROTT, RŮŽIČKA & GUTTMANN Patentová,
známková a advokátní kancelář, Ing. Václav Krmenčík,
Nad Štolou 12, Praha 7, 17000

(54) Název vynálezu:

Lehčená betonová kompozice

(57) Anotace:

Lehčená betonová kompozice obsahuje 1 obj. díl cementového pojiva, 0,5 až 1,5 obj. dílů inertního plniva a 2 až 6 obj. dílů lehčicího plniva, vztaženo na jeden obj. díl cementového pojiva, a až 2 % hmotn. aditiva, přičemž aditivum obsahuje směs 40 až 99 % hmotn. organického polymerního materiálu a 1 až 60 % hmotn. provzdušňovacího činidla, kde lehčicí plnivo zahrnuje polystyren. Je uveden také způsob vytváření čerpatelné lehčené betonové směsi, použití aditiva k úpravě polystyrenového lehčicího plniva a použití betonové směsi k vyplnění dutiny vytvořené deskami.

CZ 298044 B6

Lehčená betonová kompozice

Oblast techniky

5

Vynález se týká lehčené betonové kompozice a zejména, ale ne výhradně, lehčených betonových směsí pro použití jako jádrové výplně pro sendvičové výplňové zdivo. Dále se vynález týká způsobu vytváření čerpatelné lehčené betonové směsi, polystyrenového lehčicího plniva, použití aditiva k úpravě tohoto plniva, způsobu zhotovování stěny pomocí lehčené betonové kompozice nebo lehčené betonové směsi, a aditiva k přípravě lehčené betonové směsi.

10

Dosavadní stav techniky

15

Technologie týkající se výroby a čerpání lehčeného betonu, tj. lehčené betonové směsi je dobře známá z předchozího stavu techniky. Může být obecně uskutečněna použitím dvou typů modifikátorů hustoty, totiž pěnovou přísadou a lehčícím plnivem.

20

Pěnový beton se vyrábí zaváděním plynem plněné pěny na vodné bázi do pasty, která je typicky tvořena vodou a samotným portlandským cementem nebo portlandským cementem s jemným lehčícím plnivem. Pěnová struktura se vyvolá přidáním plyn-vytvářející chemikálie do pasty portlandského cementu, nebo smícháním předformované pěny na vodné bázi do cementové pasty, přičemž se dosáhne hustoty pod 1000 kg/m^3 .

25

Posledně uvedená metoda vyžaduje, aby portlandský cement byl smíchán s předformovanou vodnou pěnou, která se vyrábí za použití běžného pěnotvorného činidla, jako je hydrolyzovaný protein. Tento přístup požaduje místní generátor pěny k vytváření pěny.

30

Správné poměry pěny k betonu, zejména na místě betonování, je obtížné udržet. Tato obtížnost může vést k možné nehomogenitě konečného pěnového betonu, jakož i k proměnlivé kvalitě směsi, čerpatelnosti, vytlačovatelnosti a konečných vlastností. Tyto problémy jsou způsobeny skutečností, že pěna se začíná hroutit od okamžiku kdy se vytvoří, neboť pěna se sama nevytváří.

35

Beton s lehčícím plnivem vyrobený smícháním lehčicího plniva jako je expandovaný polystyren, perlit a vermikulit společně s maltou, je hlavně používán v aplikacích s hustotou betonu nad 1000 kg/m^3 . Obtížnost vznikají, nicméně mísení cementové řídké kaše a lehčicího plniva způsobuje tendenci plniva k zanášení a k segregaci následkem vlastního složení a nízké měrné hmotnosti.

40

Pro výrobu takového polystyrenového čerpatelného betonu může být nezbytné zvýšit obsah vody ve směsi, aby se překonalo tření v potrubí. To vede k zhoršení problémů segregace a zanášení spojených s výrobou betonu s lehčícím plnivem.

45

Takové lehčené betony, například pěnový beton a beton s lehčícím plnivem, používané jako jádrová výplň pro sendvičové výplňové zdivo ale působí určité těžkosti.

50

Pěnový beton projevuje vysoký hydrostatický tlak během jádrového plnění, které někdy vyžaduje použití konstrukčního bedněného vyztužení během jádrového plnění sendvičových stěn. Směs se také může silně hroutit během čerpání a vylévání od vrchu zdi shora dolů do dutiny zdi.

55

Pokud se týká betonu s lehčícím plnivem, jádrová výplň musí vykazovat hustotu 1000 kg/m^3 nebo nižší, která má na vnější straně normální rozpětí hustoty pro beton s lehčícím plnivem. Aby se toho dosáhlo je potřeba včlenit do směsi až 1 m^3 objemu lehčicího plniva, vztaženo na 1 m^3 objemu směsi. To vede k těžkostem v potahovatelnosti lehčicího plniva zapříčiněných nedostatečným objemem malty, což vede ke špatné homogenitě směsi a nedostatečné vazbě mezi složkami směsi.

Přidávání provzdušňovacích činidel (AEAs) pro zlepšení odolnosti proti zmrzávání/rozmrazování, čerpateľnosti, zlepšení zpracovatelnosti, a snížení hustoty betonu se dlouho praktikuje podle známého stavu techniky. Dávka AEA se obecně pohybuje v rozmezí mezi 5 až 9 % objemu
 5 vzduchu ve směsi, s obsahem vzduchu limitovaným daným maximem 22 % podle ASTM C-150. Vyššímu obsahu vzduchu je třeba se normálně vyhnout, zvláště v čerpatelném betonu v řadě důvodů zahrnující:

během čerpání betonu s vysokým obsahem zadrženého vzduchu, které vede k proměnlivým
 10 obsahům vzduchu v betonu, mají bubliny vzduchu sklon porušit nárazy potrubní stěny, spojení kolen, tvary, a podobně;

rázy při čerpání mohou být absorbovány stlačitelným vzduchem uzavřeným v potrubí, což vede k poruše čerpání;

stlačitelnost přebytečného vzduchu během čerpání redukuje jeho účinnost jako zpracovatelného
 média a způsobuje více těžkostí při aplikaci;

15 přebytečný vzduch ve směsi může způsobit u čerstvého betonu zhroucení způsobené nestabilitou vzdušných pórů systému; a

beton s vysokým obsahem zadrženého vzduchu může vést k nadbytečnému snížení pevnosti ztvrdlého produktu.

20 Ze stavu techniky, z dokumentů DE 19540273 a EP 0839 774, jsou známy konkrétní případy betonových kompozic.

Cílem předkládaného vynálezu je překonání nebo zlepšení jedné nebo více nevýhod stavu tech-
 25 niky, nebo alespoň poskytnutí komerčně užité alternativy.

Podstata vynálezu

30 V prvním aspektu představuje vynález lehčenou betonovou kompozici obsahující 1 obj. díl cementového pojiva, 0,5 až 1,5 obj. dílů inertního plniva a 2 až 6 obj. dílů lehčeného plniva, vztaženo na jeden obj. díl cementového pojiva, a až 2 % hmotn. aditiva, přičemž aditivum obsahuje směs 40 až 99 % hmotn. organického polymerního materiálu a 1 až 60 % hmotn. provzdušňovacího činidla, přičemž lehčící plnivo zahrnuje polystyren.

35 Výhodně aditivum obsahuje mezi 10 až 50 % hmotn. provzdušňovacího činidla a výhodněji obsahuje mezi 20 až 40 % hmotn. provzdušňovacího činidla. Použita mohou být jakákoliv vhodná provzdušňovací činidla. Termín provzdušňovací činidlo se vztahuje k povrchově aktivním činidlům (surfaktantům), které působí, aby zadržely vzduch v kompozici, když se smíchá s vodou a/nebo se čerpá.

40 V této směsi může být použita široká řada polymerních materiálů. Výhodně organický polymer obsahuje jedno nebo více tixotropních činidel, která jsou buď rozpustná ve vodě, nebo která alespoň tvoří koloidní disperze v přítomnosti vody za zvýšení viskozity. Vhodné organické polymerní materiály zahrnují polysacharid, syntetický hydrofilní polymer nebo deriváty celulózy jako
 45 je hydroxymethylcelulóza, hydroxyethylcelulóza nebo hydroxypropylmethylcelulóza; polysacharidy jako jsou škroby nebo alginát; a syntetické hydrofilní polymery a kopolymery jako je polyvinylalkohol, polyethylenoxid nebo polypropylenoxid.

50 Lehčená betonová kompozice s výhodou obsahuje provzdušňovací činidla zahrnující jedno nebo více neiontových, kationtových a aniontových povrchově aktivních činidel, jako jsou sodné soli alfa-olefin sulfonátů, laurylsulfát sodný nebo laurylsulfonát sodný.

Výhodně, zastoupení organického polymerního materiálu v aditivu lehčené betonové kompozice je mezi 60 až asi 90 % hmotn. a výhodněji mezi 70 až asi 85 % hmotn.

Výhodně cementové pojivo jako součást lehčené betonové kompozice zahrnuje jednu nebo více sloučenin vápníku, hliníku, křemíku, kyslíku nebo síry, nebo kompozice jednoho nebo více cementů vybraných z portlandského cementu, síranovzdorného cementu, modifikovaného cementu, bauxitového cementu, hlinitanového cementu, cementu na bázi hlinitanu vápenatého, nebo cementů obsahujících sekundární složky zahrnující jednu nebo více složek vybraných z popílku, pucolánu nebo strusky.

Cementové pojivo, může výhodně zahrnovat všechny anorganické materiály obsahující sloučeniny vápníku, hliníku, křemíku, kyslíku a/nebo síry, které projevují hydraulickou aktivitu, např. tuhnou a tvrdnou v přítomnosti vody. Dobře známé cementy těchto typů zahrnují obvyklé portlandské cementy, rychle tuhnoucí nebo zvláště rychle tuhnoucí cementy, síranovzdorné cementy, modifikované cementy, bauxitové cementy, hlinitanové cementy, cementy na bázi hlinitanu vápenatého a cementy, které jednotlivě nebo ve směsi zahrnují složky jako popílek, pucolán a podobně. Termín „cementové pojivo“ zahrnuje další dobře známé pojivo jako je popílek, struska atd. a jejich směsi s portlandským cementem.

Vhodná lehčící plniva jsou také dobře známa ze stavu techniky. Zahrnují řadu přírodních a syntetických lehčících plniv jako je perlit, vermikulit a expandovaný polystyren. Expandovaný polystyren může být ve formě kuliček, perel, pelet nebo regenerovaných částic.

Lehčená betonová kompozice může také obsahovat asi 50 až 100 % hmotn. cementového pojiva obsahující inertní zahušťovací přísady v částicové formě nebo inertní částicový materiál. Termín „inertní částicový materiál“ udává inertní materiál s ohledem na další složky kompozice, mající hustotu větší než lehčící plnivo a velikost menší než 5 mm. Výhodný inertní částicový materiál je přírodní zdicí písek.

V dalším provedení vynálezu je cementovým pojivem je směsný cement obsahující 10 až 90 obj. % portlandského cementu a 90 až 10 obj. % minerálního aditiva, který je výhodně popílek, struska, metakaolín nebo křemičité saze.

Aditivum umožňuje výrobu lehčené betonové směsi, která je dalším předmětem vynálezu obsahující výhodně až asi 60 % objemových zadrženého vzduchu. V ideálním případě, obsahuje betonová směs mezi 25 až asi 50 % obj. zadrženého vzduchu. Tento krajně vysoký obsah se obecně v betonových směsích nepoužívá, kde způsobuje těžkosti při regulaci směsi. Taková vysoká úroveň zadrženého vzduchu normálně také působí těžkosti při zpracovatelnosti, u konzistence a hustoty a má tendenci ke zhroucení, zejména jestliže se čerpá vertikálně nebo za vysokých tlaků.

Betonová směs vyrobená z výše zmiňované betonové kompozice může mít rozmezí hustoty až do 1200 kg/m³, nicméně, zlepšená stabilita vzduchu způsobená směsí aditiva umožňuje výrobu lehčené betonové směsi a hustotou hodně pod 1000 kg/m³, například 450 až 650 kg/m³ s menším objemem lehčícího plniva než v konvenčních směsích srovnatelné hustoty. Při porovnání, v jednom případě použití směsi aditiva představované směsí polystyrenu o objemu 1 m³, je redukován objem z asi 1 m³ na asi 0,7 až 0,8 m³. Tato redukce také znamená lepší potahovatelnost polystyrenového plniva (např. pomáhá zajistit, že veškerý povrch každé částice je pokryt), zlepšenou zpracovatelnost směsi, a zlepšenou vazbu mezi lehčenou maltou složkou a polystyrenovou složkou ve směsi.

Podle dalšího aspektu, předkládaný vynález představuje způsob výroby čerpatelné lehčené betonové směsi zahrnující kroky, za prvé smísení aditiva s vodou za vzniku vodného roztoku, za druhé přidání expandovaného polystyrenového plniva do vodného roztoku a potom přidání cementového pojiva, přičemž uvedená směs s výhodou sestává z 1 obj. dílu cementového pojiva; 0,5 až 1,5 obj. dílu vody; 0,5 až 1,5 obj. dílu inertního plniva; 1 až 9 obj. dílu lehčícího plniva, a až 5 % obj. aditiva.

Dalším aspektem vynálezu je činidlo pro úpravu polystyrenového lehčicího plniva používaného při přípravě lehčené betonové směsi, kdy upravovací činidlo zahrnuje vodný roztok výše uvedeného aditiva.

5

Další neočekávané výhody vynálezu vzniknou zejména, když se polystyren použije jako přísadový lehčicí plnivový materiál. V této souvislosti je známý problém s polystyrenem, v tom, že jednotlivé částice mají sklon vyvolat elektrostatické povrchové náboje. To způsobuje, že na místě betonování se přísady a plniva společně shlukují a plavou nahoře směsí in situ, způsobují nestejnou distribuci, oslabenou strukturální celistvost, a vysoce negativní nastávající účinky. Pro překonání tohoto problému je obvykle třeba předupravit polystyrenové plnivo jejich neutralizováním. To vyžaduje přídavné chemikálie, samostatný procesní krok, a často také následující sušící proces. Nicméně přihlašovatel zjistil, že použitím výše definovaného aditiva může být tento problém shlukování vyřešen. V tomto ohledu, aditivum, se zpočátku mísí s vodou za vzniku vodného roztoku, a polystyren se potom přidává do tohoto roztoku. Neočekávaně bylo zjištěno, že neutralizace povrchového náboje na polystyrenu nevyžaduje žádné přídavné chemikálie nebo procesní kroky. Pevné složky se potom přidávají do směsi až v konečném kroku. Pevné složky se potom přidávají do směsi až v konečném kroku. Odstraněním nutného oddělení kroku předúpravy polystyrenového plniva lze uskutečnit podstatné úspory v nákladech na materiál a v efektivnosti výroby.

20

Jedním z aspektů vynálezu je tedy použití aditiva k úpravě lehčicího plniva pro snížení shlukování uvedeného plniva, při jeho rozmíchávání do čerpatelné betonové směsi a/nebo ke zlepšení vazby mezi plnivem a cementovým pojivem ve směsi, kde aditivum obsahuje směs 40 až 99 % hmotn. organického polymerního pojiva a 1 až 60 % hmotn. provzdušňovacího činidla.

25

V jednom výhodném provedení podle vynálezu, se lehčená betonová směs vyrobená použitím směsi aditiva může používat jako jádrová výplň v sendvičových stěnách aplikacích bez potřeby vnitřních nebo vnějších vibrací, nebo bez vytváření vyztužení. To také umožňuje použití spárového fixování vlákniny vyztužené cementové čelní desky na ocelové konstrukční členy bez nadměrného prohnutí nebo prasknutí.

30

Ještě jedním aspektem vynálezu je použití betonové směsi pro vyplnění dutiny vytvořené čelními deskami, připevněnými k nosné konstrukci mající množství v podstatě souběžných vzájemně prostorově oddělených rámců.

35

V souvislosti s požadavkem na jasnost celého popisu a nároků, slova „zahrnuje“, „zahrnující“ a podobně na rozdíl proti výlučnému nebo vyčerpávajícímu významu, mají význam „obsahuje, ale ne výlučně“.

40

Přehled obrázků na výkresech

45

Obrázek 1 zobrazuje dynamickou reakci běžné směsi o hustotě 1100 kg/m³.

Obrázek 2 zobrazuje dynamickou reakci směsi se zadrženým vzduchem o hustotě 500 kg/m³.

50

Příklady provedení vynálezu

Předkládaný vynález může být lépe pochopen pomocí následujících popsaných příkladů.

55

Příklady 1 až 2 popisují různé směsi lehčené betonové směsi používající polystyrenové plnivo, jako lehčicí plnivo a písek a popílek jako plniva.

Příklad 1: Použití EPS (expandovaný polystyren) jako lehčící plniva a písku jako plniva.

Složky směsi	Množství	Jednotka
• Cement	50	kg
• Písek	40	kg
• Polystyrenové plnivo (50 % pevné látky/objem.podíl)	200	litry
Voda	35	litry
• Směs : Provzdušňovadlo (aniontový surfaktant)	0,1 %	vzt.na hmotnost cementu
Organický polymer	0,3 %	na hmotn.cementu
• Hustota čerstvé směsi	500	kg/m ³
• Výtěžek čerstvé směsi	250	litry
• % Zadrženého vzduchu	30 %	

5

Příklad 2: Použití polystyrenu jako lehčícího plniva a popílku + písku jako plniva

Složky směsi	Množství	Jednotka
• Cement	30	kg
• Písek	20	kg
• Popílek	45	kg
• Polystyrenové plnivo (50 % pevné látky/objem.podíl)	225	litry
• Voda	45	litry
• Směs : Provzdušňovadlo (aniontový surfaktant)	0,1 %	vzt.na hmotnost cementu
Organický polymer	0,3 %	na hmotn.cementu
• Hustota čerstvé směsi	500	kg/m ³
• Výtěžek čerstvé směsi	280	litry
• % Zadrženého vzduchu	30 %	

Vysvětlivky k příkladům 1 až 2

10

Směsi připravené podle těchto předpisů byly čerpány do dutin vlákny vyztužených cementových sendvičových stěn, velikosti 2400 mm x 2400 mm x 75 mm. Pozorováním bylo zjištěno, že tyto směsi jsou:

- Čerpatelné, například neucpávající potrubí nebo neoddělující se.
- Stabilní, například směsi se zadrženým vzduchem trvalé úrovně v dutině stěny a nehroučící se.

VÝTĚŽEK čerstvé směsi znamená objem směsi vyrobené v jedné vsázce. Je důležité, že se tento výtěžek udrží po čerpání a betonování, což ukazuje stabilitu směsi.

20

Hustota ČERSTVÉ směsi znamená hustotu betonové směsi před tvrdnutím, která je nejkritičtější v aplikaci jádrové výplně stěn.

Příklady 1 a 2:

Provzdušňovací činidlo laurylsulfát sodný

5 Organický polymer hydroxypropylmethylcelulóza

Přihlašovatel zjistil, že když se směs aditiva použije pro výrobu betonové směsi s lehčícím plnivem, výsledná směs podobnou čerpatelnost v porovnání s běžnou směsí s lehčícím plnivem.

- 10 Příklad 3 níže porovnává čerpatelnost dvou lehčených betonových směsí, jedné se zadrženým vzduchem a jedné bez obsahujících obdobných objem polystyrenového plniva. Vyrobito se šestnáct vsázek každé směsi a čerpalo do 8. patra a použilo pro jádrovou výplň sendvičových stěn s čelní deskou z FRC (cementu vyztuženého vlákny). Dvě směsi byly čerpány řadovou metodou, aby se minimalizoval místní vliv, vliv na příslušenství a lidský rušivý vliv se vsázkou jádrové výplně. Je zřejmé, že vsázky jádrové výplně odpovídající každé směsi označené jako plocha výplně (m^2) získaná za čerpací čas (hod), jsou srovnatelné.
- 15

Příklad 3: Čerpatelnost betonové směsi lehčícím (polystyrenovým) plnivem s a bez zadrženého vzduchu.

20

Složky směsi	Běžná směs bez zadrž. vzduchu	Směs se zadrženým vzduchem
SLOŽENÍ SMĚSI		
• Cement	50 kg	50 kg
• Písek	90 kg	45 kg
• Polystyrenové plnivo	150 litrů	200 litrů
• Voda	37 litrů	35 litrů
• Směs Provzdušňovadlo (Anioniontový surfaktant)	nic	0,1 % hmotn. vzt. na cement
Organický polymer (ether celulózy)	nic	0,3 % hmotn. vzt. na cement
• % Zadrženého vzduchu (počítáno na výtěžek a hustotu měř. vzorků)	2 %	25 %
• % Polystyrenové plnivo (počítáno na výtěžek a hustotu měř. vzorků)	47 %	47 %

V MÍŠICÍ STANICI		
• Hustota čerstvé směsi	1075 kg/m ³	525 kg/m ³
• Výtěžek čerstvé směsi	170 litrů	240 litrů
• Mísicí/čerpací čas (16 vsázek)	100 minut	75 minut
NA 8. PATŘE		
• Hustota čerstvé směsi	1100 kg/m ³	575 kg/m ³
• Ztráta výtěžku	2 %	9 %
• Rychlost plnění jádra stěny	28,8 m ² /hod	26,4 m ² /hod

Jasně lepší čerpatelnost směsi vyplývá ze složení směsi aditiva, které vede ke snížení tření v potrubí. Také, menší zanášení potrubí je způsobené zlepšenou homogenitou směsi, lepší potahovatelností kuliček a charakteristikou prakticky bez segregace.

5

Příhlašovatel zjistil, že betonová směs s lehčícím plnivem, jenž je výsledkem použití směsi aditiva, umožňuje nejen podstatně snížit hustotu, ale umožňuje redukovat hydrostatický tlak a dynamický tlak během jádrového plnění.

10

Příklad 4: Porovnání rozsahu prohnutí ve stěnách s jádrovou výplní.

Dvě směsi popsané v příkladu 3 byly čerpány do dutiny stěny o šířce 400 mm a výšce 2,4 m, přičemž centrální odchylka (prohnutí) na 6 mm cementové čelní desce s (FRC) (cement vyztužený vlákny) vyztužené vlákny během jádrového plnění byla změřena použitím lineárního měřiče napětového posunu (LVDTs). Jak je zřejmé níže v tabulce:

15

Lehčená betonová směs	Odchylka v 300 mm od základny stěny	Odchylka v 600 mm od základny stěny
Běžná směs 1000 kg/m ³	4,00 mm	3,8 mm
Směs se zadrženým vzduchem 500 kg/m ³	1,7 mm	1,6 mm

Z odchylek změřených výše je zřejmé, že lehčená směs s hustotou 500 kg/m³ poskytuje asi 50% redukcí při prohnutí čelní desky z FRC (cementu vyztuženého vlákny), když se použije jako jádrová výplň místo běžné směsi o hustotě 1000 kg/m³.

Příklad 5: Porovnání dynamického tlaku v jádrových výplňových stěnách.

Dvě směsi popsané v příkladě 3 byly čerpány do dutiny stěny o šířce 400 mm a výšce 2,4 m, a dynamický tlak během jádrového plnění byl měřen pomocí akcelerometru umístěného blízko základní stěny (obrázky 1 a 2 níže). Je zřejmé, že směs lehčené betonové směsi (se zadrženým vzduchem) vykazuje významně menší dynamický tlak v porovnání s běžnou směsí s polystyrenovým plnivem neobsahující vzduch.

30

Redukovaný hydrostatický tlak doložený v příkladě 5 má výhody proti dosavadnímu stavu techniky. To umožňuje eliminaci potřeby externího tvarování vyztužení pro kontrolu prohnutí a prasknutí výplňové stěny. Pro rychlejší stavbu je třeba, aby k fixování vláken vyztužených cementových čelních desek byl použit hřebík, spíše než šroubové fixování. Redukovaný hydrostatický tlak a dynamický tlak během jádrového plnění také umožňuje použití lehčího ocelového rámoví vedoucí i menší tuhosti/torzním požadavkům.

Bylo zjištěno, že z předloženého vynálezu vyplývá množství dalších překvapujících a neočekávaných účinků zahrnující zlepšenou homogenitu výsledného betonové směsi s lehčícím plnivem. Lehčení betonové směsi je volně tekoucí, samovyrovňovací, bez segregace a může být použita k vyplnění, například, dutiny v sendvičových stěnách bez potřeby konsolidace této směsi vnitřní vibrací nebo vnějším vypouštěním.

45

Příklad 6: Porovnání vlhkosti retence

Dvě směsi popsané v příkladu 3 byly odlévány do stěn 2400 mm x 1200 mm x 75 mm konstruovaných pomocí závrtných šroubů totožných rozchodů v téže výšce a umožňující vytvrzení za

50

podmínek prostředí po dva týdny. Stěny byly potom přemístěny do sušící cely, kde byly podrobeny 20 cyklů sušení po dobu 360 minut s polovinou času pro okolní teplotě a s druhou polovinou při teplotě 45 °C. Následovalo dalších 10 cyklů minutového zahřívání na 70 °C a 10 minut při okolní teplotě. Po sušící proceduře byly jádrové vzorky vyndány a obsah vlhkosti každé stěny byl stanoven v obdobné poloze každé stěny.

Výsledky vlhkostních analýz prozradily, že lehčená betonová směs (se zadrženým vzduchem) zadržovala 9,38 % vlhkosti v porovnání s 5,13 % vlhkosti v běžné směsi s polystyrenovým plnivem nezadržující vzduch. To ukazuje, že dokonce po namáhavém prodlužovaném sušení, lehčená směs podle tohoto vynálezu vykazuje vodní retenční (zadržovací) schopnost až téměř dvojnásobnou vlhkosti zadržené běžnou směsí.

Z výše uvedeného je zřejmé, že lehčená betonová směs vykazuje vyšší vodnou retenční schopnost v porovnání s běžným lehčeným (polystyrenovým) betonem. To limituje objem vody uvolněné směsí v dutině stěny, vyplývající z redukování vlhkosti cementových čelních desek vyztužených vlákny. V důsledku toho, čelní desky trpí menší degradací jejich strukturálních vlastností. Zejména je zachována jejich tuhost a kapacita přidržování šroubu, a vede k menšímu prohnutí a prasknutí během jádrového plnění. Také vyschlejší desky vedou ke zmenšení a postupnému smršťování stěny, při sušení stěny. To způsobuje menší napětí (menší světlost) v montážní mezeře mezi stěnami.

Další výsledný efekt zlepšené vodní retence jádrového mixu je redukováná vazebná degradace zapříčiněná redukováním objemem přebytku volné vody pocházející ze směsi a difundující vazbami. To umožňuje lepší adhezi základní sloučeniny a menší zničení a deformaci kompozice bandáže rozprostírající se mezi přilehlými stěnami. Také sušení spojů umožňuje rychlejší a brzké spojení stěn na místě a sníženou degradaci od alkálií rozpuštěných ve vlhkém cementu pronikající do spojované zóny.

Příklad 7: Porovnání pevnosti vazby

Stěny podrobené sušení v příkladu 6 byly testovány na pevnost vazby mezi vlákny vyztužených cementových čelních desek a dvěma směsmi navrženými v příkladu 3. Toho bylo dosaženo aplikováním tahové síly na rozhraní FRC (cement vyztužený vlákny)/jádro v různých úrovních stěny podle jejich hmotnosti. Tyto výsledky jsou uvedeny níže v tabulce:

Testovaná lokalita podle výšky stěny	Vazba Vnitř. napětí (MPa)			
	Běžná směs 1100 kg/m ³	Způsob porušení	Směs se zadrž. vzduchem	Způsob porušení
300 mm	0,12	adhezní	0,14	kohezní
900 mm	0,07	adhezní	0,11	kohezní
1800 mm	0,08	adhezní	0,08	kohezní
2100 mm	0,00	adhezní	0,06	kohezní

Je zřejmé, že při cyklickém sušení, směs se zadrženým vzduchem projevovала méně degradace v pevnosti vazby v porovnání s běžnou lehčenou směsí. Lze si také povšimnout, že dvě směsi projevovaly zřetelně odlišné způsoby porušení. Běžné směsi selhaly v „adhezním“ chování, např. odloučením FRC složek (cementu vyztuženého vlákny) od jádra podél svého rozhraní. Směsi se zadrženým vzduchem na druhou stranu selhaly v „kohezním“ chování, tj. rozhraní FRC (cement vyztužený vlákny)/jádro zůstalo spojené a selhání se projevilo v jádře.

Z výše uvedeného je zřejmé, že lehčená směs podle předloženého vynálezu představuje lepší adhezi k čelním deskám vyztužených vlákny. Totiž kompozitní pevnost deska/betonová hmota/deska je zlepšena, což vede ke zlepšení celkových výkonových charakteristik sendvičové stěny. To je docela překvapující, protože nebylo dosud zřejmé, že aditivum nebo způsob výroby lehčené betonové kompozice vykazuje lepší adhezi. Pro odborníka v oboru je zřejmé, že oproti dosavadnímu stavu techniky je takové „kohezni selhání podstatně zlepšeno.

Příklad 8: Porovnání uvolnění ukotvení

Stěny vystavené sušení v příkladu 6 byly testovány na svou nosnost při ukotvení za zátěže. Byly vyvrtány otvory pro ukotvení a do obou stěn byly vloženy dva druhy ukotvení a testovány použitím osového zatížení v hlavě šroubu, až bylo dosaženo vrcholového zatížení definujícího kotevní poddajnost. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže:

Typ ukotvení (příklad kotev)	Zatížení do uvolnění (KN)	
	Běžná směs 1100 kg/m ³	Směs se zadrž. vzduchem 500 kg/m ³
HILTI HGN 12 (Ø10mm velikost šroubu)	2,11	0,71
HILTI HHD 6/19 (Ø6mm vel. šroubu)	0,90	1,30

Je zřejmé, že když se použije ukotvení určené pro běžné lehčené betony, např. HILTI HGN 12, betonová směs se zadrženým vzduchem představuje 65% snížení nákladu do uvolnění v porovnání s běžnou směsí. Protože toto ukotvení je závislé na hustotě jádra k dosažení zátěžové charakteristiky do uvolnění, skutečnost že lehčená betonová směs má o 55 % nižší hustotu se převádí do snížení pevnost v tahu a následkem toho do snížení pevnosti proti uvolnění.

Na druhou stranu, když se použije do dutiny zdi ukotvení HILTI HHD 6/19, je z tabulky vidět, že síla pro uvolnění vztahující se k těmto dvěma směsím má opačný trend, tj. směs se zadrženým vzduchem představuje o 44 % vyšší zátěž do uvolnění ve srovnání s běžnou směsí. Tento výsledek souvisí se zlepšenou pevností vazby směsi se zadrženým vzduchem, která pomáhá přenést síly pro uvolnění přímo na čelní desku, v důsledku předběžného ukotvení před zatížením. Když se vloží HHD ukotvení, těleso se rozloží do čtyř radiálně orientovaných ramen, které přicházejí do kontaktu s čelní povrchovou vrstvou. Stručně řečeno, poměr nosnosti k hustotě jádrové směsi se podstatně zlepšil.

Tento výsledek je zcela překvapující. Nejenom že lehčená betonová směs poskytuje dobrou izolaci zásluhou velkého objemu zadrženého vzduchu, ale zároveň má přijatelnou závěsnou únosnost pro závěsné nádrže, skříně apod.

Příklad 9: Modifikace hustoty

Jsou uvedeny typické kompozice lehčené betonové směsi s hustotou 1200 kg/m³ a 450 kg/m³. Oba příklady ukazují vynikající a pevnost vazby s polystyrenovým plnivem.

Hustota směsi			1200	1200
	Litry	kg	vzáj. obj. poměr složek	vzáj. hmotn. poměr složek
Pojivo	253	354	100,00 %	100,00 %
Inert.plnivo	394	630	155,56 %	177,78 %
Polystyrenové plnivo	295	3	116,67 %	0,83 %
Voda	211	211	83,46 %	59,61 %
Aditivum	7	2	2,72 %	0,68 %
Hustota směsi			450	450
	Litry	kg	vzáj. obj. poměr složek	vzáj. hmotn. poměr složek
Pojivo	108	151	100,00 %	100,00 %
Inert.plnivo	95	151	87,50 %	100,00 %
Polystyrenové plnivo	946	9	875,00 %	6,25 %
Voda	140	140	129,85 %	92,75 %
Aditivum	6	2	5,25 %	1,31 %

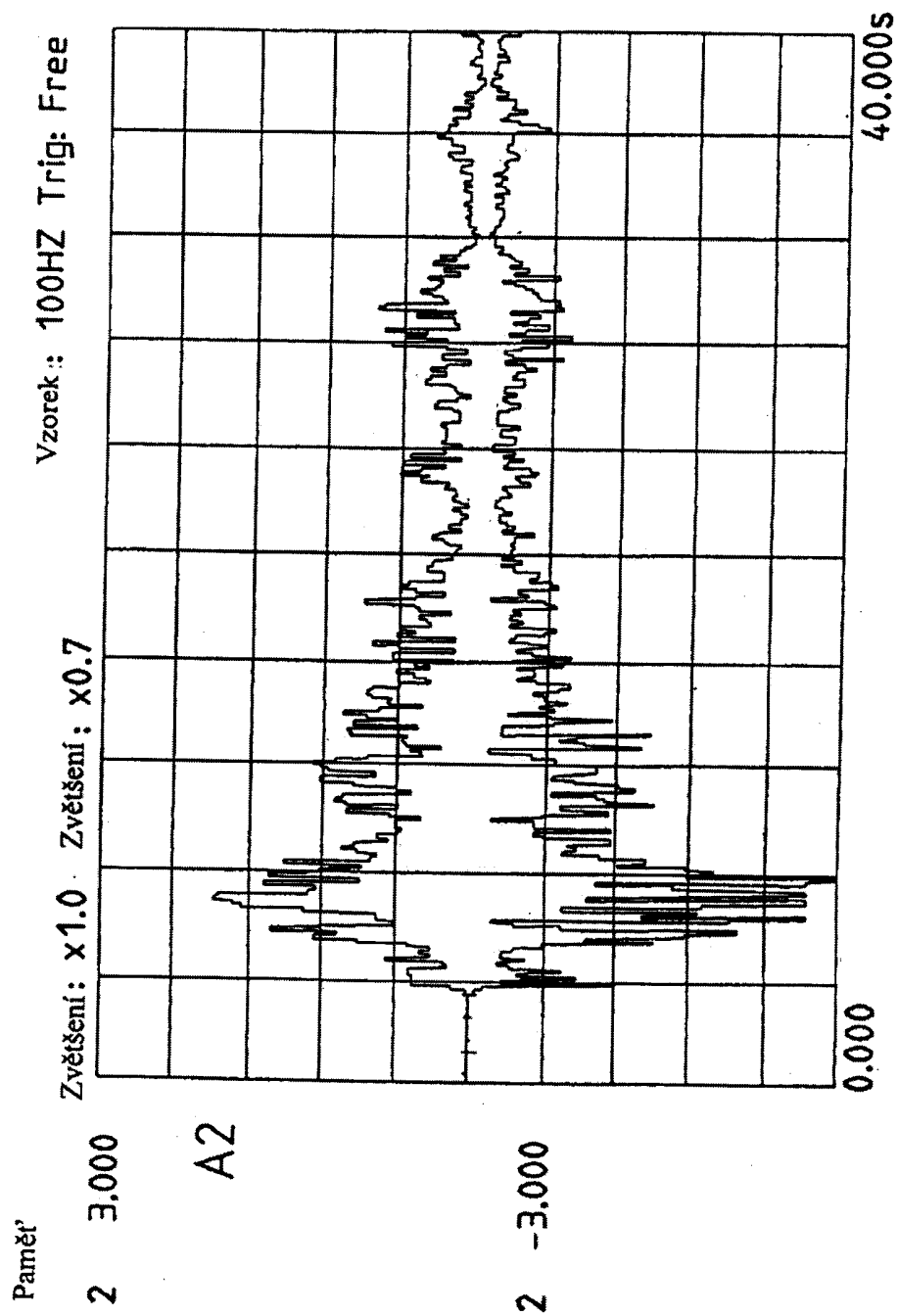
5

PATENTOVÉ NÁROKY

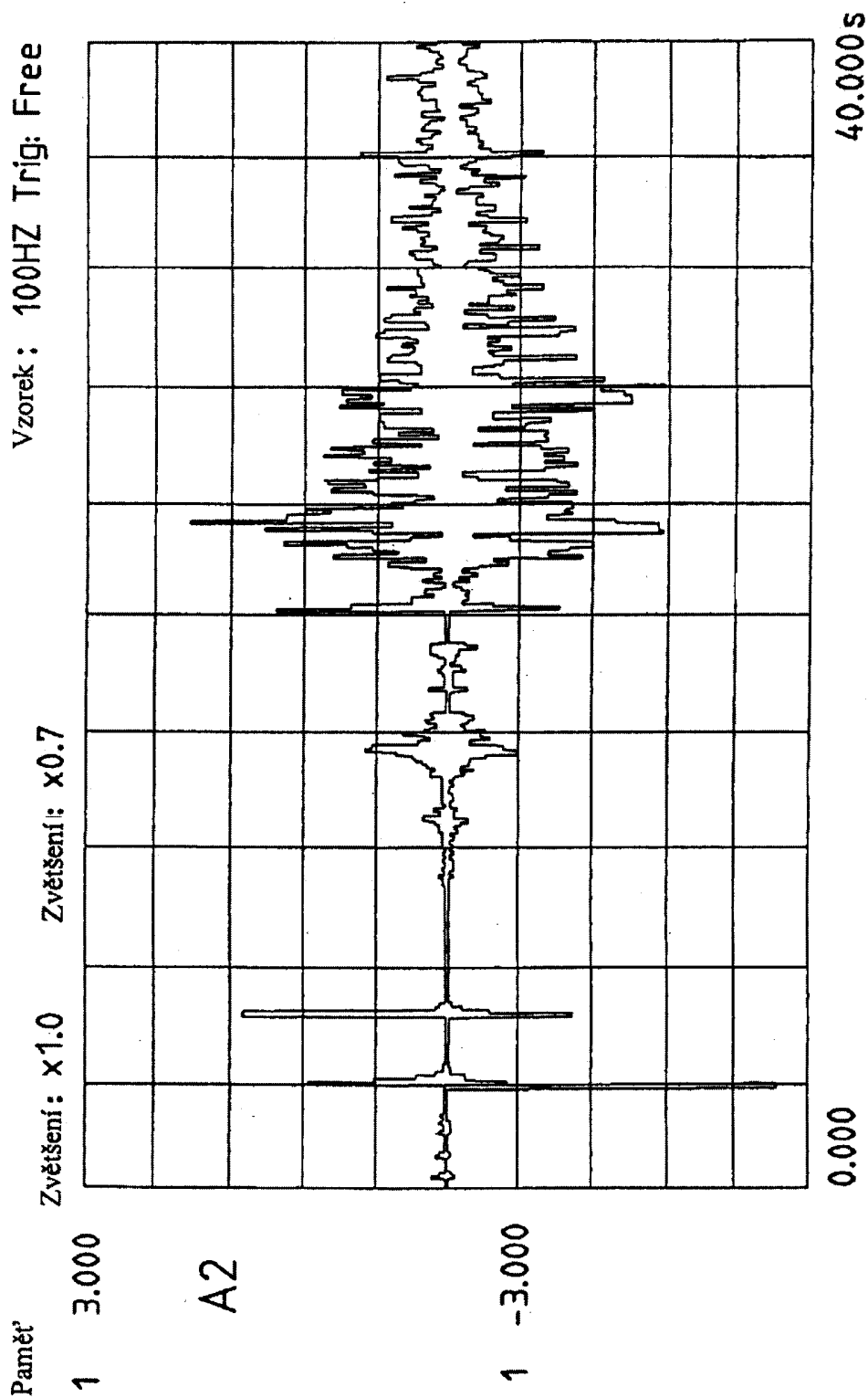
1. Lehčená betonová kompozice obsahující 1 obj. díl cementového pojiva, 0,5 až 1,5 obj. dílů inertního plniva a 2 až 6 obj. dílů lehčicího plniva, vztaženo na jeden obj. díl cementového pojiva, a až 2 % hmotn. aditiva, přičemž aditivum obsahuje směs 40 až 99 % hmotn. organického polymerního materiálu a 1 až 60 % hmotn. provzdušňovacího činidla, **vyznačující se tím**, že lehčicí plnivo zahrnuje polystyren.
2. Lehčená betonová kompozice podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že aditivum obsahuje mezi 10 až 50 % hmotn. provzdušňovacího činidla.
3. Lehčená betonová kompozice podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že aditivum obsahuje mezi 20 až 40 % hmotn. provzdušňovacího činidla.
4. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál obsahuje jedno nebo více tixotropních činidel pro zvýšení viskozity.
5. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál je derivát celulózy, polysacharid, nebo syntetický hydrofilní polymer.
6. Lehčená betonová kompozice podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál je zvolen ze skupiny sestávající z hydroxymethylcelulózy, hydroxyethylcelulózy, hydroxypropylmethylcelulózy, škrobu, alginátu, polyvinylalkoholu, polyethylenoxidu a polypropylenoxidu.

7. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že provzdušňovací činidlo obsahuje jedno nebo více neiontových, kationtových nebo aniontových povrchově aktivních činidel.
- 5 8. Lehčená betonová kompozice podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že provzdušňovací činidlo je sodná sůl alfa-olefin sulfonátu, nebo laurylsulfát sodný nebo laurylsulfonát sodný.
- 10 9. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že aditivum obsahuje mezi 60 až 90 % hmotn. organického polymerního materiálu.
- 10 10. Lehčená betonová kompozice podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že aditivum obsahuje mezi 70 až 85 % hmotn. organického polymerního materiálu.
- 15 11. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že cementové pojivo zahrnuje jednu nebo více sloučenin vápníku, hliníku, křemíku, kyslíku nebo síry, nebo kompozice jednoho nebo více cementů vybraných z portlandského cementu, síranovzdorného cementu, modifikovaného cementu, bauxitového cementu, hlinitanového cementu, cementu na bázi hlinitanu vápenatého, nebo cementů obsahujících sekundární složky zahrnující jednu nebo více složek vybraných z popílku, pucolánu nebo strusky.
- 20 12. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že lehčící plnivo zahrnuje expandovaný polystyren.
- 25 13. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 12, **vyznačující se tím**, že lehčící plnivo zahrnuje perlit nebo vermikulit.
- 30 14. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že mezi 50 až 100 % hmotn. cementového pojiva obsahuje inertní částicový materiál.
- 30 15. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 14, **vyznačující se tím**, že inertním částicovým materiálem je přírodní zdicí písek.
- 35 16. Lehčená betonová kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že cementovým pojivem je směsný cement obsahující 10 až 90 obj. % portlandského cementu a 90 až 10 obj. % minerálního aditiva.
- 40 17. Lehčená betonová kompozice podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že minerálním aditivem je popílek, struska, metakaolín nebo křemičité saze.
- 40 18. Betonová směs zahrnující lehčenou betonovou kompozice podle kteréhokoliv z nároků 1 až 17, **vyznačující se tím**, že obsahuje až 60 % obj. zadrženého vzduchu.
- 45 19. Betonová směs podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 25 až 50 % obj. zadrženého vzduchu.
- 45 20. Betonová směs podle nároku 18 nebo 19, **vyznačující se tím**, že má celkovou hustotu mezi 1200 kg/m³ až 450 kg/m³.
- 50 21. Betonová směs podle nároku 20, **vyznačující se tím**, že má celkovou hustotu mezi 450 kg/m³ až 650 kg/m³.

- 5 **22.** Způsob vytváření čerpatelné lehčené betonové směsi, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že zahrnuje kroky za prvé smísení aditiva definovaného v kterémkoliv z nároků 1 až 10 s vodou za vzniku vodného roztoku, za druhé přidání polystyrenového lehčicího plniva do vodného roztoku, a poté přidání cementového pojiva.
- 10 **23.** Způsob podle nároku 22, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že směs sestává z:
1 obj. dílu cementového pojiva;
0,5 až 1,5 obj. dílu vody;
0,5 až 1,5 obj. dílu inertního plniva;
1 až 9 obj. dílu lehčicího plniva, a
až 5 % obj. aditiva.
- 15 **24.** Polystyrenové lehčicí plnivo, upravené rozmícháním s upravovacím činidlem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že upravovací činidlo obsahuje vodný roztok aditiva definovaného v kterémkoliv z nároků 1 až 10.
- 20 **25.** Použití aditiva k úpravě polystyrenového lehčicího plniva pro snížení shlukování uvedeného plniva, při jeho rozmíchávání do čerpatelné betonové směsi a/nebo ke zlepšení vazby mezi plnivem a cementovým pojivem ve směsi, kde aditivum obsahuje směs 40 až 99 % hmotn. organického polymerního pojiva a 1 až 60 % hmotn. provzdušňovacího činidla.
- 25 **26.** Použití betonové směsi podle kteréhokoliv z nároků 18 až 21 pro vyplnění dutiny vytvořené čelními deskami, připevněnými k nosné konstrukci mající množství v podstatě souběžných vzájemně prostorově oddělených rámců.



Obr. 1 Dynamická reakce běžné směsi o hustotě 1100 kg/m³



Obr. 2 Dynamická reakce směsi se zadržným vzduchem o hustotě 500 kg/m³

Konec dokumentu
