

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **10.04.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **09.04.1999**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/9700**

(33) Země priority: **AU**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.03.2003**
(Věstník č. 3/2003)

(86) PCT číslo: **PCT/AU00/00301**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/061519**

(21) Číslo dokumentu:

2001 - 3632

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

C 04 B 38/02

C 04 B 38/10

C 04 B 24/00

//(C 04 B 103:30)

(71) Přihlašovatel:

JAMES HARDIE RESEARCH PTY LIMITED,
Rosehill, AU;

(72) Původce:

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

(74) Zástupce:

Guttmann Michal JUDr. Ing., Nad Štolou 12, Praha 7,
17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

Betonová kompozice

(57) Anotace:

Aditivum pro použití při přípravě lehčeného betonu, kde uvedené aditivum obsahuje směs asi 40 až 99 % organického polymerního materiálu a 1 až asi 60 % provzdušňovacího činidla. Aditivum je zejména vhodné pro přípravu lehčeného betonu, který používá polystyrenovou přísadu. Aditivum poskytuje vynikající disperzi polystyrenové přísady a zlepšenou vazbu mezi polystyrenovou přísadou a obklopujícím cementovým pojivem. Výsledná kompozice lehčeného betonu může být čerpána a je zejména vhodná pro sendvičové stěnové stavby.

Betonová kompozice

Oblast techniky

Vynález se týká lehčených betonů a zejména, ale ne výhradně, lehčených betonů pro použití jako jádrové výplně pro sendvičové výplňové zdivo.

Dosavadní stav techniky

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

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 jemnou lehčící přísadou. 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 .

Posledně uvedená metoda požaduje, 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.

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.

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

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

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

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.

Pokud se týká betonu s lehčící přísadou, jádrová výplň musí vykazovat hustotu 1000 kg/m^3 nebo nižší, která má na vnější straně normální rozpětí hustoty pro beton s lehčící přísadou. Aby se toho dosáhlo je potřeba včlenit do směsi až 1 m^3 objemu lehčící přísady, vztaženo na 1 m^3 objemu směsi. To vede k těžkostem v potahovatelnosti lehčící přísady zapříčiněné 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, čerpatelnosti, 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 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 zadržného vzduchu, které vede k proměnlivým 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;

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

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

Cílem předkládaného vynálezu je překonání nebo zlepšení jedné nebo více nevýhod stavu techniky, nebo alespoň poskytnutí komerčně užité alternativy.

Podstata vynálezu

V prvním aspektu představuje vynález aditivum pro přípravu lehčeného betonu, kde uvedené aditivum obsahuje směs asi 40 až 99 % organického polymerního materiálu a 1 až asi 60 % provzdušňovacího činidla.

V dalším aspektu zahrnuje vynález lehčící betonovou kompozici obsahující jeden díl cementového pojiva, 0,5 až asi 1,5 objemového dílu inertního plniva, 2 až asi 6

objemových dílů lehčící přísady vztaženo na objemový díl cementového pojiva a až asi 2 % hmotn. aditiva.

Aditivum umožňuje výrobu lehčené betonové směsi zahrnující výhodně až asi 60 % objemových zadrženého vzduchu. V ideálním případě, zahrnuje 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, při konzistenci v hustotě a tendenci ke zhroucení, zejména jestliže se čerpá vertikálně nebo za vysokých tlaků.

Beton vyrobený z výše zmiňované cementové kompozice může mít rozmezí hustoty až do 1200 kg/m^3 , nicméně, zlepšená stabilita vzduchu způsobená směsí aditiva umožňuje výrobu lehčeného betonu s hustotou hodně pod 1000 kg/m^3 , například 450 až 650 kg/m^3 s menším objemem lehčící přísady než v konvenčních směsích srovnatelné hustoty. Při porovnání, v jednom případě použití směsi aditiva představované směsí polystyrenu o objemu 1 m^3 , je redukován objem z asi 1 m^3 na asi $0,7$ až $0,8 \text{ m}^3$. Tato redukce také znamená lepší potahovatelnost polystyrenové přísady (např. pomáhá zajistit, že veškerý povrch každé částice je pokryt), zlepšenou zpracovatelnost směsi, a zlepšenou vazbu mezi lehčenou maltovou složkou a polystyrenovou složkou ve směsi.

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

Výhodně, poměr organického polymerního materiálu v aditivu je mezi 60 až asi 90 % a výhodněji mezi 70 až asi 85 %.

Výhodně je ve směsi mezi 10 až asi 50 % provzdušňovacího činidla a výhodněji mezi 20 až asi 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 deriváty celulózy jako je hydroxymethylcelulóza, hydroxyethylcelulóza nebo hydroxypropylmethylcelulóza; polysacharidy jako jsou škroby nebo alginát; a syntetické hydrofilní polymery a kopolymery jako je polyvinylalkohol, polyethylenoxid nebo polypropylenoxid.

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. Vhodná provzdušňovací činidla zahrnují jedno nebo více neiontových, kationtových a aniontových povrchově aktivních činidel jako jsou sodné soli alfa-olefin sulfonátů a laurylsulfát sodný nebo laurylsulfonát sodný.

Aditivum může být smícháno se širokou řadou cementových pojiv, která zahrnují 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 zahrnují složky jako popílek, pucolán a podobně. Termín "cementové pojivo" zahrnuje další dobře známá pojiva jako je popílek, struska atd. a jejich směsi s portlandským cementem.

Vhodné lehčené přísady jsou také dobře známe ze stavu techniky. Zahrnují řadu přírodních a syntetických lehčených přísad jako je perlit, vermikulit a expandovaný polystyren. Expandovaný polystyren může být ve formě kuliček, perel, pelet nebo regenerovaných částic.

Lehčený beton může také obsahovat mezi 50 až 100 % hmotn. cementového pojiva inertní zahušťovací přísady v částicové formě nebo inertního částicového materiálu. Termín "inertní částicový materiál" udává inertní materiál s ohledem na další složky kompozice, mající hustotu větší než lehčená přísada a velikost menší než 5 mm. Výhodný inertní částicový materiál je přírodní zdicí písek.

V dalším aspektu předkládaný vynález představuje způsob zhotovování stěny zahrnující kroky opatření nosné konstrukce mající množství v podstatě souběžných vzájemně prostorově oddělených rámců, připevnění čelních desek do uvedené konstrukce a vyplnění dutiny vytvořené mezi uvedenými čelními deskami lehčeným betonem, přičemž lehčený beton obsahuje cementové pojivo, lehčenou přísadu a až 2 % aditiva zahrnujícího směs 40 až 99 % organického polymerního materiálu a 1 až 60 % provzdušňovacích činidel.

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 expandované polystyrenové přísady do vodného roztoku a potom přidání cementového pojiva.

Další neočekávané výhody vzniknou zejména, když se polystyren použije jako přísadový lehčený 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 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 přísady jejich neutralizováním. To vyžaduje přídatné 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 přídatné chemikálie nebo procesní kroky. Pevné složky se potom přidávají do směsi až v konečném kroku. Odstraněním nutného oddělení kroku předúpravy polystyrenové přísady lze uskutečnit podstatné úspory v nákladech na materiál a v efektivnosti výroby.

Další výhoda vyplývající z předkládaného vynálezu je, že pevnost vazby mezi polystyrenem a betonem souvisí s použitou polystyrenovou lehčící přísadou. Z důvodů, které nejsou úplně jasné, polystyren obecně nemá dobrou vazbu s cementovým pojivem. Předpokládá se, že je to způsobeno hydrofobní povahou polystyrenové přísady. Bez stanovení detailní teorie, přihlašovatel zjistil, že použití aditiva definovaného výše také zvyšuje pevnost vazby mezi polystyrenovou přísadou a okolním cementovým pojivem. To může být způsobeno polystyrenou přísadou mající základní hydrofilní nebo jiný systém, který nemůže být v tuto chvíli plně analyzován. V dalším případě bude níže diskutováno podstatné zlepšení v pevnosti vazby mezi polystyrenovou lehčící přísadou a okolním cementovým materiálem.

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".

Přehled obrázků na výkresech

Obrázek 1 zobrazuje dynamickou reakci běžné směsi o hustotě 1100 kg/m^3

Obrázek 2 zobrazuje dynamickou reakci směsi se zadrženým vzduchem o hustotě 500 kg/m^3

Nejlepší provedení podle vynálezu

Předkládaný vynález může být lépe pochopen pomocí následujících popsanych příkladů.

Příklad 1 až 3 popisuje různé směsi lehčeného betonu používající polystyrenovou přísadu, perlit a vermikulit jako lehčící přísadu a písek a popílek jako plniva.

Příklad 1: Použití EPS jako lehčící přísady a písku jako plniva.

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

Příklad 2: Použití polystyrenu jako lehčící přísady
a popílku + písku jako plniva

Složky směsi	Množství	Jednotka
• Cement	30	kg
• Písek	20	kg
• Popílek	45	kg
• Polystyrenová přísada (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 %	

Příklad 3: Použití perlitu jako lehčící přísady.

Složky směsi	Množství	Jednotka
• Cement	40	kg
• Písek	40	kg
• Perlit (50 % pevné látky/objem.podíl)	40	litry
• Voda	30	litry
• Směs : Provzdušňovadlo (aniontový surfaktant)	0,3 %	vzt.na hmotnost cementu
Organický polymer	0,3 %	vzt. na hmotnost cementu
• Hustota čerstvé směsi	700	kg/m ³
• Výtěžek čerstvé směsi	160	litry
• % Zadrženého vzduchu	50 %	

Vysvětlivky k příkladům 1 až 3

Směsi připravené podle těchto předpisů byly čerpány do dutin vláknů 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 nehroustící 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.

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

Příklady 1 a 2:

Provzdušňovací činidlo	laurylsulfát sodný
Organický polymer	hydroxypropylmethylcelulóza

Příklad 3:

Provzdušňovací činidlo	Myristaminoxid
Organický polymer	hydroxypropylmethylcelulóza

Přihlašovatel zjistil, že když se směs aditiva použije pro výrobu betonu s lehčící přísadou, výsledná směs má podobnou čerpatelnost v porovnání s běžnou směsí s lehčící přísadou.

Příklad 4 níže porovnává čerpatelnost dvou lehčících betonových směsí, jedné se zadrženým vzduchem a jedné bez, obsahujících obdobný objem polystyrenové přísady. Vyrobito se šestnáct vsázek každé směsi a čerpalo do 8.patru a použilo pro jádrovou výplň sedvičových stěn s FRC čelní deskou. 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.

Příklad 4: Čerpatelnost betonu s lehčící (polystyrenovou) přísadou s a bez zadrženého vzduchu.

Složky směsi	Běžná směs bez zadrž. vzduchu	Směs se zadrženým vzduchem
SLOŽENÍ SMĚSI		
• Cement	50 kg	50 kg
• Písek	90 kg	45 kg
• Polystyrenová přísada	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 přísady (počítáno na výtěžek a hustotu měř. vzorků)	47 %	47 %
V MÍSÍCÍ STANICI		
• Hustota čerstvé směsi	1075 kg/m^3	525 kg/m^3
• Výtěžek čerstvé směsi	170 litrů	240 litrů
• Mísící/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.

Přihlašovatel zjistil, že beton s lehčící přísadou jenž je výsledkem použití směsi aditiva, umožňuje nejen podstatně snížit hustotu, ale umožňuje redukovat hydrostatický tlak a dynamický tlak během jádrového plnění.

Příklad 5: Porovnání rozsahu prohnutí ve stěnách s jádrovou výplní.

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

Směs lehčeného betonu	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 zadržným 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% redukci při prohnutí FRC čelní desky, když se použije jako jádrová výplň místo běžné směsi o hustotě 1000 kg/m³.

Příklad 6: Porovnání dynamického tlaku v jádrových výplňových stěnách.

Dvě směsi popsané v příkladě 4 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 lehčeného betonu (se zadrženým vzduchem) vykazuje významně menší dynamický tlak v porovnání s běžnou směsí s polystyrenovou přísadou neobsahující vzduch.

Redukovaný hydrostatický tlak doložený v příkladě 6 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 k menší tuhosti/torzním požadavkům.

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

Příklad 7: Porovnání vlhkostní retence

Dvě směsi popsané v příkladu 4 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 podmínek prostředí po dva týdny. Stěny byly potom přemístěny do sušící cely, kde byly podrobeny 20 cyklům sušení po dobu 360 minut s polovinou času při okolní teplotě a s druhou polovinou při teplotě 45 °C. Následovalo dalších 10 cyklů 60 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 směs lehčeného betonu (se zadrženým vzduchem) zadržovala 9,38 % vlhkosti v porovnání s 5,13 % vlhkosti v běžné směsi s polystyrenovou přísadou 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 redukované 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 redukováným objemem přebytku volné vody pocházející ze směsi a difundující skrz vazby. 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 pronikajících do spojované zóny.

Příklad 8: Porovnání pevnosti vazby

Stěny podrobené sušení v příkladu 7 byly testovány na pevnost vazby mezi vlákny vyztužených cementových čelních desek a dvěmi směsmi navrženými v příkladu 4. Toho bylo dosaženo aplikováním tahové síly na rozhraní FRC/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 od jádra podél svého rozhraní. Směsi se zadrženým vzduchem na druhou stranu selhaly v "kohezním" chování, tj. rozhraní FRC/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 "kohezní" selhání podstatně zlepšeno.

Příklad 9: Porovnání uvolnění ukotvení

Stěny vystavené sušení v příkladu 7 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 k hlavě šroubu, až bylo dosaženo vrcholového zatížení definujícího kotevní poddajnost. Výsledky jsou uvedeny v tabulce níže :

Typ ukotvení	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, 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 lehčený beton má o 55 % nižší hustotu se převádí do snížení pevnosti 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 zlepší.

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

Příklad 10: Modifikace hustoty

Jsou uvedeny typické kompozice lehčeného betonu s hustotou 1200 kg/m³ a 450 kg/m³. Oba příklady ukazují vynikající a pevnost vazby s polystyrenovou přísadou.

Hustota směsi			1200	1200
	Litry	kg	obj.procenta	hmotn.procenta
Pojivo	253	354	100,00 %	100,00 %
Inert.plnivo	394	630	155,56 %	177,78 %
Poly přísada	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	obj.procenta	hmotn.procenta
Pojivo	108	151	100,00 %	100,00 %
Inert.plnivo	95	151	87,50 %	100,00 %
Poly přísada	946	9	875,00 %	6,25 %
Voda	140	140	129,85 %	92,75 %
Aditivum	6	2	5,25 %	1,31 %

P A T E N T O V É N Á R O K Y
(změněné)

1. Upravovací činidlo pro polystyrenovou lehčenou přísadu používanou při přípravě lehčeného betonu, **vyznačující se tím**, že uvedené upravovací činidlo obsahuje směs asi 40 až 99 % organického polymerního materiálu a 1 až asi 60 % provzdušňovacího činidla.
2. Upravovací činidlo podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 10 až asi 50 % provzdušňovacího činidla.
3. Upravovací činidlo podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 20 až asi 40 % provzdušňovacího činidla.
4. Upravovací činidlo podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál obsahuje jedno nebo více tixotropních činidel pro zvýšení viskozity.
5. Upravovací činidlo podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál je derivát celulózy, polysacharid, nebo syntetický hydrofilní polymer.
6. Upravovací činidlo podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že organický polymerní materiál je zvolen ze skupiny sestávající z hydroxymethylcelulózy, hydroxy-ethylcelulózy, hydroxypropylmethylcelulózy,

škrobu, alginátu, polyvinylalkoholu, polyethylenoxidu a polypropylenoxidu.

7. Upravovací činidlo podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že provzdušňovací činidlo obsahuje jedno nebo více neiontových, kationtových nebo aniontových povrchově aktivních činidel.
8. Upravovací činidlo podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že provzdušňovací činidlo je sodná sůl alfa-olefin sulfonátu, nebo laurylsulfát sodný nebo laurylsulfonát sodný.
9. Upravovací činidlo podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 60 až asi 90 % organického polymerního materiálu.
10. Upravovací činidlo podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 70 až asi 85 % organického polymerního materiálu.
11. Lehčená betonová kompozice, **vyznačující se tím**, že obsahuje asi 1 obj. díl cementového pojiva, 0,5 až asi 1,5 obj. dílu inertního plniva, 2 až asi 6 obj. dílů lehčící přísady vztaženo na obj. díl cementového pojiva, přičemž uvedená lehčící přísada zahrnuje expandovaný polystyren ošetřený upravovacím činidlem definovaným v kterémkoliv z nároků 1 až 10.
12. Lehčená betonová kompozice podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že cementové pojivo obsahuje jednu nebo více sloučenin vápníku, hliníku,

křemíku, kyslíku nebo síry, nebo kompozici portlandského cementu, síranovzdorný cement, modifikovaný cement, bauxitový cement, hlinitanový cement, cement na bázi hlinitanu vápenatého nebo cement obsahující sekundární složky zahrnující popílek, pucolán nebo strusku.

13. Lehčená betonová kompozice podle nároku 11 nebo 12, **vyznačující se tím**, že lehčící přísada zahrnuje perlit nebo vermikulit.

14. Lehčená betonová kompozice podle nároku 11 až 13, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi asi 50 až 100% inertního částicového materiálu, vztaženo na hmotnost cementového pojiva.

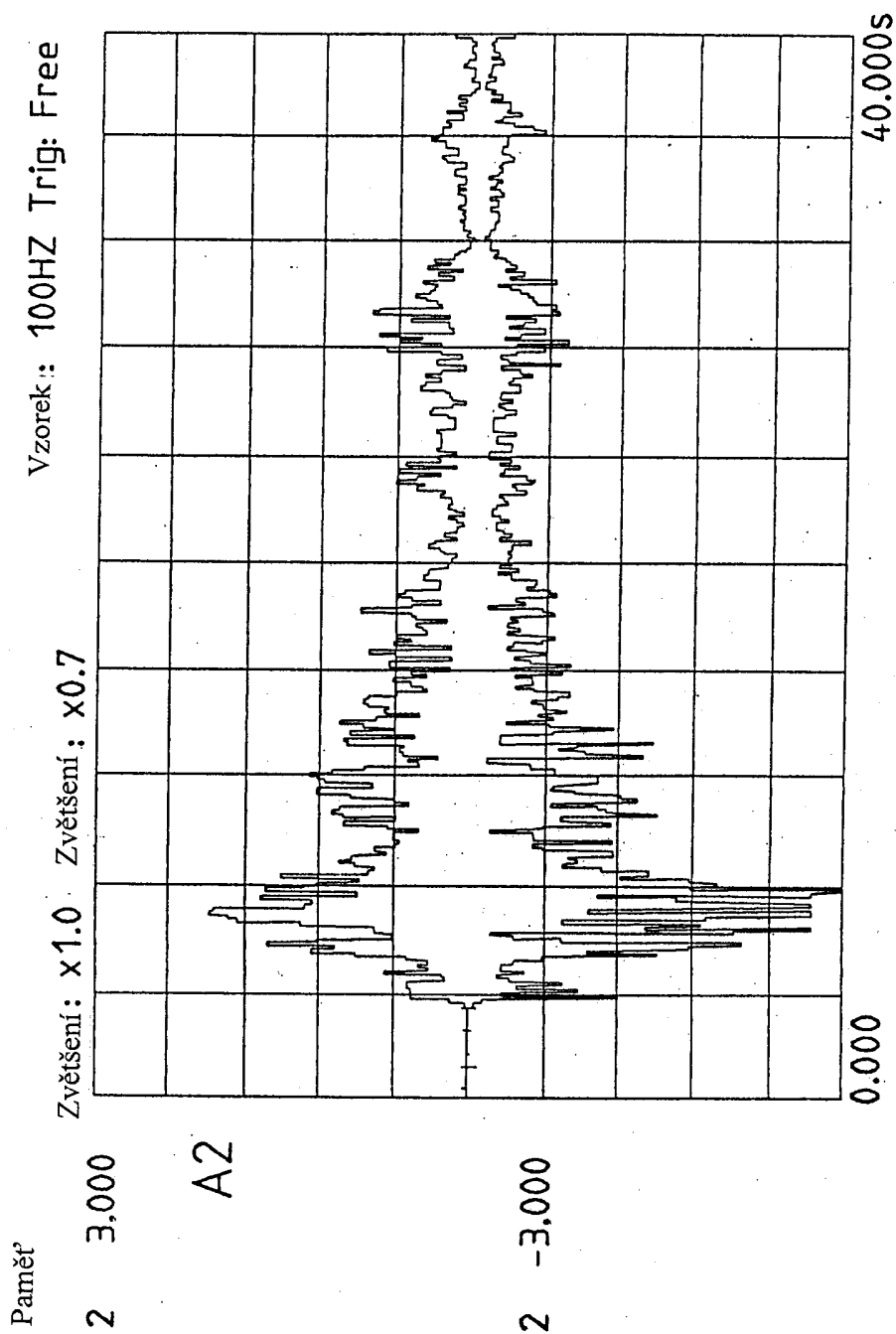
15. Lehčená betonová kompozice podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že inertní částicový materiál je přírodní zdicí písek.

16. Lehčená betonová kompozice podle některého z nároků 12 až 15, **vyznačující se tím**, že cementové pojivo je smíšený cement obsahující 10 až 90 obj. % portlandského cementu a 90 až 10 obj. % minerální přísady jako je popílek, struska, metakaolín, křemičité saze nebo podobně.

17. Betonová směs, **vyznačující se tím**, že zahrnuje lehčenou betonovou kompozici podle kteréhokoli z nároků 11 až 16 a obsahuje až asi 60 % obj. zadrženého vzduchu.

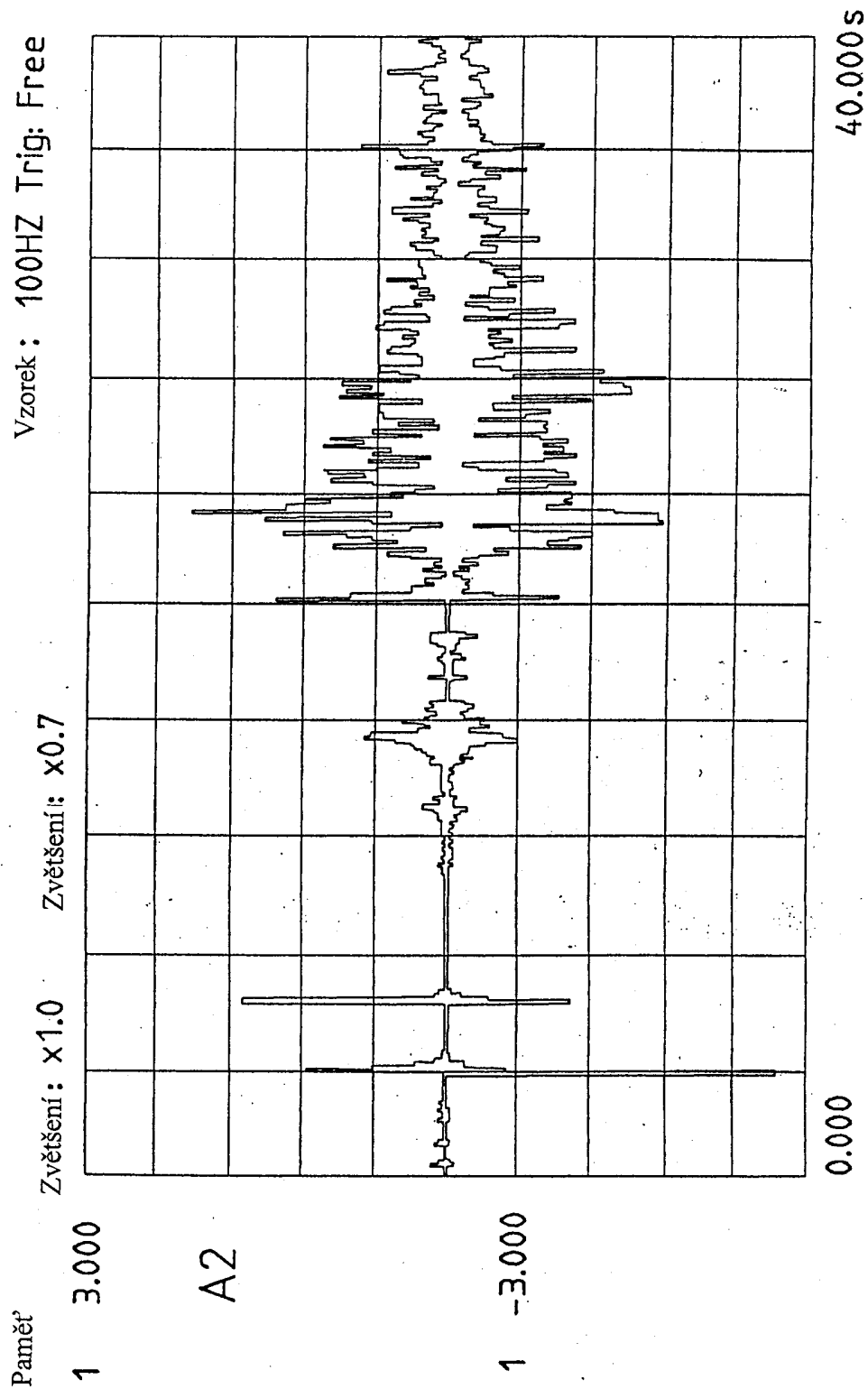
18. Betonová směs podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že obsahuje mezi 25 až asi 50 % obj. zadržného vzduchu.
19. Betonová směs podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že má celkovou hustotu mezi asi 1200 kg/m³ až asi 450 kg/m³.
20. Betonová směs podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že má celkovou hustotu mezi 450 kg/m³ až asi 650 kg/m³.
21. Způsob zhotovování stěny, **vyznačující se tím**, že zahrnuje kroky instalování nosné konstrukce mající množství v podstatě souběžných vzájemně prostorově oddělených rámců, připevnění čelních desek do uvedené konstrukce, a vyplnění dutiny vytvořené mezi uvedenými čelními deskami lehčenou betonovou směsí podle kteréhokoliv z nároků 17 až 20.
22. Způsob vytváření čerpatelné lehčené betonové směsi, **vyznačující se tím**, že zahrnuje kroky za první smísení upravovacího činidla podle kteréhokoliv z nároků 1 až 10 s vodou za vzniku vodného roztoku, za druhé přidání expandované polystyrenové přísady do vodného roztoku, a potom přidání cementového pojiva.
23. Způsob podle nároku 22, **vyznačující se tím**, že směs sestává z :
- 1 obj. dílu cementového pojiva;
 - 0,5 až 1,5 obj. dílu nominální vody;
 - 0,5 až 1,5 obj. dílu inertního plniva;

1 až asi 9 obj. dílu lehčící přísady, a
až asi 5 % obj. aditiva.



Obr. 1

Dynamická reakce běžné směsi o hustotě 1100 kg/m³



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