



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16821 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C04B 38/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ НІЗДРЮВАТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

1

2

(21) u200602588

(22) 10.03.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. №8, 2006р.

(72) Сівецький Сергій Володимирович, Філатов  
Анатолій Миколайович, Колосова Олена Петрівна,  
Сівецький Андрій Володимирович, Іваненко Віта-  
лій Олексійович, Вудвуд Тарас Миколайович, Ще-  
рбина Валерій Юрійович, Приходько Тетяна Дмит-  
рівна

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ"

(57) 1. Спосіб отримання ніздрюватобетонної су-  
міші, що включає приготування суспензії алюмініє-  
вої пудри, кількість якої становить 0,02-0,04% від  
маси сухих компонентів, отримання піни з робочо-  
го водного розчину піноутворювача, приготування

сировинної суміші шляхом змішування в'язучого  
дисперсного заповнювача, домішок з водою замі-  
шування, наступне змішування розчинної частини  
суміші з суспензією алюмінієвої пудри, а потім пі-  
ни, причому тривалість перемішування алюмініє-  
вої пудри від моменту її введення в суміш до мо-  
менту виливання пінобетонної суміші в форму  
становить 300-360с, який відрізняється тим, що  
суспензію алюмінієвої пудри готують з викорис-  
танням робочого водного розчину піноутворювача.

2. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що для  
приготування суспензії алюмінієвої пудри викорис-  
товують робочий водний розчин піноутворювача  
концентрацією 2-4,5%.

3. Спосіб за п.1, який відрізняється тим, що ро-  
бочий водний розчин піноутворювача підігрівають  
до температури 40-65°C.

Корисна модель відноситься до промисловості  
будівельних матеріалів, а саме до способів приго-  
тування ніздрюватобетонної (пінобетонної) суміші.

Відомий спосіб поризації сировинної суміші  
при отриманні ніздрюватобетону в процесі при-  
готування пінобетонної суміші, що передбачає  
отримання піни з робочого водного розчину піноу-  
творювача, приготування розчинної частини піно-  
бетонної суміші шляхом змішування сухих компо-  
нентів з водою зачинення, наступне двостадійне  
змішування розчину піноутворювача з розчинною  
частиною пінобетонної суміші. Причому заздале-  
гідь визначають кратність піни і коефіцієнт водопо-  
требі сухих компонентів. Потім змішують з водою  
зачинення частину сухих компонентів, кількість  
яких визначають по формулі:

$$M_1 = M_0 \cdot (1 - A/K_n),$$

де  $M_1$  — кількість сухих компонентів, що вво-  
дяться на першій стадії, кг,

$M_0$  — загальна кількість сухих компонентів, кг,

$K_n$  — кратність піни спіненого піноутворювача,

$A$  — коефіцієнт водопотреби сухих компонентів,

і в отриману суміш вводять піну, перемішують,  
після чого додають частину сухих компонентів, що  
залишилися, і суміш остаточно перемішують [1].

Недоліком способу аналога є необхідність  
введення сухих компонентів в дві стадії. При цьо-  
му цемент, що введений в суміш на першій і другій  
стадіях, має неоднакову міру початкової гідратації  
при формуванні виробів і схоплюванні суміші. За-  
стосування піни невисокої кратності, що відповідає  
величинам 6–18, призводить до зменшення її ви-  
ходу і до зниження стійкості суміші. Це, в свою  
чергу, не дозволяє отримати пінобетон, поризова-  
ну на 80-92%, що необхідно для виготовлення те-  
плоізоляційних виробів з щільністю, яка не пере-  
вищує 400кг/м<sup>3</sup>.

Крім того, за даним способом отримують бе-  
тон щільністю 650-660кг/м<sup>3</sup> і міцністю на стиснення  
3,6-3,9МПа. А коефіцієнт теплопровідності такого  
бетону становить 0,14-0,18Вт/м·°С згідно ["ДСТУ  
Б.В.2.7-45-96 "Бетони ноздрюваті. Технічні умови"  
(див. табл. 2 ДСТУ Б.В.2.7-45-96)].

Найбільш близьким аналогом (прототипом) до  
способу, що пропонується, є спосіб отримання  
пінобетонної суміші, що передбачає отримання  
піни з робочого водного розчину піноутворювача,  
приготування розчинної частини пінобетонної су-  
міші шляхом змішування сухих компонентів з во-  
дою зачинення, наступне змішування розчинної

(13) U  
(11) 16821  
(19) UA

частини пінобетонної суміші з заданою кількістю піни, а в розчинну частину пінобетонної суміші вводять 0,02-0,04% алюмінієвої пудри від маси сухих компонентів. Алюмінієву пудру вводять до розчинної частини пінобетонної суміші спільно з водою зачинення, а мінімальна тривалість перемішування алюмінієвої пудри з водою зачинення від моменту її введення до пінобетонної суміші до моменту вилиття пінобетонної суміші з алюмінієвою пудрою в форму становить 300-360с [2].

Недоліком найбільш близького аналога є недостатньо стабільна отримувана ніздрюватобетонна суміш після формування, а також наявність дефектності структури бетону внаслідок відсутності ефективних співвідношень концентрації водного розчину піноутворювача і його температури при отриманні піни.

Для вищезгаданого способу також характерна наявність локальних дефектів в структурі бетону, розшарування і тріщин у виробах, що утворюються при заповненні ніздрюватобетонною сумішшю осередків форми. Локальні дефекти, що утворюються, не «заліковуються» в період витримки суміші і початкового тверднення бетону. Вищезгадані недоліки у більшості випадків не дозволяють виготовляти якісні дрібноштучні вироби з пінобетону шляхом формування масиву, його витримки з подальшим розрізанням на вироби заданих розмірів.

В основу корисної моделі поставлена задача спрощення технологічного процесу виготовлення ніздрюватобетонної суміші шляхом зменшення кількості сировинних компонентів, що приведе до зниження осідання ніздрюватобетонної суміші після формування, зменшення дефектності структури бетону і забезпечення можливості отримання дрібноштучних виробів шляхом формування масивів пінобетону з подальшим їх розрізанням на вироби заданих розмірів.

Вказана задача досягається тим, що в спосіб отримання ніздрюватобетонної суміші, що включає приготування суспензії алюмінієвої пудри, кількість якої становить 0,02-0,04% від маси сухих компонентів, отримання піни з робочого водного розчину піноутворювача, приготування сировинної суміші шляхом змішування в'язучого дисперсного заповнювача, домішок з водою замішування, наступне змішування розчинної частини суміші з суспензією алюмінієвої пудри, а потім піни, причому тривалість перемішування алюмінієвої пудри від моменту її введення в суміш до моменту виливання пінобетонної суміші в форму становить 300-360с, новим є те, що суспензію алюмінієвої пудри готують з використанням робочого водного розчину піноутворювача.

Для приготування суспензії алюмінієвої пудри використовують робочий водний розчин піноутворювача концентрацією 2-4,5%.

Робочий водний розчин піноутворювача підігріваять до температури 40-65°C.

Перераховані ознаки способу складають сутність корисної моделі.

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю істотних ознак корисної моделі і техніч-

ним результатом, що досягається, полягає в наступному.

При перемішуванні піни з розчинною частиною суміші (цемент, заповнювач) відбувається її часткове руйнування за рахунок механічного впливу, а також адсорбції піноутворювача на частках цементу і піску, а також його хімічної взаємодії з продуктами гідратації цементу. Піноутворювач при цьому сприяє сповільненню гідратації цементу і зростанню структурної міцності пінобетонної суміші, що призводить до осідання суміші після формування, а також до зменшення її виходу.

На практиці в залежності від властивостей цементу і піноутворювача в період перемішування суміші і формування виробів руйнується від 5 до 20% введеної в розчин піни. При цьому коефіцієнт використання піни не перевищує 0,8-0,85%. В умовах виробництва для отримання бетону заданої щільності в розчинну частину вводять додатковий об'єм піни. Проте підвищення вмісту піноутворювача негативно впливає на гідратацію цементу, його схоплювання, зростання міцності. При цьому також збільшується витрата піноутворювача.

При руйнуванні дрібних пір вони зливаються в більш великі (дефекти структури), або руйнуються (повітря виходить з суміші). У місцях руйнування і укрупнення пір відбувається локальне підвищення концентрації піноутворювача, що негативно впливає на міцність цементного каменя в бетоні.

Поставлена задача досягається введенням в розчинну частину суміші алюмінієвої пудри, кількість якої становить 0,02-0,04% від маси сухих компонентів, у вигляді водної суспензії, яка готується заздалегідь. Потім в розчин вводиться заданий об'єм піни, суміш додатково перемішується до повного усереднення.

Після заливки пінобетонної суміші в форму за рахунок взаємодії часток алюмінію з вапном, що виділяється, при гідратації цементу, відбувається процес газоутворення і спучування суміші на задану висоту.

У залежності від швидкості гідратації цементу суспензію алюмінієвої пудри можна вводити у воду зачинення або в розчинну частину суміші після перемішування цементу з водою зачинення. Згідно із способом, що пропонується, тривалість перемішування алюмінієвої пудри від моменту її введення в суміш до моменту виливання пінобетонної суміші в форму становить 300-360с.

До того ж перемішування розчинної частини суміші спільно з алюмінієвою пудрою продовжується також в період подачі і усереднення з піною, що збільшує сумарний час перемішування. Причому суспензію алюмінієвої пудри при співвідношенні пудра:вода (мас.ч.), що становить від 1:10 до 1:30, готують з використанням водного робочого розчину піноутворювача концентрацією 2-4,5%, який має температуру 40-65°C.

Традиційно для приготування суспензії (відмивання парафіну або стеарину з поверхні часток алюмінієвої пудри) використовують технічні або побутові миючі речовини. Ці миючі речовини і піноутворювачі, що використовуються для отримання піни, відносяться до класу поверхнево-активних речовин (ПАР), однак мають різну будову (аніонно-

активні, катіонно-активні, неіоногенні) і властивості. До того ж вони по різному реагують з компонентами сировинної суміші і продуктами гідратації цементу і вапна.

Присутність в одній системі ПАР різних класів знижує технологічний ефект від їх використання, а також утруднює процес виробництва. Піноутворювачі (ПАР), які застосовуються в технології ніздрюватоного бетону, володіють також миючими властивостями. Це дозволяє використовувати їх для приготування суспензії алюмінієвої пудри, тобто виключити з технологічного циклу один з компонентів, а також і відповідне обладнання для введення його до сировинної суміші.

Далі. Відомо, що при підвищенні температури миючих розчинів ПАР їх миюча здатність зростає. В результаті порівняльних досліджень встановлено, що при підвищенні температури водного розчину піноутворювача з кімнатної (20-23°C) до 40-65°C тривалість відмивання (перемішування) розчину з алюмінієвою пудрою зменшується в 1,3-1,5 рази, а витрата піноутворювача знижується на 15-20%, що додатково підвищує ефективність даного способу.

Спосіб, що пропонується, здійснюють таким чином.

У працюючий змішувач подається вода зачищення, до якої виливається доза робочого розчину піноутворювача, що підігрітий до температури 40-65°C, і отриманий розчин перемішують протягом 60-90с. Далі у змішувач висипають дозу алюмінієвої пудри. Отриману суміш перемішують до повного осадження пудри у воді протягом 10-15хв, отримуючи в результаті однорідну суспензію (однорідність оцінюють по відсутності комочків, згустків, а також плівок).

Перевірку пропонованого способу проводили

при приготуванні пінобетонної суміші з розрахунковою щільністю 400-450кг/м<sup>3</sup>. Суміш готували із застосуванням наступних матеріалів: портландцемент М500, дрібнодисперсний пісок, піноутворювач "Піностром", пудра алюмінієва, миючий засіб для приготування алюмінієвої суспензії, вода.

Сировинну суміш готували в наступній послідовності.

У скляну ємність об'ємом 100мл виливали дозу води (15мл) і дозу робочого розчину піноутворювача марки "Піностром" з початковим об'ємом 1мл. Після перемішування розчину в нього висипали 1г алюмінієвої пудри, і суміш перемішували, оцінюючи стан суспензії. Потім послідовно збільшували дозу розчину піноутворювача в суспензії і отриману суміш повторно перемішували до досягнення повного осадження алюмінієвої пудри.

Данні результатів досліджень (див. Таблицю 1) свідчать, що при витраті розчину 1-2мл відмивання пудри від парафіну не забезпечується. А при підвищенні витрати до 4-6мл пудра відмивається повністю (тобто повністю осаджується у воду). Подальше збільшення витрати розчину піноутворювача не здійснює впливу на якість отримуваної суспензії.

На базі отриманих результатів були перевірені ще два види піноутворювачів (ТЕАС, ПОСТ) на придатність для приготування суспензії. При цьому витрата ТЕАС складала 4-6мл, а витрата ПОСТ складала 2-5мл. А в конкретних умовах виробництва витрата компонентів і технологічних параметрів коригується (похибка складає  $\pm 15-20\%$ ) з урахуванням їх природи і технічних показників.

На наступному етапі з використанням алюмінієвої суспензії, відмитою робочим розчином піноутворювача, готували замиси ніздрюватобетонної суміші, поризованої піни і алюмінієвої пудри.

Таблиця 1

Вплив витрати робочого розчину піноутворювача на ступінь відмивання алюмінієвої пудри

№ №	Витрата робочого розчину піноутворювача марки "Піностром" концентрацією 3% на відмивання 1г алюмінієвої пудри	
	Витрата, мл	оцінка якості отримуваної суспензії
1	контрольний зразок (50млг сульфонола)	алюмінієва пудра відмита повністю, суспензія є однорідною
2	1	після перемішування алюмінієва пудра плаває на поверхні
3	2	частина алюмінієвої пудри занурилась у воду, а частина плаває на поверхні
4	4	більша частина алюмінієвої пудри занурилась у воду
5	6	алюмінієва пудра відмита повністю, вона занурилась у воду, суспензія є однорідною і без включень
6	8	повне відмивання алюмінієвої пудри, суспензія є однорідною

Із застосуванням запропонованих параметрів пінобетонної суміші були відформовані кубічні зразки розміром 100×100мм для визначення щільності і міцності ніздрюватоного бетону.

Технологічні параметри сировинної суміші та властивості отримуваних зразків ніздрюватоного бетону наведені у Таблиці 2.

Технологічні параметри поризованої суміші, приготовленої на суспензії алюмінієвої пудри, від-

різняються від суміші, приготовленої на сульфазолі та відмитої піноутворювачем, незначно. При цьому висота случування (досліди №5, 6) є трохи вищою, а початок схоплювання суміші є коротшим. Також є незначною зміна щільності і міцності бетону, що отримується.

Отримані результати показали, що пропонований спосіб дозволяє виключити з технологічного процесу застосування одного компонента без зни-

ження (або навіть при деякому підвищенні) характеристик поризованої суміші. Крім того, структур-

ний аналіз показав зменшення дефектності структури отриманого ніздрюватого бетону.

Таблиця 2

Технологічні параметри сировинної суміші та зразків ніздрюватого бетону

№	Вміст алюмінієвої пудри, %	Тривалість спучування суміші, хв	Висота суміші, см		Початок схоплювання суміші, хв	Показники комірчастого бетону	
			після заливки	після спучування		Щільність кг/м <sup>3</sup>	міцність на стиснення, МПа
1.	контрольний	14	10	13,5	55	380	1,30
2.	0,040	15,5	9,5	12,5	45	385	1,30
3.	0,025	15,5	9,0	13,0	45	385	1,35
4.	0,030	14	10,5	14,0	42	375	1,35
5.	0,040	12	11,0	15,5	40	360	1,15
6.	0,045	13	11,0	16,0	40	340	1,10

В результаті використання пропонованого способу забезпечується можливість отримання якісних дрібноштучних виробів шляхом формування масивів пінобетону з подальшим їх розрізанням на вироби заданих розмірів. Випробування способу, що пропонується, було проведено у 2005-2006р.р. в Науково-дослідному інституті будівельних матеріалів і виробів (НДІБМВ, м.Київ), а також в лабораторії будівельних матеріалів "НТУУ КПІ".

Отримані результати показали високу ефективність способу, що пропонується, у порівнянні з відомими способами.

Джерела інформації:

1. Спосіб приготування пінобетонної суміші. МПК 7 C04B38/10. UA №24071, 1998.

2. Спосіб отримання пінобетонної суміші. МПК 7 C04B38/10. UA №69662A. Опубл. 15.09.2004. Бюл. №9.