



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42422 (13) A

(51) 7 C04B41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ З ЦЕМЕНТУ АБО БЕТОНУ

(21) 2001021041

(22) 14 02 2001

(24) 15 10 2001

(33) UA

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р.

(72) Шейн Володимир Іванович, Алі Ноаман Халед  
Хусейн, УЕ, Щьоткіна Тетяна Юріївна

(73) ЩЬОТКІНА ТЕТЯНА ЮРІЇВНА, UA

(57) Спосіб виготовлення виробів з цементу або бетону, який включає операції зволоження сухих матеріалів та їх ущільнення тиском, який відрізняється тим, що зволоження здійснюють перемішуванням сухого матеріалу у середовищі насиченої пари нормального тиску до досягнення вологості 16-20 % і після цього ущільнюють у формі при тиску 18-20 МПа

Винахід відноситься до технології будівельного виробництва, і може бути використаний при виготовленні блоків та деталей спеціального призначення, умови експлуатації яких вимагають високої міцності, витривалості проти дії сульфатної та іншої хімічної агресії.

Відомий спосіб виготовлення бетонних виробів шляхом зневоження бетонної суміші під тиском (Тамагі Юкихіко Япон пат. Кл. 22 С4(В28в), N 47 -26647, заявл. 17 06 68, опубл. 18 07 72), який здійснюється за допомогою розбірної опалубки, що має зовнішню стінку з дрібними отворами. За цим способом свіжу бетонну суміш закладають у внутрішню частину опалубки і після цього в неї через отвори зовнішньої стінки занурюють декілька металевих стрижнів, які ущільнюють суміш і створюють внутрішній тиск. Завдяки цьому частина води відокремлюється від суміші і витікає крізь отвори зовнішньої опалубки.

Використання цього способу дає змогу зменшити осадку конуса та прискорити час розпалубки виробу.

Недоліком означеного способу є невисокий рівень зневоження бетонної суміші, внаслідок чого неможливо досягти високого рівня міцності виробу.

Відомий також спосіб підігріву бетонної суміші, що застосовується перед її завантаженням у форму, за яким бетонна суміш проходить крізь герметичну ємність із зовнішнім підігрівом, в якій ця суміш рухається назустріч потокові перегрітої пари, ступінь сухості якої складає 0,6-0,98 від насиченої. При цьому, потік пари на вхід у герметичну ємність має тиск 1-1,5 ата (А.С. СССР № 399491, МКИ С04b 41/31, опубл. Б.И. № 39 від 31 10 1973 р.).

Недоліком даного способу є неефективне використання енергії пари (лише для вилучення

повітря з готової бетонної маси та її незначного підігріву). Крім того, бетонна суміш містить надмірну кількість води, таку ж як при стандартних умовах твердіння.

Відомий спосіб одержання каменя з цементного тіста, за якими тісто обробляється при високих параметрах тиску та температури (Д.М. Рой, Г.Р. Гоуда Оптимизация прочности цементного теста Труды VI Международного конгресса по химии цемента - Т. 2 Кн. 1 - М. Стройиздат, 1976 - С. 310-316). Згідно з цим способом тісто ущільнюється під тиском 175-527 МПа при температурах 100-250°C, з терміном обробки від 0,5 до 2,0 годин. При такій обробці одержують камінь з високими технічними характеристиками.

Недоліком означеного способу є використання дуже високих зусиль тиску та температур при обробці, що потребує спеціального обладнання та використання спеціальних матеріалів для форм. Тому створення цементних виробів за цим способом доцільне лише у виключних випадках.

Найбільш близьким до даного по суті та досягнутим результатам є спосіб одержання каменя високої міцності та високої щільності, за яким цементне тісто обробляють тиском 50-500 МПа при температурах біля 20°C (Тесория цемента / Под ред. А.А. Пашенко - К. Будівельник, 1991 - глава 7, раздел 7/8).

Недоліком цього способу є, по-перше, те, що тиску піддається цементне тісто, одержане зволоженням цементу при змішуванні з водою. По-друге, недоліком є використання дуже високих параметрів тиску.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу виготовлення виробів з цементу або бетону шляхом зміни операції зволоження сухого матеріалу та параметрів ущільнення, завдяки чому при конденсаційному зволожен-

(19) UA (11) 42422 (13) A

ні твердих частинок на їх поверхні відбуваються прямі хімічні реакції синтезу кристалічних підратних фаз, маса яких швидко зростає при виключенні розчинення водою в ущільненому стані, і таким чином відбувається інтенсифікація процесу кристалізаційного зміцнення структури, що дозволяє одразу після обробки одержати камінь з високою міцністю.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення виробів з цементу або бетону, який включає операції зволоження сухих матеріалів та їх ущільнення тиском, згідно з винаходом, зволоження здійснюють перемішуванням сухого матеріалу у середовищі насиченої пари нормального тиску до досягнення вологості 16-18 % і після цього ущільнюють у формі при тиску 18-20 МПа.

Таким чином, суттєвими ознаками винаходу, є зволоження сухих матеріалів перемішуванням у середовищі насиченої пари нормального тиску, перемішування до досягнення матеріалом вологості 16-18 % та ущільнення під тиском 18-20 МПа.

Між суттєвими ознаками винаходу, та досягнутим технічним результатом існує наступний причинно-слідчий зв'язок.

Згідно даного способу, сухий матеріал, взятий з температурою навколишнього середовища, перемішується у середовищі насиченої пари. При цьому використовується насичена пара нормального тиску, що має найбільший вміст води. При перемішуванні сухого матеріалу в середовищі пари відбувається контакт молекул води з твердими частинками та теплообмін. Наслідками контакту є їх зволоження та нагрівання зволоженої суміші. При цьому з нагрітої суміші усувається защемлене повітря.

Перемішування матеріалу у середовищі пари у даному способі забезпечує вільний контакт з парою усіх твердих частинок.

Лабораторні дослідження довели, що при зволоженні парою мають місце прямі реакції між молекулами клінкерних фаз та водою, продуктами яких є кристалічні фази –  $C_3AH_6$ ,  $C_3(A,F)H_6$ ,  $CSH(I)$ ,  $Ca(OH)_2$ , геттит  $FeOOH$  та еттрінгіт. Мікрорісталічні фази утворюються на поверхні кристалів клінкерних мінералів одразу після хімічних актів із кон-денсованими молекулами води.

Подальший розвиток процесу гідратації залежить від кількості води у зволоженій суміші. Якщо в системі є надлишок води, то надалі кристали новоутворень розчиняються водою, і вигоди прискорення початкових стадій гідратації виявляються невикористаними.

Зважаючи на те, у способі, створюються умови для оптимального зволоження суміші, щоби, з одного боку здійснити рівномірне зволоження твердих частинок, а з другого - запобігти розчинення кристалічних новоутворень, які є ініціаторами швидкого зростання маси кристалічних фаз, зміцнюючих структуру каменя. З цієї метою зволоження здійснюють шляхом перемішування матеріалу з парою, при якому суміш швидко розігрівається і її вологість не перевищує 0,16-0,18 %.

Слід зазначити, що процес зволоження відбувається одночасно з нагріванням суміші до тих пір, поки температура суміші не досягла значення

температури фазового переходу води у пар. Лабораторними дослідженнями доведено, що активне випаровування води із зволоженого цементу починається при 90–95°C. Дотримання вказаного температурного обмеження можливе, наприклад, при регулюванні маси сухого матеріалу або витрат пари.

Отже, головною метою перемішування сухого матеріалу у середовищі насиченої пари є одержання рівномірно зволоженої суміші з мінімальним вмістом води, необхідної для формування підратних фаз, прискорення синтезу кристалічних підратних новоутворень на поверхні частинок клінкерних мінералів шляхом прямих реакцій з водою та виключення розчинення їх водою. При подальшому розвитку процесу твердіння ці первинні кристали стають центрами кристалізації, завдяки яким значно прискорюється утворення кристалізаційних структур твердіння.

Така попередня підготовка в'язучих, що дозволяє на початкових стадіях підратації поверхні одержати стабільні кристалічні підратні фази та зберегти їх від розчинення водою, дає змогу використати значно нижчий рівень тиску при ущільненні зволоженого матеріалу, нагрітого майже до 90°C. Згідно з даним способом, такий матеріал ущільнюють у формі під тиском 18-20 МПа.

В способі ущільнення тиском використовується для того, щоб зафіксувати положення твердих частинок і забезпечити формування сталої кристалічної структури каменя, надалі обмежити розчинення водою новоутворень, тобто створити умови для топімічного процесу підратації, що відбувається через протонізацію.

Ущільнення зволоженої суміші супроводжується відокремленням води, внаслідок чого водотверде співвідношення у свіжесформованому виробі складає 0,10, а кількість води, що входить до складу підратних новоутворень, сягає 16-17,5 % маси каменю.

Отже, обробка сухого матеріалу за даним способом відбувається при дотриманні двох головних параметрів - вологості суміші та тиску при ущільненні. Оптимальні параметри обробки, що зазначені у формулі винаходу, були визначені при використанні статистичного аналізу експериментальних результатів, методики планування експерименту для визначення оптимальних параметрів обробки.

Лабораторними дослідженнями доведено, що при вологості, нижчій, ніж 16%, матеріал недостатньо зволожений, а при вологості, вищій за 20%, у матеріалі існує надлишок води, для усунення якої потрібно підвищувати тиск при ущільненні. При значеннях вологості 16-20 % застосування тиску для ущільнення нижчого, ніж 18 МПа, призводить до втрати міцності одержаного виробу, а застосування тиску вищого за 20 МПа суттєво не міняє технічні характеристики виробу.

Після обробки тиском камінь твердіє у воді у нормальних умовах, не набираючи додаткових порцій води.

В порівняльній таблиці подано результати визначення фізико-механічних властивостей цементного каменя, одержаного за прототипом та згідно заявленого способу. Випробовувалися зразки у формі циліндрів з діаметром 2,85 мм та

такою ж висотою. У порівняльних дослідженнях було використано шлакопортландцемент, вироблений на Криворізькому цементно-гірничому комбінаті, із вмістом доменного гранульованого шлаку 18,6 % маси. Марочна міцність цементу складала 42,3 МПа.

З наведеної таблиці видно, що використання зволоження цементу насиченою паром при перемішуванні в середовищі насиченої пари нормального тиску, дозволяє досягти вищих за прототип показників міцності на стиск для зразків з цементу при усіх термінах твердіння.

Спостереження за характером руйнування зразків при випробуванні на стиск показують, що одержаний після 28 діб твердіння камінь має властивості скла і виявляє крихке руйнування.

Лабораторними дослідженнями визначено, що зразки каменю, виготовлені за даним способом, на 3 добу твердіння характеризуються вмістом порожнеч близько 8 %.

Порівняння міцності на стиск зразків каменю, які 6, 9 та 12 місяців зберігалися у 5 % розчині  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , та тих, що зберігалися у воді, показали, що міцність зразків при зберіганні у розчині  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  вища, ніж при зберіганні у чистій воді. Це доводить, що зразки каменю, виготовлені згідно даного способу, мають високу витривалість проти дії сульфатної агресії.

Таким чином, суттєві ознаки способу, дозволяють досягти технічного результату - прискорення процесів кристалізаційного зміцнення структури. Одержаний за даним способом камінь має підвищену щільність та витривалість до хімічної агресії.

За допомогою креслення демонструється варіант устаткування для технічної реалізації способу виготовлення, конкретного виробу, наприклад, стінової або тротуарної плити з шлакопортландцементу.

Шлакопортландцемент (1) через завантажувальний бункер (2), обладнаний дозуючим пристроєм (3), подають у змішувальну камеру (4).

Змішувальна камера (4) має зовнішній теплоізолюючий корпус (5).

Крізь отвори (6) у корпусі змішувальної камери (4), які розміщено у її верхній частині, у камеру подають насичену пару нормального тиску по трубопроводу (7).

Перемішування матеріалу з паром у змішувальній камері (4) здійснюється за допомогою шнеку (8) з регульованою швидкістю обертання. У камері (4) відбувається одночасно конденсаційне зволоження шлакопортландцементу та його нагрівання. Готова суміш на виході з камери (4) має вологість 16-20 % та температуру не вищу за  $95^{\circ}\text{C}$ .

Готову (зволожену та нагріту) суміш шлакопортландцементу з водою вивантажують крізь розвантажувальну воронку (9) у гніздо I, розміщене на формовочному столі (10). У гнізді I міститься форма, в яку завантажують вологу гарячу суміш, після чого стіл обертається і гніздо з формою займає положення II, де розрівнюється поверхня завантаженого матеріалу. Наступним обертанням столу матеріал, завантажений у форму, встановлюється у положення III під штампом (11), за допомогою якого здійснюється ущільнення зволоженої суміші під тиском 18-20 МПа. При цьому з матеріалу вилучається частина сорбованої води, котра стікає через перфороване дно форми.

Після завершення ущільнення форма переходить у положення IV, де форму звільняють від виробу. Надалі стіл обертається і форма займає положення V, де відбувається її чищення та змащування. Після цього форма готова для поновлення робочого циклу.

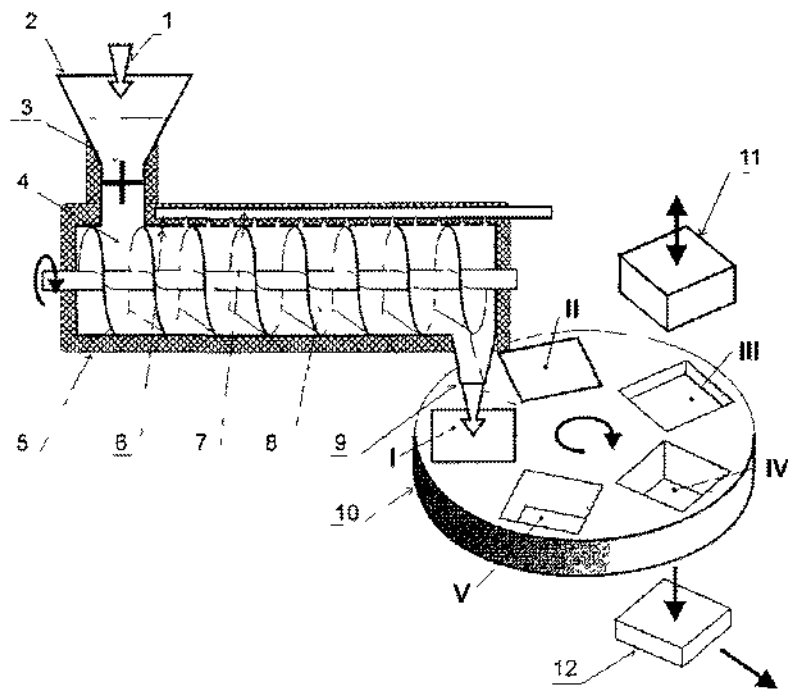
Готовий виріб (12) транспортують до камери, де відбувається його подальше твердіння у нормальних умовах.

Слід зауважити, що спосіб є найбільш ефективним для серійного виробництва дрібних будівельних деталей на швидкісних формовочних машинах. При цьому дуже ефективно використання сухих сумішей в'язучого з різноманітними мікронаповнювачами.

Таблиця

Порівняльні дані про фізико-механічні властивості зразків цементного каменю, виготовленого за прототипом та за пропонуванним способом

Спосіб обробки	Тиск пресування МПа	В/Ц	Міцність при стиску, МПа			
			Одразу після обробки	Термін твердіння, діб		
				1	7	28
Прототип	20,0	0,10	7,31	23,9	48,2	73,0
Пропонований	20,0	0,12	10,24	28,5	79,8	108,4



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180  
 (044) 268-25-22