

УДК691.3

СУХА СУМІШ ДЛЯ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Автори – **Бондаренко А. С.**, аспір., **Шевченко Є. Ю.**, студ.

Наукові керівники – **Шпирько М. В.**, докт. техн. наук, доц.;

Бондаренко С. В., канд. техн. наук, доц.

Придніпровська державна академія будівництва і архітектури

Постановка проблеми. Економія паливно-енергетичних ресурсів, підвищення ефективності теплової ізоляції будівель і споруд, впровадження енергоефективних матеріалів є пріоритетними напрямками в розвитку будівельної галузі.

Одним з ефективних будівельних матеріалів є конструкційно-теплоізоляційний газобетон. На практиці широке застосування знайшли вироби з конструкційно-теплоізоляційного газобетону автоклавного тверднення, виробництво якого характеризується великими витратами енергії, металоємністю, великою виробничою площею.

Мета дослідження. На сучасному етапі є запит на технологію неавтоклавного газобетону, перевагою якої є низька собівартість продукції. Газобетон неавтоклавного твердіння в теперішній час поки не знайшов належного застосування в зв'язку з більш низькими експлуатаційними властивостями в порівнянні з автоклавним. Технологія неавтоклавного бетону проста і вимагає незначної кількості обладнання та енергії.

Основною конкурентоспроможною технологією неавтоклавного газобетону може стати приготування з попередньо приготованих сухих сумішей. Перевагами сухих будівельних сумішей для газобетону є висока точність дозування і висока ступінь гомогенізації компонентів, що забезпечують стабільність технологічних та експлуатаційно-технічних властивостей матеріалу.

Застосування сухих будівельних сумішей для виробництва конструкційно-теплоізоляційного газобетону може бути перспективним в малоповерховому монолітному будівництві. Найбільш доцільно монолітні домобудівництва в сільській місцевості.

У зв'язку зі збільшенням вартості енергоносіїв підвищуються вимоги до теплоізоляції житлових і громадських будівель. Найбільш ефективним матеріалом для огорожувальних конструкцій, перегородок, заповнення прорізів несучих конструкцій є ніздрюватий бетон. Він характеризується достатньою міцністю, низькою теплопровідністю і невисокою вартістю в порівнянні з іншими теплоізоляційними і конструктивно-теплоізоляційними матеріалами.

Ніздрюватий бетон – штучний камінь з рівномірно розподіленими по всьому об'єму повітряними порами [1].

Результат дослідження. У багатьох країнах широке застосування отримав газофібробетон (Cellular Fibro Concrete) CFC Д600 одержуваний з сухої будівельної суміші, яка поставляється на об'єкти в мобільних бункерах-силосах або міксерах [2].

Сухі будівельні суміші для газобетону включають в'язуче, газоутворювач і регулятори структуроутворення газобетону. Найчастіше для отримання газобетону застосовується: в'язуче – портландцемент марки 500; газоутворювач – алюмінієва пудра ПАП-1, 2, ПАК-3.

Цемент вводять в кількості 30...70 %. При вмісті портландцементу менше 30 % міцність газобетону може бути недостатньою, а більше 70 % за рахунок збільшення осадкових деформацій знижується міцність. На набір міцності в ранні терміни твердіння впливають зерна цементу розміром до 40 мкм, а в пізні – зерна розміром більше 40 мкм [3].

Алюмінієва пудра вводиться в кількості 0,1...0,25 % від загальної сухої маси. Для знежирення алюмінієвої пудри застосовується сульфанол в кількості 5 % від ПАК-3 і інші речовини [4].

В якості регулятора структуроутворення вводяться: для зниження усадки мікронаповнювачі пісок, зола виносу ТЕС, шлаки та інша техногенна сировина. Вони вводяться в кількості 20...70 %; різні волокна – поліпропіленове, целюлозне, базальтове та інші вводять в кількості 0,6...2 %.

Для регулювання в'язко-пластичних властивостей і зниження водопотреби, а отже підвищення міцності вводять супер пластифікатори на основі продуктів конденсації нафталін або меламін сульфоокислот, гіперпластифікатори на основі карбоксилатів. Пластифікатори вводять в кількості 0,2...0,6 % від сухої маси. При кількості менше 0,2 % не досягається необхідна текучість, а більше 0,6 % не відбувається істотне її збільшення [3].

Для підвищення міцності газобетону і деякої пластичності в суміш вводиться тонкодисперсний наповнювач (у вигляді мікрокремнезему) з розміром зерен менше 0,5 мкм. Мікрокремнезем розташовується між зернами цементу і проявляє пуцоланічні властивості вступає в реакцію з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ з утворенням низькоосновних гідросилікатів кальцію, що призводить до підвищення щільності і міцності міжпорових перегородок і газобетону в цілому. Мікрокремнезем вводиться в кількості 2...6 % від маси цементу. При введенні менше 2 % не досягається істотного впливу на міцність, а більше 6 % призводить до утворення тріщин.

Для поліпшення спучування суміші в неї вводять вапно в кількості 1...2,5 % від сухої суміші. При вмісті вапна менше 1 % її вплив на швидкість спучування незначний, а більше 2,5 % призводить до зниження міцності [3].

Поліпшення спучування суміші і прискорення твердіння газобетону може відбуватися за рахунок введення хлориду кальцію або натрію в кількості 0,2...0,25 %. При вмісті хлоридів менше 0,2 % не забезпечується ефективно прискорення твердіння бетону, а більше 0,25 % ефект прискорення тверднення знижується [3].

Для прискорення тужавлення суміші і підвищення її міцності після тужавлення в вводять напівводяний гіпс в кількості 2...4 %. При вмісті гіпсу менше 2 % швидкість тужавлення практично не збільшується, а більше 4 % відбувається втрата міцності після закінчення тужавлення [3].

Останнім часом в ряді публікацій повідомляється, що введення до складу сухої суміші пороутворювача (алюмінієвої пудри) значно зменшує термін придатності сухої суміші і знижує якість газобетону. Ймовірно це пов'язано з частковим окисленням поверхні частинок алюмінієвої пудри киснем повітря. Тому алюмінієву пудру і фібру пропонується вводити не на етапі приготування сухої суміші, а на етапі змішування суміші з водою [5].

За кордоном алюмінієва пудра вводиться до складу сухої суміші разом з водою замішування на місці проведення робіт. Водотверде співвідношення (В/Т) при замішуванні сухої суміші з використанням пластифікатора знаходиться в межах 0,32...0,5 залежно від вмісту в суміші цементу і кількості введеної пластифікуючої добавки визначається їх співвідношенням при досягненні оптимальних реологічних характеристик (граничного напруження зсуву, пластичної в'язкості). Фактично реологічні характеристики визначаються розтіканням суміші на приладі Суттарда і повинні знаходитись в межах 18...30 см, а температура суміші 35 °С [4].

Спучування газобетонної суміші відбувається в результаті збільшення обсягу газу, що виділяється з поверхні часток алюмінію при взаємодії з $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

При цьому максимальне напруження зсуву суміші повинно бути таким, що б відбувалося збільшення обсягу газових бульбашок до певних розмірів, а пластична в'язкість запобігала їх рух в суміші і вихід їх з неї. Після закінчення спучування має наступати тужавлення суміші, яке регулюється кількістю введеного суперпластифікатору і при необхідності гіпсу. Якщо тужавлення настає раніше закінчення спучування, то затверділа суміш розтріскується. При від термінуванні початку тужавлення через недостатню пластичну міцність відбувається підсадка спучування маси газобетону.

Останнім часом для зниження усадки і підвищення міцності до складу сухої суміші для неавтоклавного бетону пропонується вводити вуглецеві нанотрубки [5; 6].

Для проведення досліджень використовували такі матеріали: алюмінієва пудра спочатку ПАП 1 + ПАП 2, а потім ПАК-3; пісок, мікрокремнезем, супер пластифікатори С-3, С-3 з прискорювачем і сповільнювачем, СП 3, сульфанол, целюлозне волокно, яке володіє кращим зчепленням з цементним каменем. В якості в'язучого застосовували цемент марки 500 ПЦ І; в якості мікронаповнювача пісок річковий з модулем крупності 1,24.

Кращим в співвідношенні часу спучування суміші з газоутворювачем ПАК-3 і початком схоплювання після спучування показав С3 без добавок.

Для рівномірного розподілу вуглецевих нанотрубок в міжпорових перегородках їх попередньо диспергували в ізопропіловому спирті з бентонітом протягом 5 хвилин в ультразвуковому диспергаторі. Отриману суміш після висушування вводили в змішувач сухого перемішування, де перемішували з основною сумішшю.

Щоб отримати газобетон D 600 в сировинну суміш вводили цемент марки 500 ПЦ І, пісок, алюмінієву пудру ПАК 3 з сульфаноном і вапно.

Висновок. На підставі проведених досліджень отримано неавтоклавний газобетон D 600 з стабільними показниками щільності та міцності.

Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В. 2.7-45:2010. Бетони ніздрюваті.
2. Cellular Fibro Concrete (CFC). URL: www.cellular-concrete.net/ru/index.html
3. Сухая смесь для приготовления неавтоклавного газобетона (варианты). URL: https://patents.Google.Com/patent/RU_2547532C1/ru
4. К. Э. Горяйнов, В. В. Коровникова Технология производства полимерных теплоизоляционных изделий. Москва: Высшая школа, 1975. 296 с.
5. Ястремский У. Н., Умельянов И. А. Сухая смесь для производства композиционного ячеистого бетона. Патент РФ 2543847, МПК С04 В 38/10, С04 В 38.02 заявл. 22.08.2008, опубл. 10.06.2015.
6. Сухая смесь для производства ячеистого газифибробетона. Патент РФ 2394007, МПК С04 В 38/10, заявл. 22.08.2008, опубл. 19.07.2010.