

Список використаних джерел:

1. Кузнецов В. І. Сучасні будівельні матеріали: інноваційні технології та їх застосування. Київ: Вид-во «Будівельник», 2022.
2. Гончаренко С. В. Енергоефективність в будівництві: новітні матеріали та технології. Харків: ХНУ, 2021.
3. Бондаренко П. П. Технічні характеристики вапняних штукатурок та їх застосування в будівництві. Одеса: Астропринт, 2020.
4. Мельник І. І. Акустичні властивості будівельних матеріалів: інновації в штукатурках для сучасних умов. Львів: Наука і освіта, 2023.
5. Савченко О. І. Механізовані технології в будівництві: перспективи та нові матеріали. Київ: Академія будівництва України, 2022.

УДК 691.7:339.13.017

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОШУКІВ ТА ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АВТОКЛАВНИХ ГАЗОБЕТОНІВ НА ЗАСАДАХ БЕНЧМАРКІНГУ

Аріна Жук,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
ОПП «Маркетинг», спеціальність 075 «Маркетинг»

Петро Захарченко,

канд. техн. наук, завідувач кафедри товарознавства та
комерційної діяльності в будівництві, професор,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Бенчмаркінг – це процес, який дозволяє компаніям зрозуміти, чому конкуренти досягають більшого успіху. В його основі лежить порівняльний аналіз, метою якого є виявлення відмінностей між власними методами, процесами, технологіями та показниками діяльності. Загально відомо, що найкращим стіновим матеріалом є газобетон, застосування виробів з якого дозволяє звести «теплу» одношарову стіну. Для отримання якісного силікатного бетону проведено дослідження найкращих практик отримання та підготовки сировини для його виробництва. Нами визначені контрольні точки бенчмаркінгових дослідженнях сировини, які дозволяють отримати силікатні бетони (газобетон) найвищої якості.

Розміщення підприємств з виробництва будівельних матеріалів залежить від 2 факторів: перше, наявність сировинної бази, друге, розташування об'єктів будівництва. Тут важливо зазначити, що розташування підприємств має бути стратегічно вигідним: відстань між виробництвом і об'єктом споживання не має перевищувати 100 км – це саме той радіус, де рентабельно застосовувати вироблені матеріали.

У виробництві газобетону використовують мелений кварцовий пісок (частка якого перевищує половину всіх сировинних компонентів), випалене вапно першого сорту 20-30%, а також 15% цементу, і до 0,1% газоутворювача

(ПАП-1, ПАП-2 або алюмінієва паста), все інше вода 25-30%. Як правило підприємства використовують яружний пісок або річковий. У кожного з цих видів кремнеземистого компонента є свої переваги та недоліки: до переваг яружного піску відноситься його дрібні розміри піщинок, до недоліків наявність землі, глини, трави. Річковий пісок більш чистий, крупний, але має округлу поверхню (менш реакційна здатність). Окрім піску, важливу роль відіграє якість вапна та цементу. Необхідно контролювати їхні характеристики, такі як активність, тонкість помелу та хімічний склад, цемент має бути бездобавочним. Вибір газоутворювача також має значення. Різні типи алюмінієвої пудри можуть давати різний результат. Враховуючи ці фактори, можна оптимізувати виробництво автоклавного газобетону, забезпечивши високу якість продукції та економічну ефективність.

Інтенсивність процесів взаємодії компонентів силікатних бетонів при автоклавній обробці залежить від багатьох факторів, зумовлених як властивостями вихідних сировинних матеріалів, так і параметрами заводської технології. Вирішальний вплив на швидкість реакцій і кінетику формування структури силікатного бетону має розчинність компонентів вапняно-піщаної суміші, що визначається їх мінералогічним (і хімічним – у разі аморфних фаз) складом і дисперсністю, а також температурою та тиском автоклавної обробки.

Очевидно, що в частині кремнеземистого компонента перший фактор практично цілком залежить від вихідної сировини, яка в сучасних умовах не збагачується, хоча за кордоном широко застосовується гідравлічна класифікація пісків з метою видалення глинистих та органічних домішок. Для вапняного компонента можлива зміна мінералогічного складу шляхом попередньої гідратації CaO і MgO . Вплив другого і третього факторів може регулюватися в широких межах шляхом збільшення тонини помелу компонентів сировинної суміші, збільшення дозування тонкомеленого в'язучого і зміни умов твердіння (температури і тиску насиченої водяної пари).

Тому за основний критерій при оцінці якості сировинних матеріалів приймають його мінералогічний склад: вміст активних фаз, що беруть участь у формуванні цементуючої речовини, і вміст небезпечних фаз, що викликають погіршення фазового складу, мікроструктури і знижують довговічність силікатних бетонів.

Розглянемо вимоги до сировини для виробництва автоклавних силікатних бетонів. В даній роботі досліджуються не всі сировинні матеріали, що використовуються для виготовлення автоклавних силікатних виробів і конструкцій, а лише дві найбільш поширені групи таких матеріалів: 1) кремнеземистий компонент і промислові відходи гірничих і збагачувальних підприємств, що не піддавалися термічній обробці; 2) вапно, одержуване випалюванням магнезійних карбонатних порід – вапняків, мармурів і крейди, і деякі високоосновні відходи (цементний пил).

Сировина першої групи займає дві третини загального обсягу, якість її визначається вмістом кремнезему у вільному і зв'язаному вигляді. Ця сировина

об'єднується під назвою «кремнеземистої», хоча в деяких спеціальних випадках основну роль в ній можуть відігравати глинозем і карбонати кальцію і магнію.

До другої групи входить сировина, що є лужним компонентом силікатного бетону: кальцієве вапно, а в деяких випадках магнезіальне вапно, каустичні магнезит і доломіт, а також різні відходи. У зв'язку з недостатністю експериментальних даних про вплив тих чи інших домішок, наведені в табл. 1, вимоги розраховані в основному на використання при попередній оцінці якості сировини для виготовлення силікатних бетонів і виробів. Остаточна ж оцінка повинна проводитися за результатами технологічних випробувань – лабораторних і напівзаводських, в ході яких, крім принципового рішення про придатність сировини, повинна бути встановлена марка бетону, рекомендовані оптимальна технологія його виготовлення та галузі застосування в будівництві.

Як уже зазначалося, ми вважаємо за доцільне виділити дві категорії кремнеземистої сировини:

а) заповнювач щільного силікатного бетону для великорозмірних виробів (пісок, щебінь, гравій та різні грубодисперсні відходи), який практично не бере участі в утворенні цементуючої речовини через малу питому поверхню і є баластним заповнювачем, але створює жорсткий каркас при формуванні виробів; як заповнювач використовуються пісок природної крупності, а також щебінь або гравій, що не піддається додатковому подрібненню;

б) тонкомелений компонент в'язучого для щільних і ніздрюватих бетонів, за рахунок якого при автоклавній обробці формується цементуюча речовина, а для пресованих виробів силікатної цегли та крупноформатних порожнистих блоків використовують немелений пісок, який досить активно реагує з вапном по периферії зерен при відсутності в суміші меленого піску.

В основу вимог до якості кремнеземистого компонента силікатних автоклавних бетонів покладені уявлення про провідну роль його хіміко-мінералогічного складу.

У табл. 1 наводяться вимоги до якості кремнеземистого компонента, розроблені відповідно до викладених положень. При цьому норми вмісту глинистих домішок, лужних мінералів і карбонатів мають експериментальне, хоча і не у всіх випадках достатнє обґрунтування, а норми вмісту слюди і сульфідів прийняті за аналогією з вимогами до пісків для цементних бетонів. Вміст лужних мінералів і карбонату кальцію в заповнювачі не нормується.

Вплив органічних сполук, що зустрічаються в пісках деяких родовищ, на властивості автоклавного силікатного бетону досліджений ще недостатньо. Органічні домішки викликають спучування сирцю при запарюванні через бурхливе виділення пари. Тому необхідно піддавати піски, що містять органічні домішки, контрольним технологічним випробуванням та очищуванню.

У сучасних умовах гранулометричний склад сировини має підпорядковане значення і тому не нормується. Однак при можливості вибору між сировиною кількох родовищ перевагу слід віддавати крупнозернистому піску (або відходам) з модулем крупності вище 2,0-2,5, що містить зерна різних

фракцій. Такий пісок забезпечує отримання бетону високих марок з максимальним значенням модуля пружності.

При оцінці якості кремнеземистої сировини за наведеними в табл. 1 вимогами багато її різновидів – польовошпатові, карбонатні, глинисті, лесові піски – потрапляють до розряду некондиційних, оскільки можуть використовуватися тільки як заповнювач, але не як компонент автоклавного в'язучого. У цьому випадку для виготовлення в'язучого слід використовувати кондиційні привізні піски або відходи з великим вмістом SiO₂.

Крім того, можуть бути рекомендовані додаткові заходи для поліпшення некондиційних пісків, що полягають у:

1) промиванні та гідравлічній класифікації для видалення домішок глинистих мінералів та слюди;

2) введенні як кремнеземистого компонента в'язучого активних порід, відходів металургії та енергетики, тобто перехід від автоклавних бетонів на вапняно-піщаному в'язучому де частину піску замінюють високоактивними кремнеземистими відходами;

3) введенням добавки портландцементу для підвищення довговічності автоклавних бетонів.

Таблиця 1

Вимоги до якості кремнеземистого компонента автоклавного силікатного бетону

Показники	Види силікатного бетону		
	Пресований	Вібрований та литий	Пористий
Загальні вимоги до кремнеземистого компонента			
Вміст глинистих домішок в %, вважаючи на суху речовину:			
а) при гідрослюдиному складі, не більше	25	25	15
б) при каолінітовому складі, не більше	20	15	10
в) при монотермітовому складі, не більше	10	7	5
г) при монтмориллонітовому складі, не більше	4	3	2
Вміст слюди з лускоподібними великими пластинами (фракція > 0,5 мм) в %, вважаючи на суху речовину, не більше.	1	2	2
Вміст сульфідів у перерахунку на сульфідну сірку в %, не більше.	1	1	1
Вимоги до кремнеземистої складової тонкомеленого в'язучого			
Вміст кварцу, опалу та інших форм			

SiO ₂ , а також склофази в %, не менше в т. ч. аморфної SiO ₂ у вигляді частинок опоки, трепелу та ін. в %, не більше.	60	60	70
Вміст лужних мінералів польових шпатів та нефеліну в перерахунку на RO в %, не більше.	20	15	Не нормується
Вміст карбонату кальцію в %, не більше.	4	3	3
	30	30	30
Вимоги до заповнювача			
Вміст зерен пористих слабких порід (опоки, трепелу, залишків фауни та ін.) в %, не більше	25	25	Не нормується

На основі бенчмаркінгу розроблені чіткі вимоги до якості кремнеземистого компонента для автоклавного силікатного бетону, які варіюються залежно від типу бетону виготовленого за віброударною та литвювою технологіями. Основні вимоги стосуються вмісту глинистих домішок, слюди з лускоподібними пластинами, сульфідів, кварцу, опалу, аморфного SiO₂, лужних мінералів та карбонату кальцію. Також існують вимоги до заповнювача, зокрема до вмісту зерен пористих слабких порід. Для поліпшення якості некондиційних пісків рекомендуються такі заходи, як промивання та гідравлічна класифікація, введення в'язучого з активних порід або відходів промисловості, а також додавання портландцементу. Вимоги до кремнеземистого компонента різняться залежно від типу силікатного бетону (пресований, вібрований, литий, високопористий). У виробництві силікатних бетонів використовуються різні види піску, такі як кварцові, польовошпанові, а також піски з домішками шлаків. Властивості піску, такі як гранулометричний склад та вміст домішок, впливають на якість кінцевого продукту.

Список використаних джерел:

1. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Барановський В. Б., Кочевих М. О., Гасан Ю. Г., Константи́нівський Б. Я., Ракша В. О. Будівельне матеріалознавство. Київ: «Видавництво Ліра-К», 2012, 624 с.,
2. Виробництво газобетону автоклавного твердіння. URL: https://www.m.eos-klinkier.com.ua/ua/articles/virobnictvo_gazobetonu_avtoklavnogo_tverd_nnya.html?srsltid=afmboorsi2knnb-p0diar4ezmiwjav7yrtgfsndy_bqytmnuweud3o-j
3. Автоклавний газобетон – історія легкого матеріалу. URL: <https://udkgazbeton.com/statti/58-avtoklavnij-gazobeton-istoriya-legkogo-materialu>
4. Польський підхід у галузі виробництва та застосування автоклавного газобетону. URL: <https://gazobeton.org/uk/node/1101>