

ГАЗОБЕТОН, ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ СУЧАСНИЙ СТІНОВИЙ МАТЕРІАЛ

ТОВ «Аерос»

Анотація

Проаналізовано характеристики основних стінових матеріалів та критерії оцінювання їх енергоефективності. Показано, що найбільш оптимальним стіновим матеріалом являється газобетон автоклавного тверднення. Газобетон витіснив з будівельного ринку традиційні стінові матеріали – цеглу глиняну, силікатну, керамзитобетон, які являються високо енергозатратними при виробництві і не енергоефективними на стадії експлуатації.

Ключові слова: *стінові матеріали, газобетон, тенденції використання, енергоефективність.*

Abstract

The characteristics of the main wall materials and the criteria for evaluating their energy efficiency are analyzed. It is shown that the most optimal wall material is autoclaved aerated concrete. Aerated concrete has supplanted from the construction market traditional wall materials - clay, silicate, expanded clay concrete, which are highly energy-intensive in production and not energy efficient at the stage of operation.

Keywords: wall materials, aerated concrete, usage trends, energy efficiency

Вступ

В умовах постійного зростання вартості енергоносіїв жоден із сучасних конструкційних будівельних матеріалів, не знав таких високих темпів приросту обсягів виробництва, як газобетон автоклавного тверднення (далі автоклавний газобетон). Після розвалу СРСР в Україні залишились діючими більше 10 заводів загальною річною потужністю виробів близько 1,2 млн.м³. В результаті занепаду і руйнації галузі виробництва будівельних матеріалів обсяг виробництва газобетону до 2000 року в Україні скоротився в 12 раз. Застарілі заводи були елементарно знищені і порізані на металобрухт, хоча вони були прив'язані до ресурсної бази, зокрема доступу до кремнеземистого компоненту. Європейська практика виробників газобетону підтверджує економічну доцільність модернізації обладнання на існуючих заводах з максимальним збереженням та використанням існуючої інфраструктури підприємства, шляхом монтажу нових більш продуктивних технологічних ліній. З 2000 року по 2016 рік обсяг виробництва автоклавного газобетону в Україні зріс в 36 раз. В 2019 році питома вага газобетону в структурі стінових матеріалах становила до 53%.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними офіційної статистики в Україні відносні обсяги будівництва житла (м²/люд в рік) протягом останніх 20 років в 2,5-3 рази стабільно нижчі ніж в інших пострадянських країн (Білорусія, РФ, Казахстан). Разом з тим в Україні постійно зростає питома вага малоповерхового житла (до 3-х поверхів), вона в останні роки практично наблизилась до 50%, що відповідає сучасним світовим тенденціям США, Канади, країн ЄС, де доля малоповерхового житла становить 75% і більше.

Цілком логічним є те, що зростання обсягів будівництва малоповерхового житла потребує в рази більше стінових будівельних матеріалів. Крім того, при цьому суттєво зростають втрати теплової енергії через зовнішню «оболонку» малоповерхової будівлі. **Збільшення обсягів житлового будівництва на душу населення в рік до рівня пострадянських країн і особливо розвинених країн (приблизно 1м²/люд в рік) може бути вирішено шляхом суттєвого зростання, у тому числі, і обсягів виробництва енергоефективних будівельних матеріалів.**

В самому будівельному матеріалі енергетична складова може становити 50% і більше. В роботі [1] наведені порівняльні дані основних будівельних матеріалів за енергоємністю виробництва. Самим енергоємним будівельним матеріалом є сталь, для виробництва 1 т якої

потрібно 32290 МДж теплової енергії. Для виробництва 1 т портландцементу потрібно енергії в 8 раз менше, цегли - в 12, залізобетону - в 16, важкого бетону - в 23, ніздрюватого бетону в 25 разів.

Багаторічний досвід виробництва стінових матеріалів показав, що на виробництво повнотілої цегли необхідно 900 кВт • год / м³, пустотілого - 600 кВт • год / м³, а автоклавного газобетону - 320 кВт • год / м³.

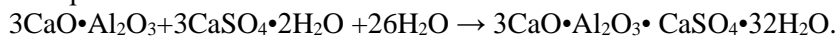
Ще в колишньому СРСР оцінили ефективність автоклавного газобетону. В кінці 80-х років для реалізації житлової програми було прийнято рішення довести обсяг виробництва автоклавного газобетону до показника 40 млн. м³ / рік. Довідково слід зазначити, що максимальний обсяг виробництва автоклавного газобетону в колишньому СРСР разом з країнами Прибалтики становив 6,6 млн м³.

В Україні в рамках всесоюзної програми республіканською програмою передбачалося будівництво та реконструкція 24 заводів по виробництву автоклавного газобетону. Загальна річна потужність підприємств повинна була зрости до 2,7 млн. м³ рік. Був розроблений кадастр природної і техногенної сировини, яка могла бути використана в якості кремнеземистого компонента для виробництва автоклавного газобетону.

Стрімке зростання цін на енергетичні ресурси, через їх вичерпність, привело до перегляду нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій[2], які були введені лише в 2016 році.

Враховуючи ціновий фактор конструкційного і конструкційно - теплоізоляційного газобетону та інші переваги, його виробництво почало швидко зростати. Білорусія в 2014 році вийшла на рівень виробництва 3,2 млн м³, зайняла місце світового лідера по відносним обсягам виробництва газобетону на душу населення і по сьогодні являється експортером цього матеріалу, РФ наростила обсяги виробництва до 13...14 млн. м³ в рік за наявності встановленої потужності 73 заводів в 17,42 млн. м³ газобетону [3]. В Україні, за даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону обсяг виробництва автоклавного в останні роки становить 3,9 млн м³ газобетону, а виробничі потужності країни наблизились до 4,9 млн. м³

Автоклавний газобетон виготовляється шляхом штучного синтезу гідросилікатів кальцію (переважно тоберморіту) при температурі 200 ° С і тиску пари 1,2...1,4 МПа. Молотий кварцевий пісок в умовах автоклавної обробки газобетону виконує функцію реакційно активного компоненту мінерального вяжучого. При цьому базовою складовою вяжучого газобетонної суміші можуть виступати не тільки цемент, вапно, але і доменні гранульовані шлаки, зола-винос з високим вмістом СаО та інші техногенні мінеральні продукти[4]. Основними гідросилікатами кальцію що забезпечують міцність газобетонних виробів є тоберморіт (11,3 Å) і ксонотліт. Їх рівноважна розчинність по гідроксиду кальцію знаходиться в межах 0,1-0,3 г / л [5]. З підвищенням вмістом алюмінатних фази (С₃А) в цементі цей мінерал характеризується найбільшою швидкістю гідратації з утворенням гідроалюмінатів кальцію, які миттєво заповнюють поровий простір. Додаток гіпсового каменя уповільнює його гідратацію і на поверхні зерен С₃А утворюється оболонка еттрінгіта:



Додаток гіпсового каменя являється поліфункціональним компонентом – вона гальмує швидкість гідратації вапна, виконує важливу функцію на стадії формування макроструктури газобетонного сирця, забезпечуючи відповідність процесу тужавіння суміші з закінченням зазавиділення, що являється найбільш вагомим чинником отримання газобетону, особливо низької густини. Крім того, як було вставлено відносно недавно виступає інтенсифікатором утворення низькоосновних гідросилікатів кальцію – основних носіїв міцності автоклавного газобетону.

Сама енергоємність виробництва газобетону є досить енергозатратною, оскільки автоклавна обробка виробів відбувається при температурі 200 °С в середовищі перегрітої пари при надлишковому тиску 1,2-1,4 МПа, а для його виробництва використовуються цемент та вапно. Як відомо, в собівартості будівельного об'єкту 55-60% витрат приходить на вартість будівельних матеріалів і виробів. В свою чергу виробництво всіх випалювальних будівельних матеріалів являється досить енергомістким процесом.

Сучасний газобетон - це матеріал значно високого рівня в порівнянні з газобетоном, що вироблявся раніше. Основними його виробниками в Україні являється ТОВ «Aeroc», ТОВ «Орієнтир-Буделемент», ТОВ «ЮДК», ТОВ «Енержи Продакт» та інші. Нове технологічне

обладнання, вдосконалення нормативної бази виробництва автоклавного газобетону суттєво сприяли зростанню коефіцієнта конструктивної якості матеріалу. На сьогодні якість продукції кращих виробників вітчизняного газобетону можна порівняти з якістю європейських виробників[6].

Якщо раніше стінові блоки, панелі мали густину 650-700 кг/м³, а для теплоізоляції виготовлявся теплоізоляційний газобетон густиною 300 кг/м³ з міцністю на стиск 9-12 кгс/см². На сьогодні автоклавний газобетон густиною 300 кг/м³ це конструктивно-теплоізоляційний газобетон з класом міцністю C1,5 - C2,5 який використовується, як несучий конструкційно-теплоізоляційний стіновий матеріал для малоповерхових будинків (до 3-х поверхів).

Застосування стінових матеріалів з автоклавних газобетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%.[7]. Для фінішної обробки газобетонних стін переважно використовують облицювання стін паропроникними покриттями, штукатуркою, декоративною цеглою, створенням вентиляованого фасаду з великим терміном експлуатації та декоративною різноманітністю облицювальних матеріалів.

Стіна з газобетонних блоків D300 Aерос EcoTerm Super Plus товщиною 300 мм не потребує додаткового утеплення і забезпечує нормативні вимоги термічного опору огорожувальної конструкції ($R = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$). На стінових блоках передбачена систем «паз-гребінь», яка спрощує процес кладки та виконує функцію «теплового замка», що виключає промерзання стіни по вертикальному шву. Теплопровідність газобетону у сухому стані менше 0,08 Вт/м·°C, а в умовах експлуатації з урахуванням рівноважної вологості — 0,095 Вт/м·°C. І що важливо, через низьку щільність і теплопровідність стінові огорожувальні конструкції не потребують додаткового утеплення для території першої найбільш холодної кліматичної зони України.

В табл.1 приведені порівняльні характеристики сучасних найбільш поширених стінових матеріалів[8].

Таблиця 1. – Порівняльні показники стінових матеріалів.

Показник	Од. вим.	Цегла		Керамзитобетон	Газобетон
		глиняна	силікатна		
Щільність	кг/м ³	1550-1700	1700-1950	900-1200	300-1200
Маса 1м ² стіни	кг	1200-1800	1450-2000	500-900	90-900
Теплопровідність	Вт/м·°C	0,6-0,95	0,85-1,15	0,75-0,95	0,07-0,38
Морозостійкість	цикл	25	25	25	35-100
Питомі витрати ум. палива	кг.ум.п./тис. шт. ум. цегли	246	60-80	35	65
Пит. витрати електроенергії	кВт·год/тис шт ум. цегли	80-82	36-38	30-32	35
Водопоглинання	%, по масі	2,5-25	5-30	3,5-7,5	0,25-12,5

Як видно з таб. 1 за теплофізичними показниками та енергоємністю виробництва автоклавний газобетон значно перевищує традиційні стінові матеріали.

ТОВ «Аерос» являється першою компанією на посрадянському просторі, яка відмовилась від виробництва «важкого» автоклавного газобетону D600. При виготовленні газобетонних блоків меншої густини значно знижується (наприклад, з 568,3 кг на 1 м³ газобетону при щільності 600 кг / м³ до 276,7 кг при щільності 300 кг / м³, тобто витрата сировини скорочується на 51%). Крім того, виробництво таких блоків менш енергоємне. При автоклавній обробці виробів тривалість їх витримки в автоклаві може бути скорочено на 1,5-2 години. Це пояснюється більш пористою структурою газобетонної суміші, що дозволяє насичені парі швидше проникати вглиб масиву і прогріти виріб[9].

У зв'язку з необхідністю підвищення вимог енергозбереження та прогнозованим потенційним вдосконаленням технології виробництва ніздрюватого бетону в ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови» внесені зміни - в підрозділ 4.1 перед маркою D200 додані марки D100 та D150, як ефективної мінеральної теплоізоляції (табл. 2). Такі зміни мотивують науковців та виробників автоклавного газобетону до вдосконалення технології його виробництва. Єдиним в Європі виробником газобетону D100 є німецька компанія «Xella», яка виготовляє його під маркою «Multipor», склад якого запатентований.

Таблиця 2. Розширення марки теплоізоляційного автоклавного газобетону відповідно до ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови».

Марка за середньою густиною	Середня густина, кг/м ³
D100	понад 70 до 120 вкюч.
D150	» 120 » 170 »
D200	» 170 » 220 »
D250	» 220 » 270 »

Теплоізоляційні панелі з ніздрюватого бетону «Multipor» густиною марки D100 ($\geq 70-150$ кг/м³), являються найлегшою відомою в Європі мінеральною теплоізоляцією[10].

Аналогом високопористому мінеральному утеплювачу «Masa-LithoPore®» є продукція ТОВ «Аерос», яка першою і єдиною в Європі розпочала масштабне виробництво теплоізоляційного газобетону D150. За рахунок постійного вдосконалення технології виробництва газобетону компанія наблизилась до виробництва теплоізоляційного газобетону марки D100.

До інших переваг автоклавного газобетону, як будівельного матеріалу слід віднести: довговічність і міцність, високі теплоізоляційні властивості, легкість і швидкість укладання, екологічність, вогнестійкість, морозостійкість, легкість обробки.

Висновки

Перед будівельною галуззю та країною стоїть важлива проблема наростити обсяги виробництва енергоефективних стінових будівельних матеріалів та скоротити існуюче відставання відносних обсягів будівництва житла, яке в 2,5-3 рази нижче ніж в сусідніх пострадянських країнах і в 4-5 раз нижче ніж в розвинених країнах.

За рахунок меншої енергоемності виробництва та перевагою в теплоізоляційних і конструкційних властивостях автоклавний газобетон потіснив традиційні стінові матеріали, які є енергозатратними при виробництві та не енергоефективними при використанні.

Автоклавний газобетон в найближчій перспективі буде зберігати верднення на сьогодні на будівельному ринку потісним традиційні стінові матеріали і його доля в структурі стінових матеріалів зростає до 53%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2017, №1.-С.9-16.
2. ДБН В.2.6-31 2016 Теплова ізоляція будівель. - Київ, Мінрегіонбуд України. - 2017.- 37с.
3. Вишневикий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Текущее состояние производства автоклавного газобетона в России. НПК «Современный автоклавный газобетон», Екатеринбург. ноябрь 2017 г. -С.10-12.
4. СН-277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. - М.: Стройиздат, 1981. - 47 с.
- 5.Тейлор Х. Химия цемента. М.: Мир, 1996. 560 с.
- 6 Рудченко Д.Г. О повышении коэффициента конструктивного качества газобетона автоклавного твердения / Д.Г. Рудченко// Строительные материалы и изделия. – 2011, № 4. – С.13-16.
7. Ухова Т.А. Ячеистый бетон - эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий/ Т.А.Ухова, Л.А.Тарасова Л.А. // Строительные материалы. - TECHNOLOGY. - 2003. - №11. - С.19-20.
8. Воробьев Х.С. Проблемы производства и применения изделий из ячеистого бетона в строительстве/Х.С. Воробьев, В.С. Балицкий, А.А. Франковский А.А. //Строительные материалы и изделия. 2002. №2. – С.7-11.
- 9 Клаус Бонеманн. WERNHANN в странах СНГ и Балтии: более 35 заводов за десять лет./ Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №8, 2014.- С.41-43.
10. Олвер Штрототте, Матиас Кларе, А.К. Иванов Производство минерального теплоизоляционного строительного материала низкой плотности.//Современный автоклавный газобетон: сборник докладов НПК. Краснодар, 15-17 мая 2013.- С.140-146.