

ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ В УКРАЇНІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз сучасного стану виробництва газобетону автоклавного тверднення, як ефективного стінового матеріалу. Введення в 2022 році нових ДБН передбачає забезпечення зростання показників термічного опору огорожувальних конструкцій на 20%. Показано, що в умовах підвищення цін на енергоносії, відмови України від імпорту природного газу, руйнації енергетичної інфраструктури через війну стає пріоритетним використання в якості стінового матеріалу автоклавного газобетону. Вироби з автоклавного газобетону являється ефективним теплоізоляційним матеріалом.

Ключові слова: автоклавний газобетон, наслідки війни, відбудова України, енергоємність, екологічність, обсяги виробництва.

Abstract

An analysis of the current state of production of aerated concrete of autoclave hardening as effective was carried out wall material. The introduction in 2022 of the new DBN DBN B.2.6-31:2021 "Thermal insulation and energy efficiency of buildings" provides for a 20% increase in the thermal resistance of enclosing structures. It is shown that in the conditions of the increase in energy prices, Ukraine's refusal to import natural gas, the destruction of the energy infrastructure due to the war, the use of autoclaved aerated concrete as a wall material becomes a priority. Autoclaved aerated concrete products are an effective thermal insulation material.

Keywords: autoclaved aerated concrete, consequences of the war, reconstruction of Ukraine, energy intensity, environmental friendliness, production volumes.

Вступ

Керамічна і силікатна цегла а також керамзитобетон поступово витісняються з будівельного ринку газобетоном автоклавного тверднення, частка якого в структурі стінових матеріалів деяких європейських країн становить 40-60%. На момент розпаду СРСР автоклавний газобетон (стінові блоки) випускався з середньою щільністю 643 кг/м³, а армовані конструкції – 700-750 кг/м³. На сьогодні кращі заводи-виробники автоклавного газобетону виготовляють ефективні стінові блоки марки D300, D400 і D500 та мінеральну теплоізоляцію густиною 100 – 200 кг/м³.

В результаті повномасштабної військової агресії в Україні зруйновано майже 10% житлового фонду, зазнала значних руйнувань цивільна та промислова інфраструктура. Так за оцінками Київської школи економіки (KSE) збитки завдані житловому фонду лише станом на листопад 2022 року оцінювалася у \$54 млрд.(за грудень 2022 ця сума зросла на \$1.5 млрд.), втрата промислових підприємств склала \$13 млрд, руйнування інфраструктури оцінюють в \$35,6 млрд.

Загалом за перші 9 місяців агресії було пошкоджено або зруйновано 149,3 тис житлових будинків, серед яких: 131.4 тис приватних будинків, 17.5 тис - багатоквартирних та 280 гуртожитків. Внаслідок бойових дій вже пошкоджено або зруйновано понад 3 тис освітніх закладів: 1.4 тис - середньої освіти, 865 - дошкільної, 505 - вищої освіти. Також за підсумками грудня 2022 року зазнали руйнувань чи пошкодження 907 закладів культури, 168 спортивних закладів, 157 об'єктів туризму та 95 релігійних об'єктів.

Метою роботи стало дослідження актуальності використання автоклавного газобетону при новому будівництві та при відбудові пошкоджених об'єктів, утепленні застарілого житлового фонду.

Результати досліджень

За даними [1] будівлі світу використовують близько 40% всієї споживаної первинної енергії, 67% всієї електрики, 40% всієї сировини і 14% всіх запасів питної води, а також виробляють 35% всіх викидів вуглекислого газу і мало не половину всіх твердих міських відходів.

Житлово-комунальне господарство є найбільшим споживачем енергетичних ресурсів, більше 60-70% яких – імпорتنі, що робить Україну однією з енергозалежних країн Європи. Постійне подорожчання енергоресурсів призводить до підвищення комунальних тарифів, тягар яких постійно зростає. Велика частина енергоресурсів марно втрачається через низьку енергоефективність. Найбільше втрат енергії приходить на «оболонку» будівлі – це стіни, вікна, покрівля, підлога.

Через війну, розв'язану росією проти України, змінились акценти в енергозабезпеченні житлового комплексу країни. Станом на 2024 рік Україна вперше відмовилась від імпорту природного газу, відбулась руйнація енергетичних підприємств, а виробництво електроенергії скоротилось майже на 50%.

Багаторічний досвід виробництва газобетону показав, що енерговитрати на виробництво автоклавного газобетону становлять $320 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$, при виробництві повнотілої цегли потрібно витратити $900 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$, пустотної – $600 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$.

В Україні, по аналогії з розвиненими країнами, збільшується частка житла в індивідуальних малоповерхових будинках (до 3-х поверхів), вона становить приблизно 50-53%, в країнах ЄС, США, Канади – понад 75%. Автоклавний газобетон, як стіновий матеріал, витісняє з будівельного ринку енергозатратні на стадії виробництва і не ефективні на стадії експлуатації традиційні стінові матеріали (керамічну і силікатну цеглу, керамзит, керамзитобетон, шлакобетон), його питома вага в структурі стінових матеріалів вже перевищує 55 %.[2-3]. Динаміка збільшення виробництва автоклавного газобетону в Україні приведена на рис.1.

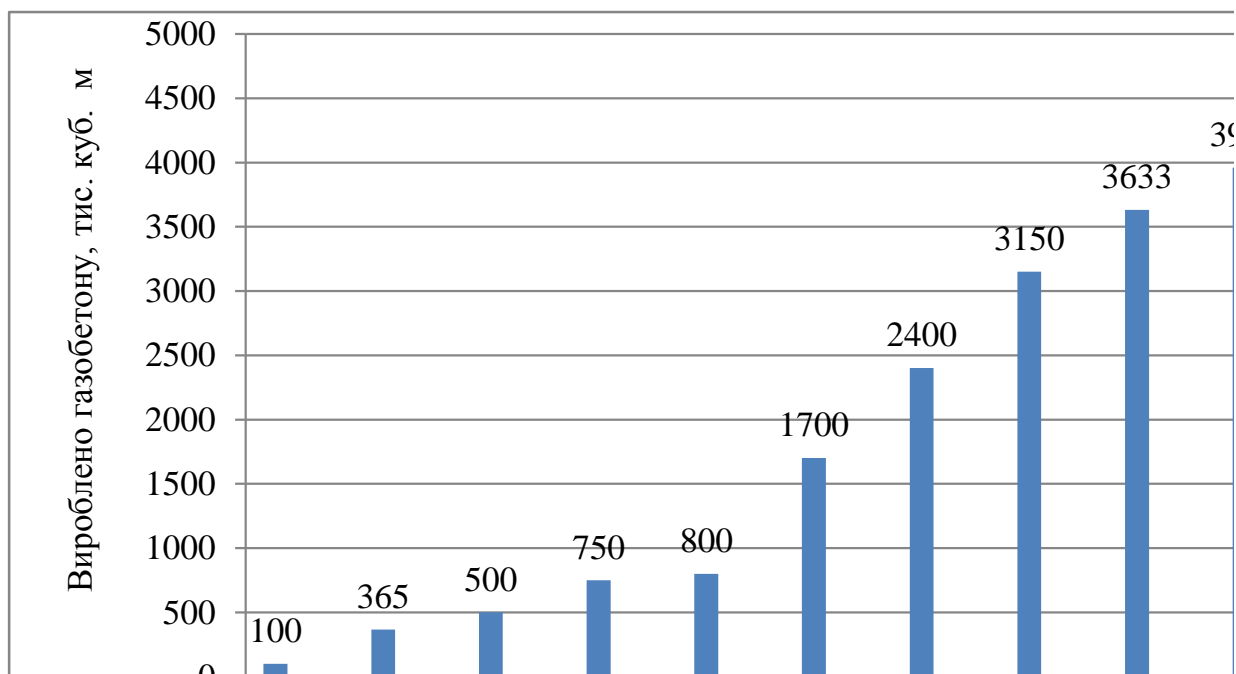


Рис. 1. Динаміка виробництва автоклавного газобетону в Україні.

Як видно з рис. 1 з початку 2000 року обсяги виробництва автоклавного газобетону в Україні збільшилися в 46 раз. Коефіцієнт теплопровідності газобетону 0,090-0,13 тоді як цегли 0, 6-0,8 Вт/(м·К)

Протягом більш ніж 30 років незалежності України було кілька спроб удосконалення ізоляції наявного житлового фонду, побудованого з цегли та керамзитобетону. Країни ЄС перейшли до будівництва будинків з витратами енергії від 20 до 40 $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$, а також «пасивних» будівель, що виробляють та

передають вироблену енергію у мережу. Швидко поширюється в країнах ЄС екологічно чистий мінеральний утеплювач з газобетону низької густини, який рекомендується для лікувальних, навчальних закладів (табл. 1).

Таблиця 1. Теплоізоляційні властивості 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	Клас міцності, С	Міцність, МПа, не менше	Теплопровідність у сухому стані, Вт/м·°С, не більше
D100	70–120	C0,25	>0,4	0,052
D150	120–170	C0,25	>0,4	0,058
D 200	180–220	C0,35	0,50	0,055
D 250	220–270	C0,5	0,72	0,065
D 300	270–320	C0,75	1,06	0,08
D 350	320 - 370	C1,0	1,45	0,09

В табл. 1 приведені основні експлуатаційні властивості теплоізоляційного автоклавного газобетону. 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. Такі зміни мотивують науковців та виробників автоклавного газобетону до вдосконалення технології виробництва мінеральної теплоізоляції.

Газобетон марки D100-115 енергоефективний матеріал для зовнішнього і внутрішнього утеплення, який відповідає екологічним стандартам і придатний як для зовнішнього, так і для внутрішнього утеплення. В Україні він виготовляється з лише одним заводом декілька років, став популярним у покупців завдячуючи його унікальним експлуатаційним характеристикам і негорючості. Головний недолік пінополістиролу - горючість, мінеральної вати – висока енергоємність виробництва -1200 °С.

На рис. 2 приведений фрагмент утеплення газобетонними плитами будівлі, як теплоізоляційного матеріалом. Газобетон марки D300 і D350 відповідно до нормативної бази України одночасно являється конструкційним стіновим матеріалом і теплоізоляційним.



Рис. 2 Фрагмент використання теплоізоляційного газобетону для внутрішнього утеплення будівель.

На рис. 3 приведений фрагмент утеплення автоклавним газобетоном зовнішньої стіни та підлоги. Європейські виробники автоклавного газобетону намагаються збільшити частку виробництва енергоефективного газобетону марки D300 кг/м³. В Україні частка газобетону марки D300 в загальному обсязі виробництва досягала 8%. Перехід від виробництва газобетону від марки D500 до марки D300 забезпечує поліфункціональний ефект – підвищення термічного опору стінової конструкції, зменшення матеріало- та енергоємності виробництва, скорочення витрат на фундаменти, транспортування, тощо.



Рис. 1 Використання блоків з автоклавного газобетону.

В основу відбудови України, відповідно до національної програми «План відновлення України» покладено принципи екологічності та енергоефективності. Обраний курс є частиною взятих на себе нашою державою зобов'язань в рамках Паризької угоди 2015 р. (ратифіковано Україною в 2016 р.) [4].

Відповідно до звіту, опублікованого в Transparency Market Research під назвою «Ринок автоклавного пінобетону - глобальний аналіз відходів, розміру, долі, росту, тенденції та прогнозу, 2018-2026 роки», світові обсяги газобетону оцінені в 11 млрд. дол. США в 2017 році і, за прогнозами, до 2026 року зростуть до 20 млрд. дол. США. Середньорічний темп зростання виробництва складе 7,3%.

Висновки

Через низьку енергоємність виробництва автоклавного газобетону на сьогодні він є найбільш вживаним для будівництва малоповерхових та висотних каркасно-монолітних будинків.

Враховуючи актуальність автоклавного газобетону і зарубіжний досвід його використання цілком очевидно, що має бути розроблений механізм приватно-державного партнерства для будівництва нових заводів у тому числі по виробництву стінових панелей, плит перекриття, віконних перемичок, використання яких попутно вирішить проблеми теплоізоляції, звукоізоляції та зменшення трудомісткості зведення будинків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fesanghary M. Design of lowe mission and energyefficient residential building susing a multi objective optimization algorithm /M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. - №49. - 2012. - P. 245–250.
2. Рудченко Д.Г. Экономия материально-энергетических ресурсов при производстве ячеистых бетонов автоклавного твердения // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: науково-технічний збірник / ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – № 2. (11). – С. 29-35.
3. Сердюк В.Р., Рудченко Д.Г. Зростання обсягів виробництва та сфери використання газобетонних блоків. Вісник ВПІ 2021. № 5. –С. 7-17.
4. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: <https://recovery.gov.ua/>.

Гоголь Сергій Володимирович - студент групи Б-22м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця e-mail: [gogolswk@gmail.com/](mailto:gogolswk@gmail.com)

Науковий керівник Василь Романович Сердюк — д-р техн. наук, професор, кафедра будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Serhii Volodymyrovych Gogol – student of group B-22m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: [gogolswk@gmail.com/](mailto:gogolswk@gmail.com).

Academic supervisor **Vasyl Romanovych Serdyuk** — Dr. Tech. Sciences, professor, department of construction of urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.