

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-235-243

УДК 691.327.332

Сердюк В. Р.¹, Рудченко Д. Г.²

¹Вінницький національний технічний університет

(Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна; e-mail: vasromvs@gmail.com,

orcid.org/0000-0003-2927-629X)

²ТОВ «Аерок»

(вул. Промислова, 6, Обухів, 08700, Україна; e-mail: aeroc@aeroc.ua, orcid.org/0000-0003-2909-3864)

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ГАЗОБЕТОНУ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ

Метою статті є проведення аналізу основних тенденцій виробництва автоклавного газобетону (АГБ). У роботі показані основні напрямки застосування газобетону і виробів з нього в будівництві малоповерхового житла. Представлені дані, які відображають відносні обсяги виробництва газобетону в м³ на тис. чол. в рік в деяких країнах Європи. Наведено результати становлення підгалузі виробництва газобетону в окремих країнах СНД. Показана структура газобетону по щільності і міцності провідних європейських компаній-виробників АГБ і деяких пострадянських країн СНД. На прикладі Німеччини наведено аналіз структури стінових матеріалів. Поряд з використанням АГБ широке застосування знаходить ефективна кераміка, силікатна цегла та інші стінові матеріали. Узагальнено досвід виробництва АГБ компанії «Аерос», яка виробляє на пострадянському просторі найлегший конструкційно-теплоізоляційний газобетон щільністю 300 кг / м³ з міцністю на стиск не менше 2,5 МПа. Основна частка вироблених цією компанією стінових блоків АГБ (63%) відповідає марці щільності D400. Відносний обсяг виробництва АГБ в Україні становить 92 м³ на тис. чол. в рік, що відповідає приблизно середньому показнику європейських країн. Україна, за показниками загального обсягу виробництва АГБ після Росії, Туреччини і Польщі займає 4 місце в Європі.

Ключові слова: автоклавний газобетон, динаміка виробництва, порівняння обсягів виробництва, європейські компанії, вдосконалення технології.

Вступ. У 1950 році випуск виробів з АГБ в світі склав трохи більше 2 млн. м³, а до 1970 року зріс в 10 разів [1]. На сьогодні традиційні стінові матеріали більш енергоємні на стадії виробництва і менш енергоефективні на стадії експлуатації (цегла керамічна, силікатна, керамзитобетон) після підвищення нормативних вимог до термічного опору огорожувальних конструкцій витісняються автоклавним газобетоном.

З раніше працюючих керамзитових заводів в Україні діючими залишилися тільки 5, в Білорусі - 2, в Росії обсяг виробництва керамзиту скоротився в 11 разів, тобто з 38 млн. м³ у 1990 році до 3,4 млн. м³ у 2011 році [2]. Аналогічна ситуація склалась і з виробництвом традиційної керамічної цегли. В Україні вироблялося керамічної цегли в млрд. штук: 1991 рік - 10,2; 2007 - 2,3; 2018 - 0,88. Схожа ситуація і з динамікою виробництва керамічної цегли має місце в Казахстані, Росії, Білорусії.

Проблематичність ситуації в тому, що старі підприємства в Україні практично працювали до критичного зносу і не модернізувалися, а в умовах тривалої економічної і енергетичної кризи елементарно знищувалися з усією інфраструктурою. Падіння виробництва продукції в 10-12 разів означає втрату цієї підгалузі виробництва для країни і подальшу залежність від імпорту, і як наслідок, зменшення обсягів будівництва житла та підвищення його вартості. У тому числі, наслідком такої ситуації стало і те, що за даними офіційної статистики відносні обсяги будівництва житла м²/тис. чол. в рік в Україні протягом більше 20 останніх років становлять 0,17-0,24 м²/ тис. чол. в рік, тоді, як в Білорусі, РФ, Казахстані будується 0,5-0,7 м²/ тис. чол., при признаних міжнародних стандартах приблизно 1 м²/тис. чол., що збалансовує попит і пропозицію на житло.

Промисловість будівельних матеріалів надзвичайно важлива галузь економіки для любой країни. За даними офіційної статистики, Турецька Республіка в 2019 році отримала прибуток від експорту будівельних матеріалів в розмірі понад 14,5 млрд. дол. Для

порівняння, доходи бюджету України 2020 року, що базуються на розрахунковому курсі 27,5 грн. за дол. США (далі дол.) повинні скласти 1,09 трлн. грн (\$ 40 млрд.), а прибуток промисловості будівельних матеріалів Туреччини становить третю частину всього бюджету України.

У світовій практиці виробу з АГБ, крім традиційних стінових і спеціальних блоків, застосовуються у вигляді різних виробів (рис. 1).



Рис. 1. Види виробів з автоклавного газобетону

Для вітчизняної практики будівництва дещо «новим» є досвід Великобританії, де газобетонні стінові блоки без гідрофобізації використовуються при влаштуванні фундаментів малоповерхових будівель. Вони поділяються на три категорії: низької щільності (450 кг/м^3); середньої щільності – (620 кг/м^3) і високої щільності – 750 кг/м^3 .

У деяких країнах (Франція, Туреччина, інших) виробляються О-подібні стінові блоки, при кладці стін. Їх використання передбачає утворення вертикальних каналів в стіні і по кутах будинку. В ці канали встановлюється арматурний каркас, який з'єднується за допомогою муфти або зварювання з металевим анкером, забетонованих в фундамент, і з армованим верхнім поясом стін будинку. Потім ці порожнини в стіні бетонуються і утворюються залізобетонні колони (вертикальне армування) і тим самим забезпечується жорсткість каркасу будівлі. Залізобетонні колони служать додатковими анкерами його фіксації з фундаментом для підвищення сейсмічної стійкості будівлі.

АГБ необхідно розглядати, як варіант або інструмент мало бюджетного будівництва. Сам матеріал містить понад 80% повітря, екологічно чистий, виготовляється з доступних сировинних матеріалів, а стіни з нього, не вимагають додаткового утеплення. Галузь виробництва АГБ в світі особливо бурхливо розвивалася в період після Другої світової війни в кінці 50-х - початку 60-х. Фірми «Ітонг» і «Сіпорекс» продавали ліцензії і будували власні заводи в Англії, ФРН, Канаді, Норвегії, Франції, Японії та інших країнах. З 1980 року, по мірі зростання цін на енергоносії, у всьому світі спостерігається новий етап зростання використання АГБ. Нові виробничі лінії будувалися в Австралії, Бахреїні, Китаї, Східній Європі, Індії, Єгипті, США.

Вельми показовим і класичним прикладом становлення виробництва АГБ є досвід Китаю та Польщі. Польща закупила завод шведської компанії «Сіпорекс» з правом тиражування обладнання, наростила свої власні виробничі потужності до 7 млн. м^3 АГБ в рік і продала вже свої 10 заводів колишньому СРСР, і 7 заводів в колишню Чехословаччину, а в послідуєчі роки і в інші країни світу.

На територію РФ потрапило 7 польських заводів з потужністю 150 тис. м³ газобетону в рік (Ленінград, м. Ступіно Московської обл., м. Іжевськ, Набережні човни, мм. Пенза, Новосибірськ, Барнаул). Цей період збігся з освоєнням Цілини, тому в Центральному Казахстані було побудовано 2 заводи (Павлодар і м. Теміртау Карагандинської обл.) і 1 завод – в Україні (Луганськ). Саме з придбання і будівництва цих 10 заводів в колишньому СРСР почався новий масштабний етап виробництва АГБ, оскільки в 1960 році в країні вироблялося близько 100 тис. м³ пінобетону природного тверднення.

Перший завод потужністю 150 тис. м³/рік шведського виробника «Сіпорекс» був побудований в Пекіні на початку 60-х років минулого століття, а в 1990 році його модернізували з використанням німецького обладнання. Цей завод послужив початком розвитку газобетонної промисловості Китаю. Китай будує вже свої заводи і експортує їх за кордон, а заводи на імпортному обладнанні в країні займають лише 1,2%. Згідно [3] в 2018 році Китай виробив 125 млн. м³ АГБ, в країні налічувалося близько 2300 заводів з виробництва АГБ із загальною виробничою потужністю 220 млн. м³/рік. Частка АГБ в структурі загального обсягу стінових матеріалів становить близько 12%.

Автоклавний газобетон стає найбільш затребуваним стіновим матеріалом, до нього залучена велика увага людей, але відсутня узагальнена інформація про стан використання та перспектив його виробництва.

Мета роботи. Оцінка сучасних тенденцій виробництва АГБ в Україні та інших країнах. Аналітики сходяться на тому, що на європейський ринок припадає більше третини виробленого в світі газобетону. Основними виробниками АГБ є Росія, Туреччина, Польща, Німеччина Білорусь. В останні роки до них приєдналася Україна.

Згідно зі звітом, опублікованим Transparency Market Research під назвою «Ринок автоклавного пористого бетону - глобальний галузевий аналіз, розмір, частка, зростання, тенденції і прогноз, 2018-2026 роки», світовий АГБ був оцінений в 11 млрд. дол. в 2017 році і, за прогнозами, до 2026 року досягне майже 20 млрд. дол. При цьому, середньорічний темп зростання АГБ складе понад 7% в період з 2017 по 2026 рік, буде збільшуватися на рівні CAGR (середньорічний темп зростання з урахуванням складного відсотка) 7,3%.

Аналітичне агентство [4] з дослідження ринку, що об'єднує професіоналів в області світової інформації та інформації про ринки включає 1700 дослідницьких груп з 81 країни, представило свій прогноз зростання обсягу світового ринку АГБ. Згідно з цим прогнозом обсяг світового ринку автоклавного газобетону виросте з 18,8 млрд. дол. в 2020 році до 25,2 млрд. дол. до 2025 року при середньорічному темпі зростання 6,0% в період з 2020 по 2025 рік.

Методи дослідження. При проведенні досліджень і аналізу тенденцій виробництва АГБ нами використовувалися дані офіційної статистики деяких країн, інформація асоціацій виробників АГБ та сайтів провідних європейських компаній.

Виробництво АГБ в окремих країнах Європи. Промислове виробництво АГБ в Польщі почалося в 1951 році. За даними центрального статистичного управління Польщі в 2018 році його частка у виробництві стінових матеріалів становила 52,7%, силікатної цегли - 13,9% і кераміки - 33,4%. Загальний обсяг виробництва АГБ склав 5,266 млн. м³. Стінові блоки і вироби з газобетону виробляються з діапазоном густини від 300 до 700 кг/м³. Найбільшим виробником газобетону в Польщі є компанія «SOLBET», на яку припадає понад 1/3 його виробництва. Відносний обсяг виробництва АГБ в 2018 році склав 138 м³/тис. чол. рік.

Виробництво автоклавного газобетону в Туреччині почалося в 1963 році. В останні роки ця країна виробляє до 7 млн. м³ АГБ в рік, працює 7 компаній, які в цілому об'єднують 15 заводів. Флагманом галузі є компанія «EGE Gazbeton», яка виробляє 2,5 млн. м³ на рік (30% ринку АГБ марки від D200 до D600). Якщо взяти до уваги, що населення

Туреччини складає 83 млн. чол., а обсяг виробництва АГБ 7 млн. м³ то відносні обсяги виробництва складуть 84 м³/тис. чол. рік.

У Румунії виробляється близько 2,5 млн. м³ АГБ газобетону в рік. Основним його виробником є компанія «CELSO», яка протягом більш ніж 45-років є традиційним національним лідером виробництва цього матеріалу. Компанія має річну виробничу потужність 500 тис. м³ АГБ в рік і займає більше 20% частки його ринку. З урахуванням того, що чисельність населення Румунії складає близько 19 млн. чол., а обсяг виробництва АГБ 2,5 млн. м³ на рік, то відносні обсяги виробництва АГБ становлять 131 м³/тис. чол. на рік.

Відносний обсяг виробництва АГБ в Чехії становить приблизно 100 тис. м³/чол. рік. У цій країні виробляється в останні роки щорічно близько 1 млн. м³ АГБ. Більше половини чеський ринок АГБ представлений продукцією компанії «Xella CZ». Торгова марка «Ytong» була офіційно зареєстрована ще в 1940 році і стала найбільш поширеним брендом транснаціонального концерну «Xella International». Згодом, до газобетонних блоків «Ytong» були додані вапняно-піщані блоки «Silka» і супер легкі теплоізоляційні плити «Ytong Multipor».

Обсяг ринку АГБ у Великобританії складає близько 2,9 млн. м³, там працює 10 газобетонних заводів. З урахуванням чисельності населення відносний обсяг виробництва АГБ склав тільки 43 м³/тис. чол. рік. Особливістю виробництва АГБ у Великобританії є те, що більшість заводів в якості кремнеземистого компонента використовують золу-винос. Через закриття електростанцій, які працюють на вугіллі, кількість свіжої золи, придатної для виробництва автоклавного газобетону, різко скоротилося. В технології буде використовуватися пісок або суміш піску і золи [5].

У численних вітчизняних наукових публікаціях, на вітчизняних сайтах російською мовою Німеччина представлена, як країна, де приблизно 40-60% і навіть більше житлових будинків в даний час будується з використанням АГБ. Але це зовсім не так. Згідно з офіційними даними в 2019 році в Німеччині було вироблено 3,4 млн. м³ АГБ. Якась частина газобетону може ввозитися з інших країн, але його перевезення на великі відстані економічно не вигідне.

При чисельності населення Німеччини 83 млн. чол. відносний обсяг виробництва АГБ становить тільки 40 м³/тис. чол., що в рази менше, ніж в Польщі, Румунії, Чехії та інших країнах. У розвинених європейських країнах переважає будівництво малоповерхових будинків. АГБ є універсальним матеріалом - з нього виготовляються стіни, перекриття, елементи підлог, кроквяні плити і навіть ступені сходових маршів.

Цілком очевидно, що має місце помилка «поспішного узагальнення» виробництва АГБ німецькими компаніями з будівництвом і використанням газобетону в самій Німеччині. Вітчизняні фахівці досить часто не досліджують досконально інформацію німецької статистики, оглядів, сайтів, а задовольняються інформацією з сайтів російською мовою, в які заздалегідь закладений додатковий рекламний ресурс для німецьких компаній-виробників обладнання для заводів АГБ.

Основними постачальниками імпортного обладнання на світовий у тому числі і на російський ринок є німецькі компанії «Wehrhahn» (23 лінії) і «Masa Henke» (11 ліній), в процентному вираженні: «Wehrhahn» (36%), «Masa-Henke» (18%), «WKB» (5%), «Hess» (9%), вітчизняні (19%) та інші (13%) [6].

У табл. 1 наведені дані Комітету з будівництва та логістики про переважно використані будівельні матеріали в федеральних землях Німеччини де (відображені узагальнені картографічні зображення ринкових часток стінових будівельних матеріалів з залізобетону, керамічних пустотних блоків, силікатної цегли, АГБ, легкого бетону / пемзи і дерева в нових житлових будинках протягом 2013-2019 років.

Таблиця 1 – Узагальнені дані ринкових часток стінових будівельних матеріалів в нових житлових будинках Німеччини протягом 2013 - 2019 років.

Рік	Залізобетон (Stahlbeton)	Цегла (Ziegel)	Силікатна цегла (Kalk-Sandstein)	Поробетон (Porenbeton)	Легкий бетон/пемза (Leichtbeton/Bims)	Деревина (Holz)
2013	12,4	32,5	20,0	16,2	3,7	11,5
2014	14,1	31,3	22,0	16,6	3,7	10,6
2015	14,5	30,7	22,5	15,1	3,3	10,8
2016	14,2	29,6	22,9	17,1	3,0	11,1
2017	14,5	30,0	22,8	16,5	3,1	11,3
2018	15,0	29,2	23,9	16,0	3,0	11,5
2019	15,6	28,7	24,3	15,5	2,9	11,9

Як видно з табл. 1 на будівельному ринку стінових будівельних матеріалів Німеччини автоклавному газобетону найбільшу конкуренцію складають енергоефективні керамічні блоки, силікатна цегла, дерев'яні сип-панелі.

Силікатна цегла - другий за частотою використання стіновий будівельний матеріал після керамічних блоків. Це популярний стіновий матеріалів в Німеччині, який цінується за відмінні звукоізоляційні властивості і високу міцність. Підвищення вимог до рівня теплового захисту огорожувальних конструкцій і енергетичної ефективності будівель в Німеччині призвело до деякого зниження використання АГБ або до необхідності влаштування 3-х чи 2-х шарової газобетонної стіни.

На світових і європейських ринках постійно йде боротьба за ринки збуту продукції. На прикладі Франції переконливо показано постійні зміни і поглинання компаній - виробників АГБ. В 70-ті роки минулого століття у Франції компанія «Сіпорекс» користувалася величезним успіхом у будівництві малоповерхових будинків. У 2003 році «Xella» придбала 2 компанії – «Ytong» і «Сіпорекс», які потім злилися. Потім тривалий час на французькому ринку працювали в основному дві компанії, які пропонували дуже схожі продукти: «Xella» зі своєю торговою маркою «Ytong» і компанія «Cellumat» (Challenger). У 2017 році «Xella» «поглинула» Cellumat. З сайту компанії «Xella» відомо, що вона працює більш ніж в 30 країнах світу з 7 тис. співробітників, володіє більш ніж 80 заводами. З 2007 року «Xella» працює в Росії виробляє АГБ під маркою «Ytong» на своєму заводі в місті Можайськ. Пріоритетним стратегічним напрямком розвитку потужних компаній, як відомо, є подальше зростання, експансія і вихід на нові ринки.

Виробництво газобетону в пострадянських республіках. Як відомо, в 1991 році в колишньому СРСР вироблялося близько 5,7 млн. м³ виробів з АГБ, в Росії - 1,65 млн. м³, Україні - 1,2 млн. м³, в Білорусі - 1,7 млн. м³, Казахстані більш 0,5 млн м³. Прибалтійські республіки вносили свій внесок в загальні обсяги виробництва АГБ. У 1989 році Латвія виробляли 258, Литва - 251 і Естонія 282 тис. м³ АГБ [7].

Всі пострадянські республіки, після економічного спаду перехідного періоду до ринкової економіки, істотно наростили обсяги виробництва АГБ. Росія, після Китаю, займає друге місце в світі за обсягами виробництва АГБ (13 млн. м³/рік). На початку 2019 року виробництво ЯГБ здійснювало 60 заводів. Встановлені потужності 68 виробників АГБ в РФ складають 17,42 млн. м³ [8]. Відносні обсяги виробництва АГБ становить 146 м³/тис. чол. на рік.

Через тривалість падіння економіки, яке продовжувалась 10 років, виробництво АГБ в Україні з 1991 по 2000 рік скоротилося в 12 разів і склало всього 100 тис. м³ в рік. Багато старих заводів були просто порізані на металобрухт, в тому числі через неконтрольований

імпорт газобетону і відсутність державної підтримки вітчизняних виробників. По мірі зростання економіки за рахунок іноземних та українських інвесторів були введені нові потужності, і обсяг виробництва АГБ станом на 2020 рік склав трохи більше 4 млн. м³. На рис. 2 наведено динаміку відносних обсягів споживання АГБ в Україні на тис. чол. на рік.

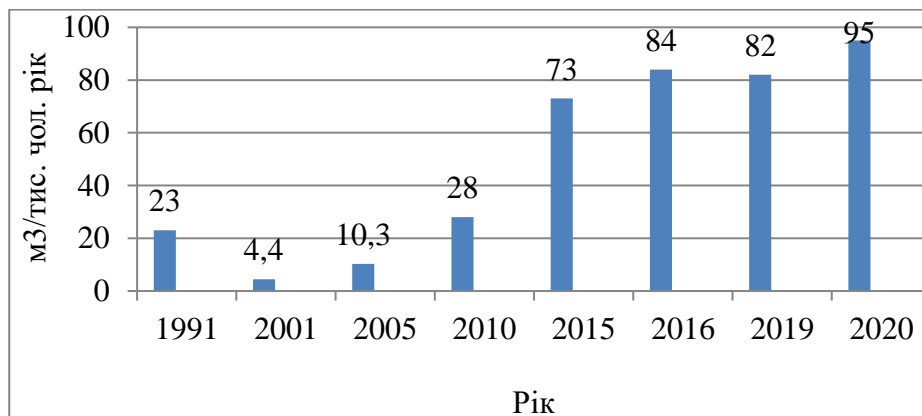


Рис. 2. Динаміка зростання відносних обсягів споживання АГБ в Україні.

За даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону його доля в структурі стінових матеріалів України в 2020 році склала 53%. Більше 50% газобетону виробляється в Київській області.

Республіка Білорусь не тільки зберегла свої виробничі потужності виробництва АГБ в період трансформації економіки 90-х років, але і наростила їх, що дозволило їй стати світовим лідером за показниками відносних обсягів виробництва цього матеріалу (340 м³/тис. чол. рік). У «рекордний» 2014 рік в республіці вироблялося 3,2 млн. м³, а це більше половини виробництва цього матеріалу колишнього СРСР. У 2016 році виробництво АГБ, за даними офіційної статистики, скоротилося в порівнянні з 2015 роком на 26,5%, що пов'язано з уповільненням обсягів будівництва. Тривалі роки Білорусь є експортером АГБ на ринки Росії, України, Литви і Латвії.

Більшість східноєвропейських країн вийшли на рівень відносних обсягів виробництва АГБ близько 100 м³/чол. на рік. У зв'язку з цим аналітики прогнозують торгові війни і посилення конкуренції на ринку АГБ.

В офіційному урядовому виданні України в 2020 році були враховані результати прийнятих антидемпінгових заходів - білоруські газосиликатні блоки при ввезенні в Україну будуть обкладатися митом у розмірі 34,19%.

Пострадянські азіатські республіки також стрімко нарощують виробництво АГБ. У цих країнах поки що не існує жорсткої боротьби за ринки збуту АГБ. Потенціал ринку в Казахстані тільки в житловому будівництві оцінюється в 5 млн. м³ газобетону. Виробничі потужності газобетону з урахуванням нових заводів перевищують 2 млн. м³ на рік. Частка імпортного газобетону з Росії, Китаю становить близько 10%. У Казахстані виробляється 115 м³/чол. рік.

В Азербайджані працює завод АГБ потужністю до 180 тис. м³ на рік. При будівництві заводу були використані передові технології німецької компанії «Wehrhahn».

На початку 2017 року Туркменістані почав працювати сучасний завод АГБ потужністю 500 м³ на добу німецької компанії «Wehrhahn». Інша туркменська приватна компанія «Укипли кярдешлер» оновила виробничу лінію АГБ потужністю 500 м³ на добу.

Популярність пористого бетону як і раніше поза конкуренцією, не дивлячись на деякі коливання обсягів його виробництва в останні 2-3 роки. У наступні роки обсяг його використання буде збільшуватися, особливо в країнах, в яких буде зростати економіка і

«відкладений попит» на будівництво нового житла, оскільки забезпеченість населення житлом в пострадянських країнах в рази нижче, ніж розвинених країнах ЄС.

Низька вартість, енергоефективність, екологічність, технологічність забезпечують переваги АГБ, як стіновому матеріалу. При цьому, стрімко зростають процеси урбанізації, якщо за прогнозами ООН до 2050 року 70% світового населення буде жити в урбанізованому середовищі, то на сьогодні, в Україні вже 69% населення міське. У кожній європейській країні позначилися компанії-лідери виробництва АГБ. Це стосується найбільш вагомої частки газобетону в загальному обсязі його виробництва і самих характеристик газобетону, що виробляється.

З сайтів провідних компаній-виробників газобетону європейських країн відомо, що в Румунії лідером виробництва АГБ є компанія «CELSO» (більше 20% ринку), щільність виробленого газобетону від D300 до D550.

У Польщі на компанію «SOLBET» припадає 30% ринку АГБ, щільність виробленого газобетону від D400 до D700.

На російську компанію «BONOLIT group» припадає понад 20% ринку АГБ, його щільність від D200 до D600.

В Україні компанія «Орієнтир-БУДЕЛЕМЕНТ» виробляє газобетон щільністю D400 - D500 (приблизно 30% ринку) і компанія «Аерок» (близько 28% ринку), щільність виробленого газобетону від D150 до D500. На рис. 3 приведені порівняльні показники структури автоклавного газобетону Росії і України станом на 2018 рік.

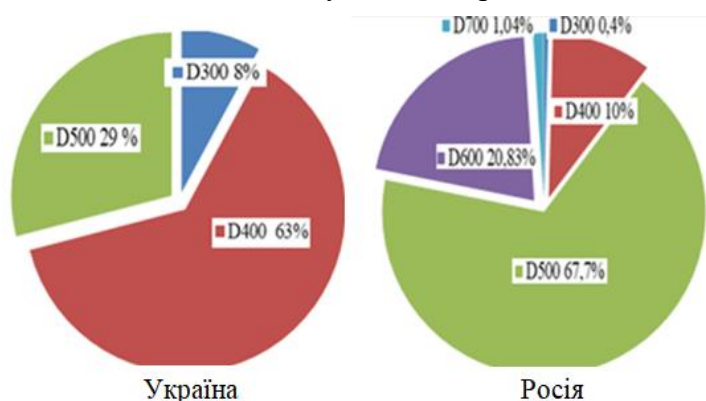


Рис. 3. Структура виробництва АГБ по щільності, 2018 рік

Наявність нових заводів з виробництва АГБ в Україні призвело до того, що газобетон щільністю 600 кг/м³, як «важкий», не виробляється на сучасних заводах. На відміну від російських заводів в Україні перевага віддається більш легкому АГБ.

Ще більш привабливим для виробників АГБ виглядає структура газобетону, що виробляється компанією «Аерок». Згідно з даними офіційної звітності по двом заводам за 2020 рік при загальній виробничій потужності технологічних ліній 1 млн. 150 тис м³ на рік вона виглядає наступним чином: D150 – 1%; D300 – 23%; D400 – 55% і D500 – 21%.

Інноваційні блоки щільністю 300 кг/м³ і міцністю на стиск не менше 2,5 МПа в Україні першою почала виробляти компанія «Аерок». Компанія постійно працює над оптимізацією складів АГБ. Для раціонального використання енергоємного в'язучого при виробництві АГБ на «Аерок» використовуються мінеральні пуцоланові і гідралічні добавки природного і техногенного походження, які забезпечують інтенсифікацію виробництва і підвищення якості продукції [9-10]. Заводи компанії оснащені найсучаснішим технологічним обладнанням, використовують якісні сировинні компоненти, а також реалізуються інноваційні технологічні рішення виробництва.

Можна припустити, що підвищення нормативних вимог до термічного опору огорожувальних конструкцій на 20% і внесення змін до ДБН, яке буде реалізовано в Україні в 2021 році вимагатиме влаштування 2-х або 3-х шарової стіни з газобетону різної щільності або інших комбінованих конструктивних рішень стін.

Світові тенденції АГБ постійно націлені на зменшення його густини та підвищення міцності. Через необхідність зниження викидів парникових газів в світі збільшується виробництво і застосування не тільки констукціонно-теплоізоляційного, але і теплоізоляційного газобетону щільністю 100-200 кг/м³. На сьогодні основними виробниками теплоізоляційного газобетону в Європі є компанія «Xella» Німеччина (D100), «Аерок» Україна (D150), «BONOLIT group» (D200) Росія, «EGE Gazbeton» Туреччина (D150 - D200).

Висновки. Європейським лідером виробництва АГБ є Росія, яка виробляє 13 млн. м³, в рік, на другому місці Туреччина - близько 7 млн. м³, Польща – більше 5 млн. м³ і 4 місце займає Україна з загальним обсягом виробництва понад 4 млн. м³ на рік.

Відносні обсяги виробництва АГБ України складають 95 м³/тис. чол. в рік, що можна вважати середньоєвропейським показником, але Україна значно поступається країнам-лідерам за показниками відносних обсягів виробництва (Польщі, Росії).

Питома вага АГБ в структурі стінових матеріалів в європейських країнах коливається приблизно від 12-16% до 40- 60%. Темпи його виробництва в світі будуть збільшуватися щорічно приблизно на 6-7%. Ринок АГБ до 2026 року досягне майже 20 млрд. дол. У колишніх пострадянських республіках почався газобетонний «бум». Частка АГБ в структурі стінових матеріалів становить 40-60%, в Україні станом на 2020 рік - 53%, в Білорусі - більш 90%.

Основною маркою по щільності виробленого АГБ в Україні є марка D400, що відповідає показникам кращих європейських виробників і свідчить про високий технологічний рівень сучасних заводів-виробників газобетону.

Конструкційно-теплоізоляційний автоклавний газобетон компанії «Аерок» щільністю 300 кг/м³, є найлегшим, в порівнянні з продукцією інших виробників сусідніх пострадянських країн, а теплоізоляційний газобетон щільністю 150 кг/м³ по щільності поступається тільки німецькому «Multipor» (D100) компанії «Xella», яка являється є найбільшим виробником АГБ в світі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Воробьев Х. С. Производство и применение изделий из ячеистого бетона за рубежом. *Строительные материалы*. 1974. №6. С. 35-38.
2. Горин В. М. Применение керамзитобетона в строительстве – путь к энерго - и ресурсоэффективности, безопасности зданий и сооружений. *Строительные материалы*. 2010. №8. С. 8-10.
3. Юфенг Су Производство и применение автоклавного газобетона в Китае. *Сборник докладов V НПК «Современный автоклавный газобетон»*. Пятигорск, 2019. С. 67-77.
4. *Рынок автоклавного аэрированного бетона (AAC) Research And Markets.com*. URL: <https://www.researchandmarkets.com/r/6fmucz>.
5. Фадж К. Применение автоклавного газобетона в Великобритании. *НПК «Современный автоклавный газобетон»*, Пятигорск. 2019. С. 78- 83.
6. Вишнеvский В. В., Гринфельд Г.И. Основные тенденции развития производства автоклавного газобетона в России. *Сборник докладов НПК*

REFERENCES:

1. Vorobev H. S. Proizvodstvo i primeneniye izdeliy iz yacheistogo betona za rubezhom. *Stroitelnyye materialy*. 1974. #6. S. 35-38.
2. Gorin V. M. Primeneniye keramzitobetona v stroitelstve – put k energo - i resursoeffektivnosti, bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy. *Stroitelnyye materialy*. 2010. #8. S. 8-10.
3. Yufeng Su Proizvodstvo i primeneniye avtoklavnogo gazobetonov v Kitae. *Sbornik dokladov V NPK «Sovremennyiy avtoklavnyiy gazobeton»*. Pyatigorsk, 2019. S. 67-77.
4. *Rynok avtoklavnogo aerirovannogo betona (AAC) Research And Markets.com*. URL: <https://www.researchandmarkets.com/r/6fmucz>.
5. Fadz K. Primeneniye avtoklavnogo gazobetona v Velikobritanii. *NPK «Sovremennyiy avtoklavnyiy gazobeton»*, Pyatigorsk. 2019. S. 78- 83.
6. Vishnevskiy V.V., Grinfeld G.I. Osnovnyie tendentsii razvitiya proizvodstva avtoklavnogo gazobetona v Rossii. *Sbornik dokladov NPK*

- «Современный автоклавный газобетон». Санкт-Петербург, 2015. С. 8-13.
7. Червяков Ю. Ячеистый бетон – эффективный стеновой материал. *Строительные материалы и изделия*. 2008. №6 (52). С. 35-36.
 8. Вишнеvский А. А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Текущее состояние рынка АГБ на 2019-2020 год. *Сборник докладов V НПК «Современный автоклавный газобетон»*, Пятигорск. 2019. С. 8-12.
 9. Рудченко Д. Г. Теоретические предпосылки использования комплексной активной минеральной добавки в технологии автоклавного газобетона. *Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2020. Т. 100. № 2. С. 201-209.
 10. Рудченко Д.Г., Дюжилова Н.О, Сердюк В.Р. Оцінка можливості застосування доменних гранулованих шлаків в технології виробництва автоклавного газобетону. *Вісник ОДАБА*. 2020. Вип. №79. С. 117-126.
7. Chervyakov Yu. Yacheistyiy beton – effektivnyiy stenovoy material. *Stroitelnyie materialy i izdeliya*. 2008. №6 (52). С. 35-36.
 8. Vishnevskiy A.A., Grinfeld G.I., Smirnova A.S. Tekushee sostoyanie ryinka AGB na 2019-2020 god. *Sbornik dokladov V NPK «Sovremennyiy avtoklavnyiy gazobeton»*, Pyatigorsk. 2019. С. 8- 12.
 9. Rudchenko D. G. Teoreticheskie predposylki ispolzovaniya kompleksnoy aktivnoy mineralnoy dobavki v tehnologii avtoklavnogo gazobetona. *ZbIrnik naukovih prats. Naukoviy vIsnik budIvnnitstva*. HarkIv: HNUBA, 2020. T. 100. № 2. С. 201-209.
 10. Rudchenko D.G., Dyuzhilova N.O, Serdyuk V.R. OtsInka mozhlivostI zastosuvannya domennih granulovanih shlakIv v tehnologIyi virobnitstva avtoklavnogo gazobetonu. *VIsnik ODABA*. 2020. Vip. №79. С. 117-126.

Serdyuk V.R., Rudchenko D.G. CURRENT TRENDS IN THE PRODUCTION OF AUTOCLAVE AERATED CONCRETE. The purpose of the article is to analyze the main trends in the production of autoclaved aerated concrete (AGB). The paper shows the main areas of application of aerated concrete and its products in the construction of low-rise housing. The data are presented, which reflect the relative volumes of aerated concrete production in m³ per thousand people. per year in some European countries. The results of the formation of the subsector of aerated concrete production in some CIS countries are presented. The structure of aerated concrete in terms of density and strength of the leading European companies-manufacturers AGB and some post-Soviet countries of the CIS is shown. The analysis of the structure of wall materials is given on the example of Germany. Along with the use of AGB, effective ceramics, silicate bricks and other wall materials are widely used. The experience of production of AGC by Aeroc, which produces in the post-Soviet space the lightest structural and heat-insulating aerated concrete with a density of 300 kg / m³ with a compressive strength of at least 2.5 MPa, is generalized. The main share of AGB wall blocks produced by this company corresponds to the density mark D400 and is 63%. The relative volume of AGB production in Ukraine is 92 m³ per thousand people. per year, which corresponds to approximately the average of European countries. Ukraine, according to the total production of AGB after Russia, Turkey and Poland ranks 4th in Europe.

Key words: autoclaved aerated concrete, production dynamics, comparison of production volumes, European companies, technology improvement.

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-103-1-243-249

УДК 691.322

Берестянська С.Ю., Галагура Є.І., Ковальов М.О., Кравців Л.Б.

Український державний університет залізничного транспорту

(пл. Фейєрбаха, 7, Харків, 610050, Україна; e-mail: s.berestyanskaya@gmail.com, evgeniygalagurya@gmail.com, kovalev_bmg@kart.edu.ua, kravtsiv_bmg@kart.edu.ua; orcid.org/0000-0002-4111-3138; orcid.org/0000-0002-3075-8651; orcid.org/0000-0003-2104-3061; orcid.org/0000-0003-4632-6148)

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ОПОРУ ФІБРОБЕТОННИХ ПРИЗМ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ТЕМПЕРАТУРНИЙ ВПЛИВ

У статті, на підставі аналізу літературних джерел, зроблено висновок про недостатню вивченість характеру руйнування фібробетону, який зазнає дію високих температур. Метою даної роботи є встановлення характеру руйнування фібробетону, який зазнав дію високих температур, та систематизація досліджень з метою спрощення розрахунків і приведення їх до загальноvизнаної методики шляхом введення відповідних коефіцієнтів. Зроблено планування експерименту, яке дозволило визначити кількість необхідних зразків для отримання адекватних результатів. Детально описано склад зразків, їх підготовка, та хід самих випробувань.