

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ У ВИРОБНИЦТВІ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

¹Вінницький національний технічний університет;

²ТОВ «Аерок»

Досліджено сучасний стан енергоспоживання будівельним сектором економіки країни. Показані екологічні наслідки викидів парникових газів, які утворюються під час виробництва основних енергоємних будівельних матеріалів. Зазначено, що зменшення втрат енергії на опалення будівлі за рахунок використання автоклавного газобетону низької густини відповідає існуючим тенденціям зменшення енергетичної залежності України та екологічним обмеженням, пов'язаним з викидами парникових газів.

Наведені дані та показано, що за аналогією з розвиненими країнами світу, в Україні зростає питома вага малоповерхового житла, яке потребує більше стінових матеріалів. Порівняльні дані відносних обсягів будівництва житла свідчать про відставання в 2,5—3 рази України від сусідніх країн.

Подана динаміка виробництва автоклавного газобетону як сучасного енергоефективного стінового матеріалу в Україні, Білорусії та РФ. В 2016 році питома вага автоклавного газобетону в структурі стінових матеріалів перевищила 50 %. Енергоємність виробництва автоклавного газобетону значно нижча енергоємності виробництва традиційних стінових матеріалів. Розкриті основні тенденції удосконалення якості та поліпшення експлуатаційних характеристик автоклавного газобетону на прикладі ТОВ «Аерок». Наведені дані енергоємності виробництва автоклавного газобетону низької густини. Через зростання нормативних вимог термічного опору до огорожувальних конструкцій традиційні стінові матеріали на сьогодні потребують додаткового утеплення.

Запропонована низка організаційно-технічних заходів щодо зменшення енергоємності виробництва цементу, як основного енергомісткого компонента автоклавного газобетону, та виробництва газобетону. Визначено основні підходи та рекомендації щодо зменшення енергетичної складової у виробництві автоклавного газобетону та цементу. Передбачено використання в технології виробництва автоклавного газобетону активних мінеральних добавок, спроможних замінити мінеральне в'язуче.

Ключові слова: автоклавний газобетон, експлуатаційні властивості, енергетична ефективність, теплопровідність.

Вступ

Складність економічної ситуації в будівельній галузі України полягає в тому, що давно назріла необхідність вирішення низки проблем, які мають негативний вплив на розвиток економіки країни в цілому. Йдеться про низку проблем, пов'язаних зі зменшенням енергоспоживання, викидів парникових газів, необхідності збільшення обсягів будівництва житла, утеплення застарілого житлового фонду тощо. Будівельний сектор споживає приблизно 40 % від усіх енергоносіїв, які використовуються в країні та створює 35...40 % шкідливих викидів в атмосферу, і без його модернізації складно суттєво покращити стан довкілля та позбутись енергетичної залежності.

Постійне зростання цін на енергоресурси мотивує споживача до раціонального їх використання. Тепловтрати в будинках приблизно розподілені таким чином: стіни — 30 %, вікна — 15...25 %, вентиляція — до 50 %, інші — 5,2 %. Підвищити енергоефективність будівель можна шляхом зменшення тепловтрат через зовнішню «оболонку» будівлі, позбутися «містків холоду», підвищити герметичність будівлі, збільшити коефіцієнт корисної дії систем опалення, ефективно використовувати накопичене в будівлях тепло шляхом його рекуперації та суттєво збільшити використання джерел відновлювальної енергії.

Введення в дію нових будівельних норм, які стосуються вимог термічного опору огорожувальних конструкцій [1], призвело до того, що товщина одношарових огорожувальних стін з традиційних стінових матеріалів (глиняна цегла, керамзитобетон, силікатна цегла) будівель через їх низькі теплофізичні властивості, збільшилась в рази та становить більше 2 метрів, стала технологічно не прийнятною і потребує обов'язкового утеплення.

Обґрунтування вибору теми досліджень

За даними Державної служби статистики України, енергоємність ВВП України у 2017 році становила 0,27 т.н.е./\$1 тис, тоді як в європейських країнах (Італія, Німеччина, Франція, Польща, Словаччина, Чехія) цей показник коливався у діапазоні 0,08...0,13 т.н.е./\$1 тис. за паритетом купівельної спроможності.

Не менш актуальною проблемою для України є необхідність збільшення обсягів будівництва житла, які в рази скоротились з рекордних показників в історії України 21,3 млн м² в 1987 році до антирекордних 5,5 млн. м² в 1993 році. Статистичні дані свідчать, що з початку 2000 років почалось поступове зростання обсягів будівництва житла, але майже 20 років поспіль цей показник тримається на рівні 8,6...10 млн. м² в рік. Надостовірнішою оцінкою стану будівництва житла, вважається відносний показник — м²/люд·рік, який коливається в межах 0,19...0,24 м²/люд·рік. В сусідніх Білорусії, РФ, Казахстані протягом того ж проміжку часу будується 0,5...0,7 м²/люд·рік, хоча за міжнародними стандартами необхідно будувати в середньому 1 м²/люд·рік, тоді попит і пропозиція житла будуть збалансованіші. Відсутність доступу до житла приводить до соціальної напруги в суспільстві, відтоку робочої сили, особливо молоді за межі країни.

Необхідність утеплення наявного житлового фонду викликана тим, що приведені витрати енергії на 1 м² житлової площі в Україні в 2,5—3 рази перевищують показники країн ЄС.

Будівництво, як фондоутворююча галузь, має пряме відношення до енергоспоживання і викидів парникових газів. За підрахунками МЕА, обсяг викидів CO₂ вугільними ТЕС світу становить 1,1 кг/(кВт·год), в ЄС — 0,868 кг/(кВт·год), а за усередненими даними на застарілих вітчизняних ТЕС до 1,4 кг на 1 кВт·год.

У доповіді «Глобальні тенденції 2030: альтернативні світи», ще в 2013 році зазначено, що основними джерелами конфліктів майбутнього експерти вважають енергоресурси, дефіцит питної води, а також розвиток високих технологій, за допомогою яких не тільки державні, а й недержавні суб'єкти можуть отримати доступ до ядерної зброї [2].

За даними [3], опублікованими 15 січня 2020 року, середні глобальні температури в 2019 році були на 1,71 градусів за Фаренгейтом (0,95 градусів за Цельсієм) вищими, ніж в середньому в 20-му столітті. Згідно з результатами досліджень НАСА і Національного управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA), за всю історію спостережень 2019 рік був другим найспекотнішим роком в історії людства. Кожне десятиліття, починаючи з 1960-х років, було тепліше, ніж попереднє, а минуле стало найтеплішим за всю історію.

Експерти неурядових європейських організацій (DARA Group і Climate Vulnerable Forum) зазначають, що якщо потепління відбуватиметься такими ж темпами, то до 2030 року воно обернеться скороченням річного світового ВВП на 3,2 %, а в найменш розвинених країнах збитки складуть до 11 % рівня ВВП. До 2100 року втрати світової економіки з названої причини можуть скласти 20 % від світового ВВП [4].

Зростання концентрації в атмосфері парникових газів, перш за все діоксиду вуглецю (CO₂), пояснюється виключно господарською діяльністю людини — спалюванням викопного палива. Найважливішою проблемою, до якої прикута увага людства, особливо в 2019 році, стало побиття чисельних рекордів підвищення температури та зміна клімату. Можливість зниження енергоспоживання і викидів парникових газів напряму пов'язана у тому числі з утриманням житлового фонду та виробництвом будівельних матеріалів (цемент, вапно, арматура та інші).

В колишніх республіках СРСР автоклавний газобетон на сьогодні посів перші позиції в структурі стінових матеріалів, а його частка, за даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону, ще в 2016 році перевищила 51 %, посунувши традиційні стінові матеріали (цегла глиняна повнотіла, силікатна цегла, керамзит, керамзитобетонні вироби). Через зростання нормативних вимог термічного опору до огорожуючих конструкцій традиційні стінові матеріали на сьогодні стали високоенергозатратними в процесі їх виробництва та не ефективними у процесі їх використання.

Сучасні підходи до оцінки екологічності та економічності виробництва та використання будь-якого будівельного матеріалу, разом з тим і автоклавного газобетону, диктують необхідність комплексної енергетичної його оцінки на всіх стадіях життєвого циклу: виробництво, транспортування та використання, експлуатація, рециклінг.

Мета роботи — дослідження проблем зменшення енергозатратності виробництва стінових матеріалів з автоклавного газобетону.

Сучасні тенденції виробництва автоклавного газобетону

Для виробництва газобетону використовуються енергоємні вапно та цемент, які випалюються відповідно за температури 1000 та 1500 °С. Під час виробництва 1 т цементу зазвичай утворюється 600...700 кг CO₂. Вважається, що усьому світі на виробництво цементу припадає близько 5 % техногенних CO₂ викидів. А за даними [5] кількість викидів у виробництві цементу коливається в діапазоні 0,54...0,83 т CO₂ на 1 т цементу.

Аналіз сучасного стану виробництва та використання автоклавного газобетону свідчить про те, що таких високих темпів зростання виробництва не мав жодний будівельний матеріал. Якщо в 1990 році колишній СРСР виробляв 6,6 млн м³, то в подальші роки Білорусія наростила обсяги виробництва до 3,2 млн м³. Ця країна стала світовим лідером з виробництва автоклавного газобетону на душу населення. РФ подвоїла обсяги виробництва всього СРСР і виробляє 12...13 млн м³ газобетону за наявності встановленої потужності 68 заводів 17,42 млн м³.

Обсяги виробництва автоклавного газобетону в Україні зросли з 0,1 млн м³ у 2000 році до 3,6 млн м³ в 2016 році (рис. 1), а виробничі потужності усіх підприємств галузі в 2019 році перевищили 4,5 млн м³.

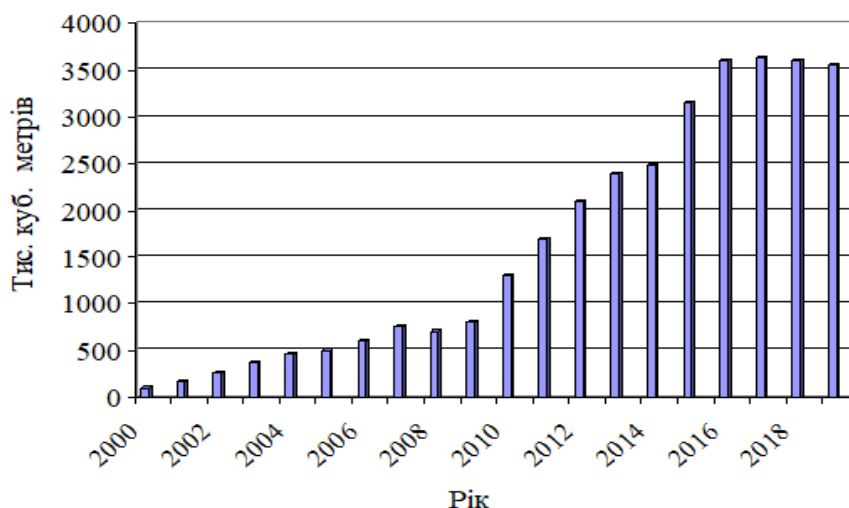


Рис. 1. Динаміка темпів зростання виробництва автоклавного газобетону

Як видно з рис. 1, після практичної руйнації галузі 90-х років з 2010 року обсяг виробництва автоклавного газобетону почав стрімко зростати до 2016—2017 років. Незначне зниження виробництва та використання автоклавного газобетону в подальші роки пов'язане зі змінами обсягів будівництва житла.

Так, за даними статистичних досліджень, з 2016 року обсяги будівництва житла почали скорочуватись, що відобразилось на виробництві та використанні газобетону. Якщо в 2016 році введено в експлуатацію 9367 тис. м², то в 2017 і 2018 роках, відповідно, 9217 і 8689 тис. м² загальної площі.

До 2007 року приблизно 300 тис. м³ автоклавного газобетону ввозилось в Україну з Турції, Польщі, Білорусії і близько 500 тис м³ вироблялось на застарілому вітчизняному обладнанні. Визначальну частку в прирості газобетону забезпечила компанія «Аерок», яка є дочірнім підприємством «Aeroc International» в Україні і помітним виробником цього матеріалу на пострадянському просторі.

Конструкційно-теплоізоляційний газобетон під маркою «AEROC» щільністю 300 кг/м³ має високу міцність і відноситься до класу C2. Стіна з газобетону завтовшки 300 мм і довжиною 1 метр має несучу здатність більше 15 тонн, чого достатньо для зведення 2- 3-поверхових будинків. Саме цей виробник газобетону першим на терені колишнього СРСР розпочав масштабне виробництво

газобетону марки D300 та першим налагодив виробництво теплоізоляційних газобетонних виробів густиною 150 кг/м^3 .

Стіна з газобетонних блоків D300 Aeroc 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 система «паз-гребінь», яка спрощує процес кладки та виконує функцію «теплого замка», що виключає промерзання стіни по вертикальному шву. Теплопровідність газобетону у сухому стані менше $0,08 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$, а в умовах експлуатації з урахуванням рівноважної вологості — $0,095 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$. Цей стіновий матеріал за екологічними характеристиками наближений до дерева. Блоки густиною D300 поширені в країнах ЄС.

В ТОВ «Аерок» постійно відслідковують світові передові досягнення у виробництві автоклавного газобетону, проводять власні дослідження щодо виробництва армованих газобетонних виробів, використання активних мінеральних добавок природного та техногенного походження, як альтернатива заміни високоенергомісткому цементу. При цьому задіяний власний науково-технічний потенціал та залучені кращі спеціалісти будівельної галузі.

На фоні зростання обсягів виробництва енергоефективних стінових блоків D300 (7 %), стінові блоки марки D600 в 2016—2017 роках «Аерок» практично не виробляв. Блоки марки D500 займають 50 % виробництва, а густиною D400 — 43 % виробництва.

Автоклавний газобетон особливої популярності набув в Білорусії, ще в 2000 році річний об'єм виробництва газобетону у цій країні становив $1,0 \text{ млн м}^3$, а максимальні обсяги виробництва припали на 2014 рік, коли був пройдений пік виробництва газобетону $3,2 \text{ млн м}^3$. Надлишки виробництва газобетону тривалий час ця країна експортує в РФ і Україну. В РФ газобетонні блоки D600 становлять 18...20 % виробництва, D500 — 70...72 %, D400 — 8...9 %, D300 — 0,6 % і навіть D700 — 0,8 % [6].

Теплопровідність газобетону зменшується пропорційно зменшенню його густини [7]. Коефіцієнт теплопровідності звичайної глиняної цегли в 7—8 раз більше ніж газобетону D300.

Частка малоповерхового житла в розвинених країнах Європи, США, Канади становить 75...80 % і аналогічні тенденції до зростання питомої ваги малоповерхового житла мають місце в Україні (63...68 %) та сусідніх країнах, тому газобетон марки D300 має достатню міцність (клас C1,5—C2) і знаходить масове використання в будівництві малоповерхового житла (1—2 поверхи), та у висотному будівництві для самонесучих стін. Газобетон D300 та D400 є більш пріоритетним у використанні в стінових конструкціях, ніж газобетон марки D500, і тим більше D600 чи D700. Знижуючи густину автоклавного газобетону з 600 кг/м^3 до 300 кг/м^3 , товщину стіни можна зменшити майже вдвічі, а витрати матеріалу в 4 рази. При цьому будуть скорочені витрати енергоємних складових на м^3 продукції — цементу та вапна, а це — зменшення енергетичної складової газобетону та викидів парникових газів.

Забезпечити економію матеріально-енергетичних ресурсів на стадії виробництва і, застосовуючи автоклавний газобетон в конструкціях будівель, за рахунок зростання пористості, можна регулюванням витрат газоутворювача [8]. Для зниження густини бетону на кожні $50...100 \text{ кг/м}^3$ необхідно збільшити його пористість на 3,5...4 %. При цьому, на кожний відсоток збільшення пористості міцність бетону знижується приблизно на 3...4 %. Дослідники в роботах [9]—[11] вважають, що значення міцності бетону знижуються зі зменшенням його щільності за законом, який характеризується степеневу функцією.

В порівнянні з іншими стіновими матеріалами, енергоємність виробництва автоклавного газобетону відносно низька. Чим нижче густина газобетону, тим нижчі питомі витрати енергозатрат на їх виробництво і тим вище теплотехнічні характеристики конструкцій, виготовлених з цього матеріалу. Зменшення густини автоклавного газобетону з D500—D600 до D400—D300 сприяє підвищенню термічного опору огорожувальної конструкції і зменшує матеріало- і енергоємність самого матеріалу. За даними [12], на стадії експлуатації автоклавний газобетон дозволяє знизити вартість фундаментів на 30 %, енерговитрати на опалення — до 35 %, транспортні витрати — до 30 %, вартість житла — до 20 %.

Реалізація заходів на стадії виробництва цементу та виробництва автоклавного газобетону сприяє вирішенню одночасно декількох енерго-екологічних проблем.

Відчутний енергоощадний ефект в процесі використання автоклавного газобетону може бути досягнутий не тільки на стадії виготовлення матеріалу, а й в процесі експлуатації будівлі та на стадії рециклінгу після завершення терміну служби будівлі. Після завершення строку експлуатації

газобетон повністю переробляється для повторного використання в складі сухих будівельних сумішей, газобетону тощо.

Узагальнені організаційно-технічні заходи щодо зменшення енергоємності виробництва автоклавного газобетону показані на рис. 2

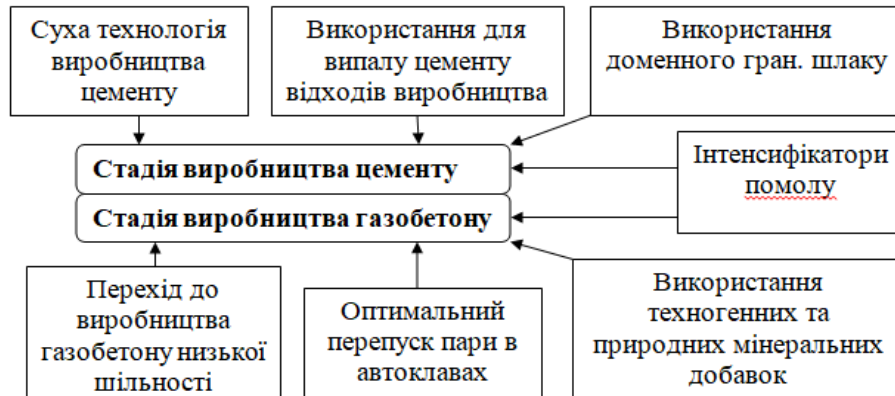


Рис. 2. Організаційно-технічні заходи зменшення енергоємності виробництва газобетону

За даними Української асоціації «Укрцемент» витрата палива на виробництво портландцементу становить: паливо — 123,5 кг у. п./т клінкеру за сухого способу і 226,2 кг у. п./т за вологого способу; електроенергії, відповідно, 121,6 і 105,9 кВт/год за сухого та вологого способів виробництва портландцементу.

Оскільки нормативний показник термічного опору стін ($R = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$) підвищений практично нещодавно — в 2016 році, то це свідчить про те, що профільне міністерство запізнюється за світовими тенденціями зростання нормативних вимог, спрямованих на енергозбереження в утриманні житлового фонду. Угода про асоціацію між Україною та ЄС Союзом заклала правову основу для подальших взаємин між Україною та ЄС. Договір Європейського Енергетичного співтовариства (ЕСТ), згідно з яким Україна стала учасником Договору та взяла на себе зобов'язання щодо виконання Директив Європейського Економічного Союзу з питань енергетики, енергозбереження та відновлювальних енергоресурсів. Директива 2012/27/EU з енергоефективності зобов'язує до досягнення мети — 20 % скорочення викидів CO_2 та скорочення енергоспоживання до 2020 року та вимагає, щоби з 31 грудня 2020 року всі нові будівлі будувалися за стандартом майже нульового споживання енергії.

Висновки

Стрімкі обсяги зростання автоклавного газобетону в Україні зумовлені його високими теплофізичними властивостями на відносно низькою енергоємністю виробництва в порівнянні з традиційними стіновими матеріалами

Зменшення втрат енергії через «оболонку» будівлі за рахунок використання автоклавного газобетону низької густини відповідає існуючим тенденціям економії енергетичних ресурсів та екологічним обмеженням, пов'язаним з викидами парникових газів та зміною клімату.

Узагальнювальною оцінкою виробництва автоклавного газобетону є його низька енергоємність виробництва та високі теплофізичні властивості на стадії експлуатації. Збільшення пористості газобетону зменшує матеріало- і енергоємність його виробництва, збільшує теплозахисні властивості, зменшує витрати теплової енергії під час експлуатації будинку та знижує навантаження на фундамент.

Скорочення витрат енергії в процесі виробництва автоклавного газобетону досягається шляхом використання активних мінеральних добавок природного та штучного походження на стадії виробництва газобетону та стадії виробництва самого в'язучого для газобетону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Мінрегіонбуд України, ДБН В.2.6-312016, *Теплова ізоляція будівель*. Київ, 2017. 37 с.
 [2] Е. С. Воронин, и др. «Мир в 2030 году: прогнозы американских экспертов (о докладе Национального разведывательного совета США «Глобальные тенденции 2030: альтернативные миры»),» *Аналитические доклады ИМИ*, вып. 3 (38). Москва, РФ: МГИМО-Университет, 2013, 36 с.

- [3] Гэвин Шмидт, НАСА ГИСС. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.latimes.com/environment> .
- [4] В. А. Корзун, *Зміни клімату: причини, прогнози, можливі наслідки для світової економіки*. Москва, РФ: ІСЕМВ РАН, 2012, 61 с.
- [5] M. Schnejder, "Technology developments in the cement industry," *Cement International*, № 1, pp. 2-12, 2015.
- [6] Г. И. Гринфельд, и А. А. Вишнеvский, «Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения. Производство автоклавного газобетона в России и вызовы его широкому применению,» в *матер. 10-й Международной науч.-практ. конф.* Минск, Могилев 29-31 мая 2018 г., с. 28-32.
- [7] Мінрегіонбуд України, ДСТУ Б В.2.7-45:2010 *Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови*. Київ, 2010.
- [8] В. Р. Сердюк, і Д. Г. Рудченко, «Алюмінієві газоутворювачі в технології виробництва ніздрюватого бетону,» *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, № 1 (18), с. 39-46, 2015.
- [9] С. Б. Беланович, Н. П. Сажнев, и С. Л. Галкин, «Неармированные ячеисто-бетонные изделия,» *Строительные материалы*, № 4, с. 77-82, 2013.
- [10] Е. И. Шмитько, А. А. Резанов, и А. А. Бедарев, «Мультипараметрическая оптимизация структуры ячеистого силикатного бетона,» *Инженерно-строительный журнал*, № 3, с. 15-23, 2013.
- [11] Е. И. Барановская, и А. А. Мечай, «Технология высокопрочного ячеистого бетона,» *Весь бетон*, № 3, с. 26-30, 2011.
- [12] Т. А. Ухова, и Л. И. Тарасова, «Ячеистый бетон – эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий,» *Строительные материалы. TECHNOLOGY*, № 11, с. 19-20, 2003.

Рекомендована кафедрою будівництва міського господарства та архітектури ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 3.03.2020

Сердюк Василь Романович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри будівництва міського господарства та архітектури, e-mail: modser@i.ua ;

Рудченко Дмитро Геннадійович — канд. техн. наук, генеральний директор ТОВ «Аерок»

V. R. Serdyuk¹
D. H. Rudchenko²

Ways to Reduce Energy and Environmental Components in the Production of Autoclave Air Concrete

¹Vinnitsia National Technical University;

² LLC "Aerok"

The state policy of energy efficiency in the construction sector of Ukraine is investigated. The environmental effects of greenhouse gas emissions from the production of major energy-intensive building materials are shown. Also, the problem of energy resources reduction for housing houses is analyzed. One of the most energy effective building materials is autoclaved aerated concrete. This material has the current trends of reduction of Ukraine's energy dependency and environmental restrictions related to greenhouse gas emissions.

In Ukraine, the share of low-rise housing by analogy with developed countries of the world is increased. This tendency requires more quantity of wall materials, which are characteristics of higher indicators of energy efficiency.

The dynamics of autoclave aerated concrete production, as a modern energy efficient wall material in Ukraine, Belarus and the Russian Federation are presented. The basic tendencies of quality improvement and operational characteristics improvement of autoclaved aerated concrete are revealed (example of LLC "Aerok").

The main approaches and recommendations for reducing the energy component in the production of autoclaved aerated concrete and cement are identified.

The data on the necessity of adaptation of the normative base of construction to the requirements of EU countries are given.

Keywords: autoclave aerated concrete, performance properties, energy efficiency, thermal conductivity.

Serdyuk Vasyl R. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Urban Development and Architecture, e-mail: modser@i.ua ;

Rudchenko Dmytro H. — Cand. Sc. (Eng.), General Director of LLC "Aerok"

Пути снижения энергетической и экологической составляющей при производстве автоклавного газобетона

¹Вінницький національний технічний університет;

²ООО «Аэрок»

Исследовано современное состояние энергопотребления строительным сектором экономики страны. Показаны экологические последствия выбросов парниковых газов, которые образуются при производстве основных энергоемких строительных материалов. Отмечено, что уменьшение потерь энергии на отопление здания за счет использования автоклавного газобетона низкой плотности соответствует существующим тенденциям уменьшения энергетической зависимости Украины и экологическим ограничениям, связанными с выбросами парниковых газов.

Приведены данные и показано, что также как в развитых странах мира, в Украине растет удельный вес малоэтажного жилья, которое требует больше стеновых материалов. Сравнительные данные относительных объемов строительства жилья свидетельствуют об отставании в 2,5—3 раза Украины от соседних стран.

Представлена динамика производства автоклавного газобетона как современного энергоэффективного стенового материала в Украине, Белоруссии и РФ. В 2016 году удельный вес автоклавного газобетона в структуре стеновых материалов превысил 50 %. Энергоемкость производства автоклавного газобетона значительно ниже, чем у производства традиционных стеновых материалов. Раскрыты основные тенденции повышения качества и улучшения эксплуатационных характеристик автоклавного газобетона на примере ООО «Аэрок». Приведены данные энергоемкости производства автоклавного газобетона низкой плотности. Из-за повышения нормативных требований термического сопротивления к ограждающим конструкциям традиционные стеновые материалы сегодня нуждаются в дополнительном утеплении.

Предложен ряд организационно-технических мероприятий по уменьшению энергоемкости производства цемента, как основного энергоемкого компонента автоклавного газобетона, и производства газобетона. Определены основные подходы и рекомендации по уменьшению энергетической составляющей в производстве автоклавного газобетона и цемента. Предусмотрено использование в технологии производства автоклавного газобетона активных минеральных добавок, которые способны заменить минеральное вяжущее.

Ключевые слова: автоклавный газобетон, эксплуатационные свойства, энергетическая эффективность, теплопроводность.

Сердюк Василий Романович — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры строительства городского хозяйства и архитектуры, e-mail: modser@i.ua ;

Рудченко Дмитрий Геннадиевич — канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Аэрок»