

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ РОЛІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В ЗЕЛЕНОМУ БУДІВНИЦТВІ**

*У статті показана актуальність впровадження «зелених» стандартів, спрямованих на зменшення споживання енергетичних ресурсів та покращення екології. Показані тенденції зростання температури через викиди спалювання вуглеводів, наведені порівняльні параметри звичайного і зеленого будівництва. Стверджується, що «зелене» будівництво має охоплювати всі етапи створення та існування будівлі: проектування, будівництво, експлуатація, демонтаж, рециклінг. На стадії створення, експлуатації будівлі має забезпечуватись високий рівень комфорту і безпеки, низьке споживанням енергії та ресурсів, а на завершальному етапі експлуатації будівлі всі будівельні матеріали мають бути перероблені і повторно використані. При цьому, надзвичайно важливу функцію виконує нормативна база в будівельній галузі, яка з великим запізненням оновлювалась (підвищувались нормативні вимоги) в Україні, в порівнянні з європейськими країнами.*

*Приведений огляд основних стінових матеріалів з позиції енергомісткості їх виробництва. Розкриті організаційно-технологічні можливості підвищення ролі автоклавного газобетону в будівництві та перспективи переходу виробництва газобетону низької щільності. Важлива роль відводиться зростанню обсягів виробництва автоклавного газобетону, як конструктивно-теплоізоляційного і теплоізоляційного матеріалу, що сприяє раціональному використанню енергетичних ресурсів в будівництві опосередковано приводить до зменшення викидів парникових газів. Приведені пріоритетні напрямки вдосконалення виробництва автоклавного газобетону, а саме: зменшення щільності газобетону з D600 до D400 і до D300 забезпечує отримання поліфункціонального ефекту, який складається із збільшення термічного опору одношарової газобетонної стіни до нормативних вимог ( $R \geq 3,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ ), зменшення маси стінової конструкції і навантаження на фундаменти, скорочення матеріаломісткості та зменшення на 22-30% витрат цементу і вапна. Перехід виробництва до низької щільності одночасно вирішує декілька важливих проблем, які пов'язані з економією енергетичних і матеріальних ресурсів, зменшенням викидів парникових газів та зниженням вартості самої будівлі.*

**Ключові слова:** енергозбереження, зелені стандарти, будівництво, парникові гази, автоклавний газобетон

**Вступ.** В умовах зростання обсягів спалювання вуглеводів виникають проблеми, пов'язані з зростанням викидів парникових газів. Високі затрати

енергоресурсів на утримання житлового фонду приводить до необхідності розглядати цю проблему в контексті енерго-екологічних та економічних складових, які супроводжують всі етапи існування будівлі.

З початком нафтової кризи 1973 року, коли арабські країни-члени ОПЕК обмежили експорт нафти, ціни на неї зросли майже в рази (з 3 до 14 дол. за барель). Європейські країни ще на початку 70-х років минулого століття стали утеплювати будинки, використовувати альтернативні джерела енергії для тепlopостачання та підвищили нормативні вимоги до термічного опору огорожувальних конструкцій будинків.

В той час, багатий на вуглеводи СРСР лише збільшив поставки нафти в Європу, але практично ніяк не відреагував на світову енергетичну кризу на внутрішньому ринку. Вартість природного газу для українських споживачів в той час становила приблизно 7% від світових цін.

Пізніше з'явилися такі терміни: «енергоефективний будинок»; «зелене будівництво»; «пасивний будинок». Добровільні «зелені» стандарти були націлені на збереження навколишнього природного середовища, сприяння здоров'ю населення, відсутності руйнації земельних, водних ресурсів, мінімізації витрат енергії та кількості шкідливих викидів в навколишнє середовище. В 1990-і роки були розроблені і введені в дію добровільні системи сертифікації «зелених» будівель. Найвідомішими вважаються:

1. LEED - керівництво з енергетичного і екологічного проектування (США);
2. BREEAM - метод екологічної експертизи (Великобританія);
3. DGNB - сертифікат стійкого будівництва (Німеччина).

На сьогодні країни світу беруть за основу відомі світові «зелені» стандарти США, Великобританії, Німеччини та адаптують їх до своїх умов і переводять в категорію національних будівельних норм і правил. Для рейтингової оцінки «зеленого» стандарту будівлі використовується бальна система. В критерії «зеленого» стандарту, наприклад BREEAM, включені: управління; здоров'я; енергія; транспорт; вода; матеріали; утилізація відходів; використання земельної ділянки; забруднення. За аналогічною схемою побудовані «зелені» стандарти інших країн, але чи не найбільша питома вага балів серед приведених критеріїв приходить саме на енергозбереження (18-35%).

Ефективним огорожувальним конструкціям (матеріалам) відводиться особлива роль, оскільки зменшення втрат тепла при експлуатації будівлі через її оболонку забезпечує скорочення витрат на паливо та зменшує кількість шкідливих викидів у тому числі і парникових газів.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Експлуатаційні властивості «зелених» будинків, у порівнянні з традиційними, вже давно доведені у всьому світі, їх ефект оцінюється скороченням в рази комунальних витрат. Використання сучасних рішень у сфері екологічного будівництва дозволяє підвищити інвестиційну привабливість будівельного об'єкта і заощадити на експлуатації такої будівлі [1].

Відомо що, будівлі споживають до 40% виробленої у світі енергії, 12% прісної води, відповідають за 40% глобальних викидів парникових газів та 40% сміття на звалищах. За підрахунками МЕА обсяг викидів CO<sub>2</sub> 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.

Величезна увага світової спільноти, науковців, виробничників, державних діячів і населення в цілому прикута до проблем, які стосуються енергозбереження, викидів парникових газів, зростання температури довкілля та її негативних наслідків і це стало особливо відчутними для України в 2019 році, коли було поновлена велика кількість кліматичних рекордів.

**Постановка проблеми.** На сьогодні будівельний сектор визначений, як ключовий сектор, без якого не можливо скоротити споживання вуглеводів та до 2050 року зменшити глобальні викиди CO<sub>2</sub> на заплановані 60% порівняно з 2012 роком.

За даними [2], опублікованими 15 січня 2020 року, середні глобальні температури в 2019 році були на 0,95 °C вище, 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.

Как видно з рис. 1 з 1880 року щорічна глобальна температура суші і океану за десятиліття зростала з середньою швидкістю +0,07 °C, а з 1981 року швидкість зростання температури зросла більше, ніж в два рази і становить (+ 0,18 °C).

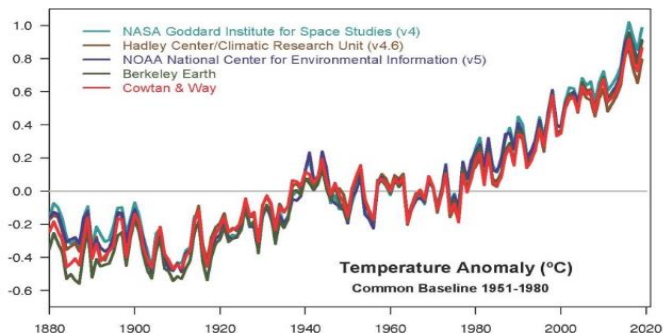


Рис. 1. Середньорічні зміни середньої глобальної температури Землі

Експерти неурядових європейських організацій (DARA group і Climate Vulnerable Forum) відзначають, що якщо потепління збереже свою швидкість, 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[3].

**Виклад основного матеріалу.** Країни-учасниці Паризької хартії, яка була прийнята 12 грудня 2015 року домовилися не допустити підвищення середньої температури на планеті до 2100 року більш ніж на 2 °C в порівнянні з до індустріальною епохою і в першу чергу, скоротити емісію CO<sub>2</sub>.

Нині «зелене» будівництво має охоплювати всі етапи створення та існування будівлі: проектування, будівництво, експлуатація, демонтаж, рециклінг. На стадії створення, експлуатації будівлі має забезпечуватись високий рівень комфорту і безпеки, низьке споживанням енергії та ресурсів, а на завершальному етапі

експлуатації будівлі всі будівельні матеріали мають бути перероблені і повторно використані.

Спалювання вуглеводів супроводжується викидами парникових газів в залежності від виду палива. До парникових газів антропогенного походження, які приводять до зміни клімату через парниковий ефект відносять: вуглекислий газ – CO<sub>2</sub>; метан - CH<sub>4</sub>; закис азоту – N<sub>2</sub>O; гідрофторуглероди – HFC; перфторуглероди – PFC; гексафторид сірки – SF<sub>6</sub>.

За даними [4], при використанні методу зеленого будівництва можна добитись економії природних і енергетичних ресурсів (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Порівняльні параметри звичайного і зеленого будівництва**

Звичайне традиційне будівництво споживає:	Зелене будівництво економить:
12% питьової води	30-50% енергії
39% первинної енергії	35% від всіх викидів вуглецю
40% серовини	40% води
48% викидів вуглецю	70% твердих відходів
70% від загальних потреб енергії	

Використання енергоефективних стінових і теплоізоляційних будівельних матеріалів забезпечує зменшення споживання енергії (читай зменшення викидів парникових газів). При цьому, надзвичайно важливу функцію виконує нормативна база в будівельній галузі, яка з великим запізненням оновлювалась (підвищувались нормативні вимоги) в Україні, в порівнянні з європейськими країнами.

Використання енергоефективних та екологічно чистих будівельних матеріалів забезпечує низьке енергозбереження та опосередковано і мінімізує викиди парникових газів. За підрахунками спеціалістів на душу населення в Україні припадає приблизно 9,45 тон викидів еквіваленту CO<sub>2</sub> на рік. Річні викиди на одну людину в США складають 19,78 млн. тон, в Німеччині – 10,40 млн. тон, в Росії – 12,00 млн. тон еквіваленту CO<sub>2</sub>.

Прийняття нових будівельних норм в Україні в 2016 році стосовно вимог термічного опору огорожувальних конструкцій будівлі[5], призвело до того, що товщина одношарових огорожувальних стін будівель з традиційних стінових матеріалів таких, як цегла глиняна повнотіла, керамзитобетон, силікатна цегла, через їх низькі теплофізичні властивостей, збільшилася в рази і стала неприйнятною, тому виникає потреба в додатковому утепленні стін. Додаткового утеплення потребує і раніше побудований житловий фонд.

На зміну традиційному високоенергомісткому високотеплопровідному керамзитобетону прийшов автоклавний газобетон, питома вага якого в структурі стінових матеріалах, за даними органів статистики, перевищила 51% ще в 2016 році. Обсяг виробництва газобетону з 2000 року по 2016 рік зріс в 36 раз. Автоклавний газобетон на сьогодні відіграє важливу роль в зменшенні енергоємності сучасного будівництва та покращенні екологічного стану довкілля оскільки його коефіцієнт теплопровідності в 4-6 раз нижче ніж в традиційної

цегли чи керамзитобетону, а також він характеризується значно меншою енергоемністю виробництва.

Використання звичайної повнотілої цегли в Україні зменшується і цю нішу заповнюють більш енергоефективні керамічні камені пустотністю 20-60%. Зменшення використання керамзиту і керамзитобетону пояснюється високою енергоемність його виробництва та відносно високим коефіцієнтом теплопровідності. Висока вартість керамзиту українських виробників змушує будівельників імпортувати його з Білорусії. Аналогічна ситуація відбувається і з експортом білоруського автоклавного газобетону в Україну.

В умовах планової економіки та дешевих цін на енергоносії при низьких вимогах до термічного опору огорожувальних конструкцій, крупнопанельний керамзитобетонний будинок за ціною, в середньому, був дешевше цегельного на 20-25%, а монолітного – на 15-20%. На сьогодні колись «енергоефективні» крупнопанельні будинки потребують додаткових затрат на утеплення.

Через високу енергомісткість виробництва керамзиту і низькі його теплофізичні властивості в Білорусії з побудованих в часи існування СРСР, заводів залишилось лише 2 заводи, в Україні – 4 заводи, і ті працюють не ритмічно. Обсяги виробництва керамзитового гравію в РФ скоротились в 11 раз[6].

На сьогодні, в структурі стінових матеріалів України домінує автоклавний газобетон. Він виготовляється густиною D500; D400; D300; D200 і D150. Виробництво та використання газобетону відповідає сучасним тенденціям і досвіду європейських країн (Німеччини, Польщі та ін.). За екологічними показниками цей матеріал наближений до деревини, використовується, як конструкційний, теплоізоляційний і найбільш затребуваний, як конструкційно-теплоізоляційний матеріал. Виробництво матеріалу густиною D600 і вище не завжди економічно недоцільно через високу його енергоемність.

При виробництві автоклавного газобетону використовуються енергоємні цемент та вапно, переважно цемент з добавкою вапна. Розрахунок викидів парникових газів при виробництві вапна, цементу може обраховуватись за простою формулою з врахуванням коефіцієнта викидів:

$$C = M \cdot K$$

де: C – маса викидів вуглекислого газу в результаті декарбонізації вапна, клінкеру, т;

M – річний обсяг виробництва вапна, клінкеру, тон;

K – коефіцієнт викидів вуглекислого газу на тону продукції, яка випалюється, тон/тон.

При випалюванні і отриманні 1 тони клінкеру буде викинуто в атмосферу 0,5071 тони вуглекислого газу ( $K = 0,5071$  тон/тон) за умови вмісту CaO в клінкері біля 65%. За даними різних джерел кількість викидів CO<sub>2</sub> при виробництві 1 тони цементу коливаються в діапазоні 0,54-0,83 тони [7].

Використання імпортного обладнання дозволило суттєво зменшити густину газобетону (витрати енергії на стадії виробництва) і зберегти фізико-механічні характеристики. В часи існування СРСР газобетонні стінові блоки мали щільність 550-620 кг/м<sup>3</sup>, на сьогодні, при збереженні показників міцності їх густина зменшилась до 400-300 кг/м<sup>3</sup>[8].

Для стінових конструкцій доцільно використовувати марки газобетону не нижче D300 та класом за міцністю на стиск не менше C1,5. Така міцність є прийнятною для будівництва малоповерхових будинків (1-3 поверхи) та мурування самонесучих стін висотних будинків.

На рис. 2 приведені пріоритетні напрямки вдосконалення виробництва автоклавного газобетону. Зменшення щільності газобетону з D600 до D400 і до D300 забезпечує отримання поліфункціонального ефекту, який складається із збільшення термічного опору одношарової газобетонної стіни до нормативних вимог ( $R \geq 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ ), зменшення маси стінової конструкції і навантаження на фундаменти, скорочення матеріаломісткості та зменшення на 22-30% витрат цементу і вапна.

Похідною зменшення густини матеріалу є економія енергетичних ресурсів та скорочення викидів парникових газів на стадії виробництва автоклавного газобетону.

Відповідно до звіту MEA, виробництво цементу приводить до створення приблизно 5% всіх антропогенних світових викидів CO<sub>2</sub> [9]. Саме тому, використання природних і техногенних мінеральних добавок являється відомим технологічним інструментом, який забезпечує економію мінерального в'язучого.

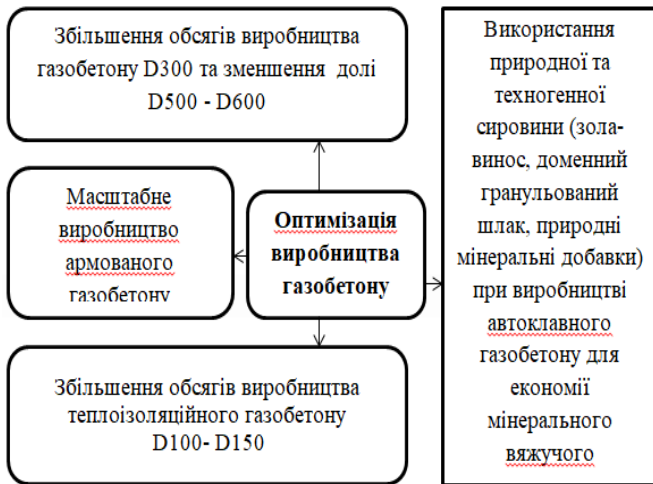


Рис. 2. Організаційно-технологічні рішення щодо зменшення енергоємності та екологічності виробництва автоклавного газобетону

Компанія «AEROC» в 2012 році першою на пострадянському просторі вийшла на масштабне виробництво газобетонних стінових блоків густиною D300 з класом міцності бетону C2,0 та першою налаштувала виробництво газобетону D150, який являється ефективним мінеральним екологічним утеплювачем.

Автоклавний газобетону D150, є найбільш прийнятним мінеральним утеплювачем за ціною та екологічними показниками для внутрішнього утеплення будинків, які мають історичну цінність, виходять на фасади головних вулиць і не можуть бути утеплювачись зовні.

В звіті, який щорічно публікує Всесвітній економічний форумом, «Доповідь про індекс ефективності глобальної енергетичної системи», зазначено, що в 2017 році за співвідношенням витрат на імпорт енергоносіїв і ВВП Україна посіла 122 місце серед 127 країн, а за витратами енергії на одиницю ВВП – 119 місце. Якщо врахувати, що на погашення державного боргу у бюджеті 2020 року передбачено 423,6 млрд. грн, або майже його третину, то за таких умов продовження практики отримання кредитів МВФ, без кардинального скорочення енергоспоживання, лише відсуває дефолт і гальмує розвиток економіки.

В сучасних геополітичних умовах залежності України від імпортованих енергетичних ресурсів величезне навантаження лягає на утримання існуючого житлового фонду, оскільки на 1м<sup>2</sup> житлової площі витрачається в 2,5-3 рази більше енергії ніж в європейських країнах. Таким чином, існуючий житловий фонд давно потребує негайного утеплення. За даними Держенергоефективності для утеплення необхідно понад 800 млрд грн. Розмір цих коштів є співрозмірним з 80% дохідної частини Держбюджету-2020.

З великим запізненням на засіданні Уряду 29 січня 2020 року схвалене розпорядження і передбачені заходи, які спрямовані на стимулювання упродовж 2020-2030 років забудовників та власників будівель до переходу на будівництво нових та реконструкцію існуючих будівель з дотриманням високих стандартів з енергоефективності і наближенням до нульового споживання енергії будинком (НСЕБ).

На першому етапі протягом 2020-2025 роки передбачається створення нормативно-правової бази, визначення цілей, щодо збільшення кількості таких будівель. На другому етапі 2025-2030 роки має відбутись перехід до обов'язкового дотримання стандартів НСЕБ щодо об'єктів будівництва та будівель, у яких здійснюється реконструкція. В реалізації концепції будівництва НСЕБ важлива роль буде відводитись використанню саме автоклавного газобетону.

Популярні в Канаді, США, Скандинавських країнах енергоефективні малоповерхові будинки, які побудовані з використанням каркасно-панельної технології, не знаходять масового поширення в Україні. Зведені будинки з використанням SIP-панелей, мають високий рівень енергозбереження, та низьку вартість в порівнянні з будинками з інших матеріалів. SIP-панелі являють собою тришарову конструкцію, яка складається з 2-х шарів деревно-стружкової плити (OSB) та шару пінополістиролу.

При виборі будівельного матеріалу важливу роль відіграє ментальність нації. Українці в минулому будували не великі масивні будинки з використанням глини, солом, деревини, глиняної цегли, які характеризуються великими теплоізолюючими властивостями, тому зовнішня стіна будинку з SIP-панелі товщиною 14-18 см не сприймається, як стіна будівлі.

Порівняльні параметри звичайного і зеленого будівництва свідчать про актуальність і необхідність розвитку зеленого будівництва. В якості стінових матеріалів, крім автоклавного газобетону, певну нішу в майбутньому займе

ефективна кераміка, інші природні екологічно чисті перероблені матеріали (солома, очерет, торф) та мало енергоємні матеріали штучного походження. При цьому увага має звертатись і на можливість рециклінгу будівельних матеріалів після завершення терміну експлуатації будівлі.

**Висновки.** Енергоємність ВВП України являється однією з найбільших в світі. Будівельний сектор економіки споживає до 40% від всіх енергетичних ресурсів країни і приводить до великих викидів парникових газів.

Прискорення зростання температури Землі за рахунок збільшення викидів парникових газів приводить до зміни клімату несе потенційну небезпеку для всього людства.

Перехід до зеленого будівництва відповідає вимогам сьогодення, особливо в умовах залежності України від імпортованих енергетичних ресурсів та надмірних перевитрат енергії, у тому числі, в утриманні існуючого житлового фонду. На 1м<sup>2</sup> житлової площі витрачається в 2,5-3 рази більше енергії ніж в європейських країнах.

В собівартості будівельної продукції 50-60% приходиться на будівельні матеріали та виробі. Раціональне використання енергетичних ресурсів в будівництві опосередковано приводить до зменшення викидів парникових газів.

Важлива роль відводиться зростанню обсягів виробництва основного стінового матеріалу – автоклавного газобетону, як конструктивно-теплоізоляційного і теплоізоляційного матеріалу. Перехід його виробництва до низької щільності одночасно вирішує декілька важливих проблем, які пов'язані з економією енергетичних і матеріальних ресурсів, зменшенням викидів парникових газів та зниженням вартості самої будівлі.

### ***Список літератури:***

1. Купчикова Н. В., Чумакова А. В. Рейтинговая оценка устойчивости среды обитания жилого комплекса по системе «зеленое строительство» // Перспективы развития строительного комплекса. 2014. С. 345–350.
2. (НАСА ГИСС / Гэвин Шмидт) <https://www.latimes.com/environment>.
3. Корзун В.А. Изменения климата: причины, прогнозы, возможные последствия для мировой экономики. – М.: ИМЭМО РАН, 2012. – 61 с.
4. Горшков А. С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению электропотребления зданий / А. С. Горшков // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 1. – С. 9–13.
5. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. - Київ, Мінрегіонбуд України. – 2017. – 37 с.
6. Горин В.М. Применение керамзитобетона в строительстве - путь к энерго - и ресурсоэффективности, безопасности зданий и сооружений / Строительные материалы. 2010. №8. – С. 8–10.
7. Schnejder M. Technology developments in the cement industry. Cement International. 2015. №1. – P.2–12.
8. Сердюк В.Р., Рудченко Д.Г., Августович Б.І. Особливості конструкції стіни з використанням «здорових бетонів»/ Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2015. № 1. – С. 33–38



9. Дуров В. В. Охрана атмосферного воздуха в цементной промышленности // Цемент и его применение. – 1998. – № 6. – С. 2–3.

10. Шпакова Г.В., Литвиненко О.В. Утилізація і переробка відходів будівництва: проблеми і перспективи // Містобудування та територіальне планування. Наук.-техн. збірник. Вип. 41. – К.: Міносвіти України, КНУБА. – 2011. – С.468–474.

11. Шпакова Г.В. Шляхи і можливість переробки будівельних відходів в Україні // Будівельне виробництво. Міжвідомчий наук.-техн. журнал. – К.: НДІБВ Держбуду України, №54/2012. – С.22–26.

### References

1. Kupchykova, N. V., Chumakova, A. V. (2014) Reitynhovaia otsenka ustoichyvosti sredy obytaniya zhyloho kompleksa po systeme «zelenoe stroitelstvo». *Perspektyvy razvytiya stroitelnoho kompleksa*. 345–350.

2. Nevin, Shmydt (2019) NASA HYSS. URL: <https://www.latimes.com/environment>.

3. Korzun, V.A. (2012) Yzmeneniya klymata: prychny, prohnozy, vozmozhnye posledstviya dlia myrovoi ekonomyky. M.: YMЭMO RAN.

4. Horshkov, A. S. (2010) Enerhoefektyvnost v stroitelstve: voprosy normirovaniya y mery po snyzheniyu elektropotrebleniya zdanyi. *Ynzhenerno-stroitelnyi zhurnal*. 1. 9–13.

5. DBN V.2.6-31:2016. Teplova izoliatsiia budivel. (2017). Kyiv, Minrehionbud Ukrainy.

6. Horyn, V.M. (2010) Prymeneniye keramzytobetona v stroitelstve - put k enerho - y resursoefektyvnosti, bezopasnosti zdanyi y sooruzheniy. *Stroitelnye materyaly*. 8. 8–10.

7. Schnejder M. (2015) Technology developments in the cement industry. *Cement International*. 1. 2–12.

8. Serdiuk, V.R., Rudchenko, D.H. & Avhustovych B.I. (2015) Osoblyvosti konstruktssii stiny z vykorystanniam nizdriuvatykh betoniv. *Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktssii v budivnytstvi*. 1. 33–38

9. Durov, V. V. (1998) Okhrana atmosfernoho vozdukha v tsementnoi promyshlennosti. *Tsement y eho pryomeniye*. 6. 2–3.

10. Shpakova, H. V., Lytvynenko, O. V. (2011) Utylizatsiia i pererobka vidkhodiv budivnytstva: problemy i perspektyvy. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*. 41. 468–474.

11. Shpakova, H. V. (2012) Shliakhy i mozhlyvist pererobky budivelnykh vidkhodiv v Ukraini. *Budivelne vyrobnytstvo*. 54. 22–26.

**В.Р. Сердюк, Д.Г. Рудченко**

**Актуальность повышения роли строительных материалов в зеленом строительстве**

*В статье показана актуальность внедрения «зеленых» стандартов, направленных на уменьшение потребления энергетических ресурсов и улучшение экологии. Показаны тенденции роста температуры из-за выбросов сжигания углеводов, приведены сравнительные параметры обычного и зеленого*

строительства. Утверждается, что «зеленое» строительство должно охватывать все этапы создания и существования здания: проектирование, строительство, эксплуатация, демонтаж, рециклинг. На стадии создания, эксплуатации здания должно обеспечиваться высокий уровень комфорта и безопасности, низкое энергопотребление и ресурсов, а на завершающем этапе эксплуатации здания все строительные материалы должны быть переработаны и повторно использованы. При этом, чрезвычайно важную функцию выполняет нормативная база в строительной отрасли, которая с большим опозданием обновлялась (повышались нормативные требования) в Украине, по сравнению с европейскими странами.

Приведен обзор основных стеновых материалов с позиции энергоемкости их производства. Раскрыты организационно-технологические возможности повышения роли автоклавного газобетона в строительстве и перспективы перехода производства газобетона низкой плотности. Важная роль отводится росту объемов производства автоклавного газобетона, как конструктивно-теплоизоляционного и теплоизоляционного материала, способствует рациональному использованию энергетических ресурсов в строительстве опосредованно приводит к уменьшению выбросов парниковых газов. Приведены приоритетные направления совершенствования производства автоклавного газобетона, а именно: уменьшение плотности газобетона с D600 к D400 и к D300 обеспечивает получение полифункционального эффекта, который состоит из увеличения термического сопротивления однослойной газобетонной стены с нормативными требованиями ( $R \geq 3,3 \text{ м}^2 \text{ C/Вт}$ ), уменьшение массы стеновой конструкции и нагрузки на фундаменты, сокращение материалоемкости и уменьшение на 22-30% расхода цемента и извести. Переход производства к низкой плотности одновременно решает несколько важных проблем, связанных с экологией энергетических и материальных ресурсов, уменьшением выбросов парниковых газов и снижением стоимости самого здания.

**Ключевые слова:** *энергосбережение, зеленые стандарты, строительство, парниковые газы, автоклавный газобетон*

**V. Serdyuk, D. Rudchenko**

### ***The relevance of increasing the role of building materials in green construction***

*The article shows the relevance of the implementation of "green" standards aimed at reducing energy consumption and improving the environment. The trends of temperature rise due to carbohydrate combustion emissions are shown, comparative parameters of conventional and green construction are given. It is argued that "green" construction should cover all stages of building and existence of a building: design, construction, operation, dismantling, recycling. A high level of comfort and safety, a low energy and resource consumption must be ensured at the construction stage, and at the final stage of the building operation all building materials must be recycled and reused. At the same time, an extremely important function is fulfilled by the regulatory framework in the construction industry, which has been updated with great delay (regulatory requirements) in Ukraine, compared with European countries.*

*The review of the main wall materials from the point of view of energy intensity of their production is given. The organizational and technological possibilities of*

*increasing the role of autoclave aerated concrete in construction and the prospects of transition of low density aerated concrete production are revealed. An important role is played by the increase in the production of autoclave aerated concrete as a structural and thermal insulation and thermal insulation material, which contributes to the rational use of energy resources in construction indirectly leading to a reduction of greenhouse gas emissions. The priority directions for improving the production of autoclaved aerated concrete are given, namely: reducing the density of aerated concrete from D600 to D400 and to D300 provides a multifunctional effect, which consists of increasing the thermal resistance of a single-layer aerated concrete wall to the regulatory requirements ( $R \geq 3,3 \text{ m}^2 \cdot ^\circ \text{C/Nt}$ ), reducing the weight of the wall structure and load on the foundations, reducing material consumption and reducing by 22-30% the cost of cement and lime. Moving production to low density simultaneously solves several important issues related to energy and material savings, reduced greenhouse gas emissions and the cost of the building itself.*

**Keywords:** *energy saving, green standards, construction, greenhouse gases, autoclaved aerated concrete*

### ***Посилання на статтю***

**АРА:** Serdyuk, V & Rudchenko, D. (2019). Aktualnist pidvyshchennia roli budivelnnykh materialiv v zelenomu budivnytstvi. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn.* 41. 119–129.

**ДСТУ:** Сердюк В. Р. Актуальність підвищення ролі будівельних матеріалів в зеленому будівництві [Текст] / В.Р. Сердюк, Д.Г. Рудченко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2019. – № 41. – С.119–129.