

УДК 624.012.8

О.Б. Носач, к.т.н.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ЦЕГЛЯНИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Розглянуто проблеми раціонального вибору економічно ефективних цегляних несучих огороджувальних конструкцій. Виконано техніко-економічне порівняння найбільш розповсюджених типів таких конструкцій, надано рекомендації для проектувальників.

Ключові слова: цегла, цегляна кладка, несуча огороджувальна цегляна конструкція, ефективність цегляних конструкцій.

УДК 624.012.8

О.Б. Носач, к.т.н.

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ КАМЕННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрены проблемы рационального выбора экономически эффективных кирпичных несущих ограждающих конструкций. Выполнено технико-экономическое сравнение наиболее распространенных типов таких конструкций, предоставлены рекомендации для проектировщиков.

Ключевые слова: кирпич, кирпичная кладка, несущая ограждающая каменная конструкция, эффективность каменных конструкций.

UDC 624.012.8

O.B. Nosach, PhD

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

FEASIBILITY COMPARISON OF MASONRY FENCING STRUCTURES

The problems of rational choice of cost-effective load-bearing stone walling. Feasibility comparison of the most common types of designs, to provide guidance for designers.

Keywords: brick, masonry, stone bearing wall construction, the effectiveness of masonry structures.

Вступ. Житлове будівництво досить часто використовує безкаркасну конструктивну схему з несучими цегляними стінами. Теплотехнічні характеристики зовнішніх стін відповідно до вимог [0] можуть бути витримані тільки за рахунок використання багатошарових конструкцій. Техніко-економічне порівняння найбільш розповсюджених типів цегляних зовнішніх стін дозволить виділити оптимальні варіанти, що у свою чергу сприятиме зниженню трудомісткості зведення та собівартості конструкцій і є актуальним завданням.

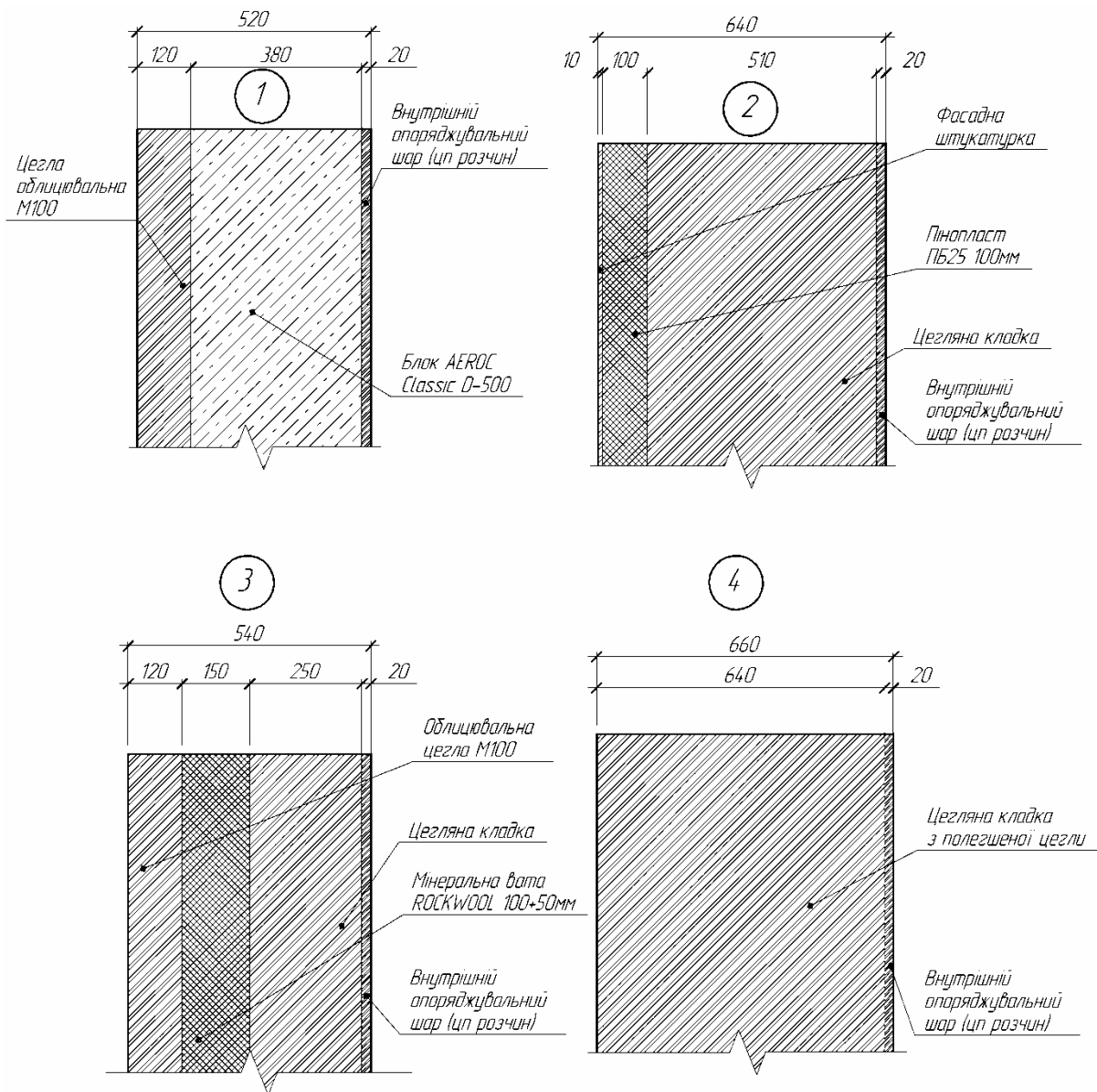
Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Цегляні багатошарові огорожувальні конструкції знаходяться в умовах позацентрового стиску через особливості схеми опирання міжповерхового перекриття та конструкції самої стіни. Дослідження цегляних конструкцій, виконані останнім часом, стосувалися здебільшого питань міцності кладки на стиск [0], опору кладки при місцевій дії навантаження в місцях спирання перекриття [0], стійкості окремих шарів багатошарової кладки на гнучких в'язях [0], використанню кладочних розчинів низьких марок [0]. У зв'язку з масштабною реконструкцією існуючих будівель виконувалися дослідження, спрямовані на поліпшення теплотехнічних [0] та міцнісних характеристик [0] огорожувальних конструкцій. Результати цих досліджень достатньо апробовані та акумульовані в нормативних документах [0, 0] і навчально-довідковій літературі [0].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. При проектуванні нових будівель та реконструкції існуючих досить часто тип огорожувальної конструкції обирається, виходячи суто з технологічних, теплотехнічних або конструктивних характеристик. При цьому залишаються поза увагою економічні аспекти обраних конструкцій, не приділяється належна увага оцінюванню ефективності капіталовкладень у будівництво або реконструкцію.

Постановка завдання. Необхідно запропонувати спосіб комплексного оцінювання огорожувальних конструкцій за несучою здатністю, собівартістю та теплотехнічними характеристиками й оцінити найбільш розповсюджені в будівництві конструкції зовнішніх стін із цегли та штучних каменів з метою визначення найбільш ефективних.

Основний матеріал і результати. Для техніко-економічного аналізу було обрано чотири типи широко застосовуваних у будівництві цегляних огорожувальних конструкцій (рис. 1):

- перший варіант – цегла облицювальна М100 в сполученні з газоблоком АЕРОС щільністю D500;
- другий варіант – зовніше утеплення пінополістирольними плитами ПБ25 по цегляній кладці (цегла звичайна М100);
- третій варіант – облицювальна цегла М100, внутрішній утеплювач – мінеральна вата ROCKWOOL, звичайна цегла М100;
- четвертий варіант – суцільна цегляна кладка з полегшеної цегли М100.



**Рис. 1 – Типи цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій:
 варіант 1 (цегла М100+газоблок D500);
 варіант 2 (пінопласти ПБ25+цегла М100);
 варіант 3 (цегла М100+мінвата+цегла М100);
 варіант 4 – одношарова кладка з полегшеної цегли М100**

Для чотирьох типів конструкцій стін було виконано теплотехнічний розрахунок для кліматичних умов Полтавської обл. [0] згідно з вимогами [0], обрано товщину утеплювача та законструювано поперечний переріз стіни (див. рис.1). У табл. 1 наведено теплотехнічні характеристики остаточно прийнятого перерізу. Слід зазначити, що варіант 4 (із полегшеною керамічною цеглою) належить до одношарових конструкцій і, як видно з таблиці 1, не задовольняє теплотехнічні вимоги норм [0].

Для кожного з варіантів було визначено несучу здатність 1 п.м зовнішньої стіни відповідно рекомендацій [0], власну вагу 1 м^2 огорожувальної конструкції згідно з нормами [0]. За допомогою програмного комплексу АВК 5 було визначено витрати матеріалів, трудовитрати, витрати машинного часу. Ціни на ресурси прийняті станом на 01.09.2013 за середньоринковими м. Полтава. Було обчислено загальну кошторисну вартість зведення кожного з варіантів конструкції стіни в розрахунку на 10 м^2 площі зовнішньої огорожувальної конструкції. Підсумкові результати зведено в табл.1.

Для оцінювання ефективності конструкції за несучою здатністю було обчислено конструктивний коефіцієнт (відношення несучої здатності конструкції до її власної ваги), коефіцієнт економічної ефективності за несучою здатністю (грн/ 1 кН на 1 мп. стіни), коефіцієнт економічної ефективності за теплотехнічними характеристиками (грн/ 1 $\text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$). Отримані результати відображені в таблиці 1.

За даними було проведено техніко-економічне порівняння варіантів. Відповідні графіки наведені на рис. 2–6. Варіант 4 з полегшеної цегли наведено тільки для зіставлення, оскільки він не задовольняє сучасні вимоги із теплозахисту будівель, але часто зустрічається в існуючих будівлях.

За результатами аналізу графіків можна стверджувати, що варіант 1 має найбільше значення конструктивного коефіцієнта, тобто забезпечує найбільшу несучу здатність при найменшій масі 1 м^2 стінової конструкції. Це пояснюється тим, що такий варіант є єдиним серед розглянутих, де утеплювач має не тільки теплоізоляційні функції, а й виступає елементом конструкції. Варіанти 2 і 3 мають близькі показники й поступаються варіанту 1 в 1,72 та 1,69 рази відповідно.

При порівнянні трудовитрат на зведення 10 м^2 стінової конструкції з'ясовано, що найбільшу трудомісткість має варіант 2 (утеплювач – пінопласт), найменшу – варіант 1. Варіант 3 з мінераловатним утеплювачем займає проміжне положення між ними. Цей факт пояснюється великим розміром кладочних елементів варіанта 1 і їх невеликою масою порівняно з цеглою аналогічного розміру.

При порівнянні варіантів за кошторисною вартістю зведення варіант 1 поступається тільки варіанту 4. Найбільшу вартість має варіант 2 (в 1,46 разу дорожче варіанта 1 та в 1,41 разу дорожче варіанта 3).

При порівнянні коефіцієнтів економічної ефективності за тепловим захистом (рис. 5) і несучою здатністю (рис. 6) спостерігається схоже співвідношення між варіантами 1–3. Варіант 1 забезпечує краще співвідношення в обох випадках, варіант 2 – найгірше. Варіант 3 займає проміжне положення.

Таблиця 1. Техніко-економічне порівняння конструкцій зовнішніх стін

Показники \ Варіант	1	2	3	4
1. Кількість цегли на 10 м ² огорожувальної конструкції, шт.	520	1938	2080	2432
2. Кількість кладочного розчину на 10 м ² огорожувальної конструкції, м ³	0,728	1,224	1,352	1,536
3. Кількість зовнішнього опоряджувального розчину на 10 м ²	0	0,2	0	0
4. Товщина утеплювача, мм	375	100	150	0
5. Кількість внутрішнього опоряджувального розчину на 10 м ² , м ³	0,1	0,151	0,151	0,151
6. Загальна товщина огорожувальної конструкції, мм	520	640	540	660
7. Розрахунковий опір теплопередачі R, м ² *К/Вт	3,54	3,79	3,86	1,76
8. Теплова інерція конструкції D	9,78	10	8,58	14,7
9. Вага 1м ² огорожувальної конструкції G, кН	5,21	11,54	8,74	12,51
10. Несуча здатність 1мп. стіни N, кН	596	765	591	960
11. Конструктивний коефіцієнт N/G	114,42	66,28	67,66	76,71
12. Трудовитрати на зведення 10 м ² T _{люд} , люд-год	60	101	78	74
13. Витрати машин на зведення 10 м ² C _{маш} , грн	341,23	270,54	308,56	350,81
14. Загальна кошторисна вартість зведення 10 м ² C _{заг} , грн	7928	11601	8226	6224
15. Коефіцієнт економічної ефективності за теплостійкістю C _{заг} /R	2239,55	3060,95	2131,09	3536,36
16. Коефіцієнт економічної ефективності за несучою здатністю C _{заг} /N	13,30	15,16	13,92	6,48

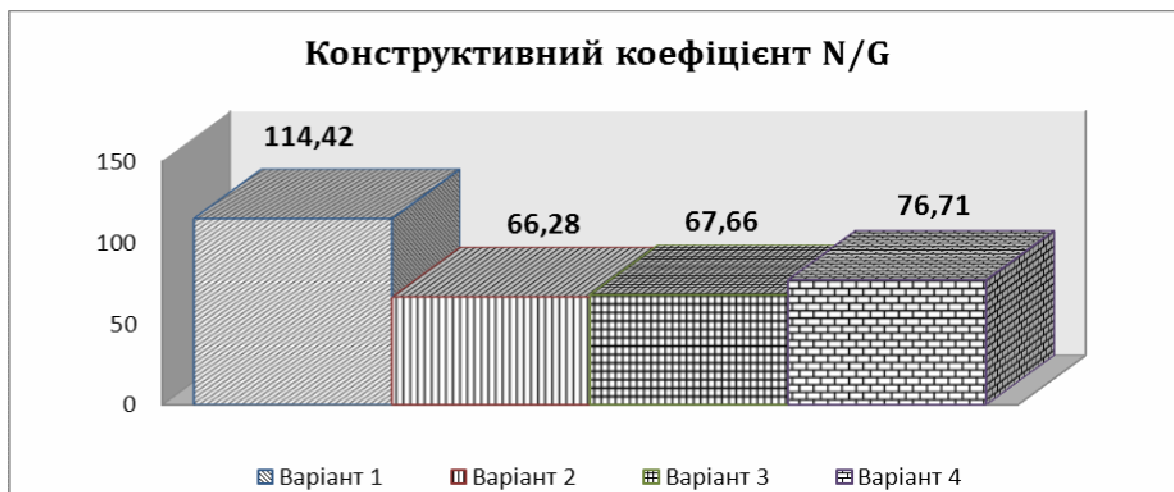


Рис. 2. Порівняння цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за конструктивним коефіцієнтом (більше – краще)

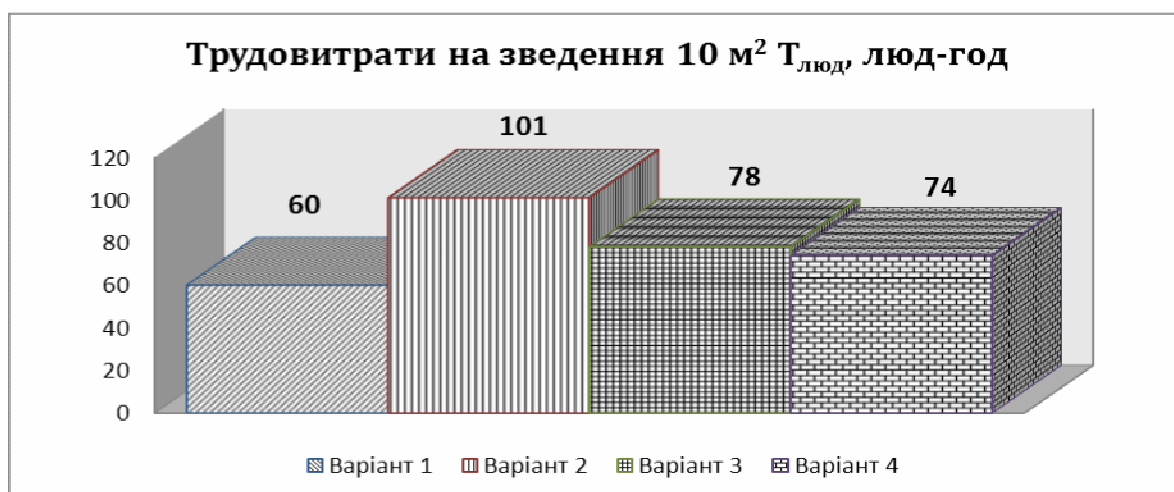


Рис. 3. Порівняння цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за трудомісткістю спорудження (менше – краще)

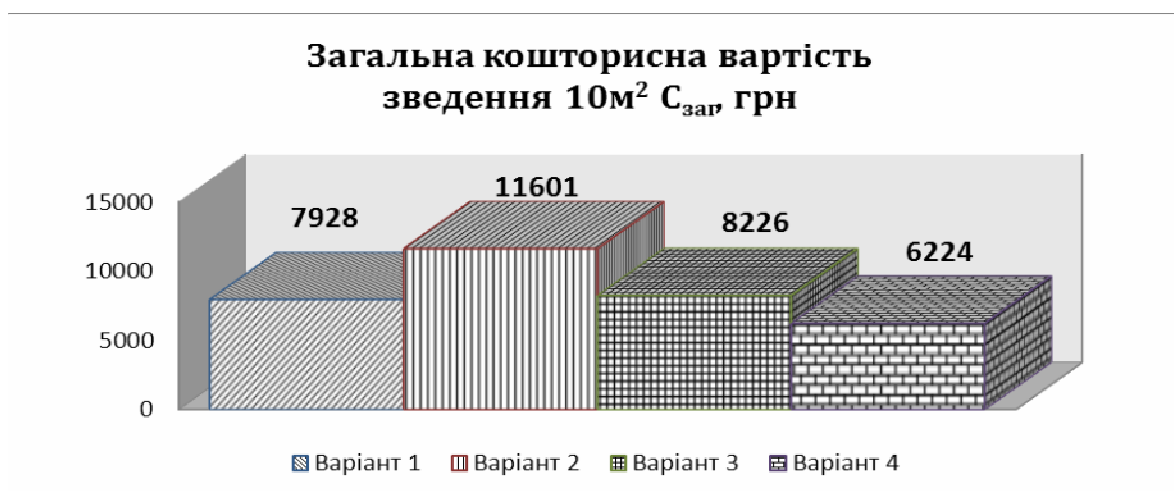


Рис. 4. Порівняння цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за вартістю зведення (менше – краще)

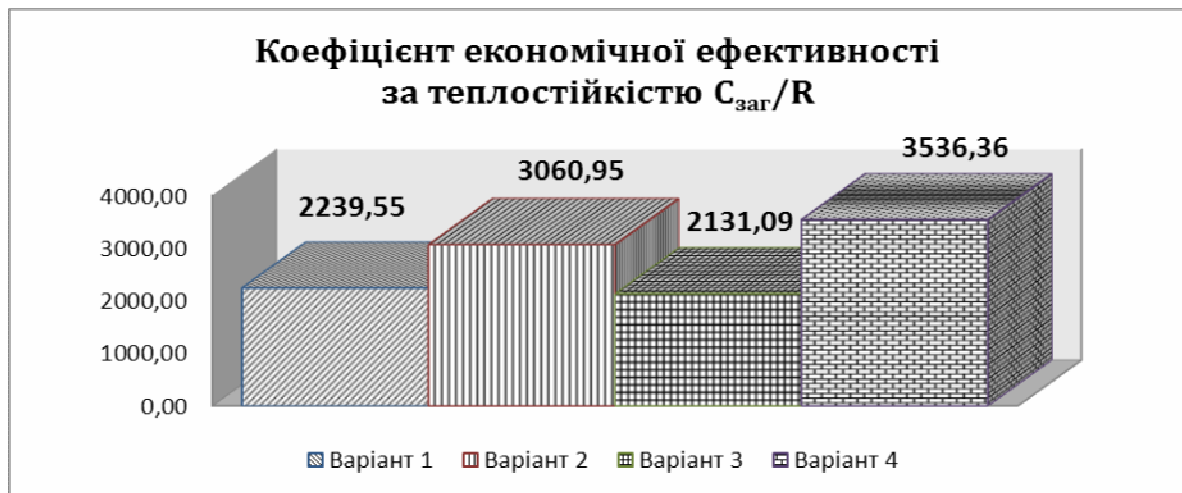


Рис.5. Порівняння економічної ефективності цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за теплостійкістю (менше – краще)

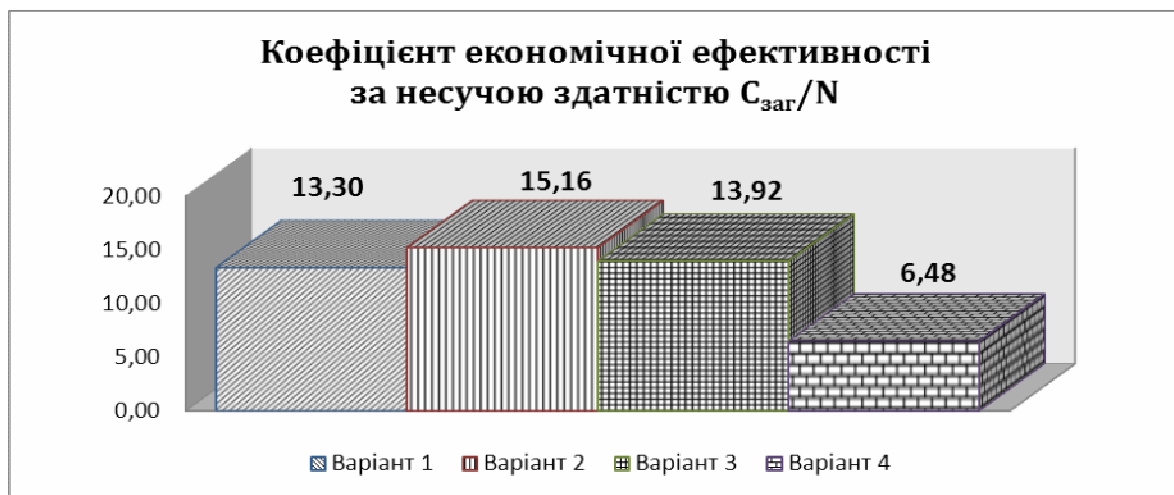


Рис. 6. Порівняння економічної ефективності цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за несучою здатністю (менше – краще)

Висновки:

1. Проведено техніко-економічне порівняння основних типів цегляних зовнішніх огорожувальних конструкцій за конструктивним коефіцієнтом, коефіцієнтами економічної ефективності за теплозахистом і несучою здатністю.

2. Найбільш доцільним за собівартістю зведення, витратами праці та несучою здатністю за результатами порівняння є варіант 1 із газоблоками АЕРОС які утеплювач.

3. Зовнішнє утеплення пінополістирольними плитами не може бути рекомендоване для нового будівництва через високу кошторисну вартість і трудомісткість та повинно застосовуватися тільки при реконструкції будівель і споруд.

4. Необхідно розробити рекомендації для проектування конструкцій, що суміщають конструктивний цегляний шар і несучий утеплювач, виконати відповідні експериментально-теоретичні дослідження з метою більш широкого їх застосування в сучасному будівництві. Особливу увагу при проектуванні теплотехнічного захисту слід звернути на тепловологісний режим таких конструкцій.

Література

1. ДБН В.2.6 – 31:2006. Теплова ізоляція будівель. – К. : МІНБУД України. – 2006. – 66 с.
2. Міцність цегляної кладки на стиск/ Довженко О.О., Пінчук Н.М., Акіменко І.В. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Вип. 23. – Рівне: НУВГП, – 2012.– С.217 – 225.
3. Шаповал С.Л. Міцність цегляної кладки при дії зосередженого місцевого навантаження /С.Л.Шаповал //Бетон и железобетон в Украине.– 2004.– № 3. – С. 9 – 11.
4. Вахненко П.Ф. Багатошарова цегляна стінка з гнучкими в'язями / П.Ф. Вахненко, Р.А. Міщенко // Зб. наук. праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. держ. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка. – 2000. – Вип. 6. – С. 107 – 111.
5. Compressive strength of brick masonry made with weak mortars / Pedersen, Erik Steen; Hansen, Klavs Feilberg // Masonry International. – 2013. – V.25, № 3. – P. 63 – 70.
6. Звіт про науково-дослідну роботу «Дослідження та розробка принципових технічних рішень модернізації конструктивних елементів та інженерних систем житлових будинків 1960–1995 років забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження рівня споживання енергоресурсів будівель житлового фонду». – К. : Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», 2012. – 189 с.
7. Білоус І.О. Методика досліджень кам'яної кладки, підсиленої цегляною обіймою / І.О. Білоус // Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво. – Вип. 11. – Полтава: ПДТУ, – 2002. – С. 163 – 170.
8. ДБН В.2.6 – 162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. – К. : Мінрегіонбуд. – 2011. – 98 с.
9. Eurocode 6: Design of masonry structures – Part 1-1: Common rules for reinforced and unreinforced masonry structures. – 136 p.
10. Ochsendorf, J. and Block, P. Designing unreinforced masonry, Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures, Chapter 8, by E. Allen and W. Zalewski (Eds.), John Wiley and Sons, 2009. – 640 p.
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ, 2011. – 123 с.
12. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – Київ: МІНБУД України, 2006. – 75 с.

Надійшла до редакції 17.10.2013

© О.Б. Носач