



THE THIRD INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONGRESS OF SCIENTISTS OF EUROPE

**as part of the III International Scientific Forum of Scientists "East - West"
(Austria - Russia - Kazakhstan - Canada - Ukraine - Czech Republic)**

11th January 2019

Vienna, Austria

2019

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОСОБІВ УТЕПЛЕННЯ ЦОКОЛЬНИХ ТА ПІДВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ

ПАХОЛЮК О.А.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії

Луцький національний технічний університет

м. Луцьк, Україна

ОСТАШУК Н.О.

студент групи БДН - 41 (ПЦБ)

Луцький національний технічний університет

м. Луцьк, Україна

Середнє питоме споживання теплової енергії будівель в Україні в 2 рази вище ніж у країнах Європейського Союзу та становить близько 175 кВт•год/(м²•рік), аналогічний показник країн Європейського Союзу знаходиться на рівні 86 кВт•год/(м²•рік) [1].

Через незабезпеченість енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47 %, 12 % тепла втрачається через зношеність мереж, 5 % – через застаріле обладнання котелень. На думку експертів Європейсько-українського енергетичного агентства, за допомогою тепломодернізації та капітального ремонту в будинках можна зменшити щорічне споживання і втрати енергії на 10–25 %. При цьому в цілому по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75 % [2].

Втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні має такий розподіл [1]:

зовнішні стіни – 40 % (потенціал економії – 70 %);

вікна, двері – 25 % (потенціал економії – 50 %);

вентиляція – 15 % (потенціал економії – 65 %);

гаряча вода – 10 % (потенціал економії – 30 %);

дах, підлога – 8 % (потенціал економії – 50 %);

трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал економії – 35 %).

З огляду на дані, основне споживання енергоносіїв в житловому секторі пов'язане з опаленням будинку з причини теплових втрат через вікна, стіни, дах, підлогу та за рахунок вентиляції. До економії витрат ресурсів і зниження тепловтрат, у першу чергу слід віднести енергозбереження у споживачів, в системах тепlopостачання, опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Вирішення цих заходів пов'язане з проведенням термомодернізації будинків через утеплення зовнішніх стін, горищ, дахів тощо, а також заміну на більш енергоефективні вікон і дверей; збільшення корисного використання енергії за рахунок застосування рекуператорів, терморегуляторів, теплових насосів та інших новітніх енергозберігаючих технологій. Впровадження заходів з термомодернізації буде сприяти збільшенню строку служби будівель житлового сектору області [1].

Згідно з [3] термомодернізація будівель – це комплекс робіт, спрямованих як на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель (утеплення стін, заміна вікон), так і показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та отже забезпечення енергетичної ефективності будівель в цілому. Отже, термомодернізація включає в себе обов'язкові заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем, а саме встановлення сучасних теплових пунктів з погодозалежною автоматикою, реконструкція систем опалення з можливістю поквартирного обліку теплової енергії тощо. Лише такий комплексний підхід дозволить зменшити енергоспоживання будинку, що підтверджується результатами, які отримані в [4], де відзначено, що навіть ті будинки, які були утеплені, особливо не відрізняються за рівнем енергоспоживання від тих, які є неутепленими.

Згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», норми якого встановлюють вимоги до показників енергоефективності та

теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будівель і споруд під час їх проектування та будівництва і порядку їх оцінювання з метою забезпечення раціонального використання ресурсів на опалення, охолодження та гаряче водопостачання, забезпечення санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівель; застосовують при проектуванні будівель, що опалюються, кондиціонуються та охолоджуються, при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті, термомодернізації при складанні енергетичного паспорта та оцінюванні енергетичних показників при визначенні витрат паливно-енергетичних ресурсів для опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення будівель, .

- При проектуванні теплоізоляційної оболонки будівлі на основі багатошарових конструкцій необхідно розташовувати з внутрішньої сторони конструкцій шари з матеріалів, що мають більш високу теплопровідність, теплоємність та опір паропроникненню;
- Шари з теплоізоляційних матеріалів слід розташовувати з зовнішньої сторони несучої частини стін;
- Огорожувальні конструкції, що контактують з ґрунтом, необхідно захищати від ґрунтової вологи горизонтальною гідроізоляцією, а в підземній частині – вертикальною гідроізоляцією.

Згідно з п. 4.10 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» зовнішні заглиблені стінові конструкції, що контактують з ґрунтом, у будівлях без підвалу необхідно утеплювати теплоізоляційними матеріалами на глибину 0,5 м нижче поверхні ґрунту, у будівлях з підвалом - на глибину 1,0 м нижче поверхні ґрунту. Товщину теплоізоляційного матеріалу визначають за умови забезпечення вимоги (6) ДБН В.2.6-31 для огорожувальних конструкцій опалюваних приміщень, але не менше ніж 50 мм.

$$T_{B_{\min}} > T_{\min},$$

де $T_{v_{min}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

T_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень повинно бути не менше, ніж температура точки роси T_r за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення будівлі.

Попередні дослідження показали, що навіть при проведенні термомодернізації будівель питанням утеплення стін цокольних чи підвальних приміщень часто нехтують або зменшують необхідну товщину утеплювача.

Класична схема утеплення стіни підвалу передбачає значний обсяг земляних робіт, пов'язаних із вийманням ґрунту, зворотною засипкою і рекультивацією. Виконання таких робіт на необхідну глибину не завжди є технічно можливим і завжди є матеріально затратним. Ті ж операції при зведенні нової будівлі введені в загальний цикл і збільшують тривалість лише на виконання безпосередньо кріплення утеплювача, гідроізоляції та механічного захисту утеплювача.

Для здешевлення робіт, а часом єдино технічно можливим варіантом є утеплення стіни не на повну глибину із вкладанням утеплювача під мощення. Перевіримо також варіант, який об'єднує два попередніх.

Задачею дослідження буде порівняти ефективність таких систем утеплення.

Для порівняння буде також виконано моделювання неутеплених конструкцій.

Методика експерименту

Для моделювання вибрана класична стіна з повнотілої керамічної цегли товщиною 510 мм із внутрішньою штукатуркою складним розчином (пісок,

вапно, цемент) товщиною 20 мм. Залізобетонна порожниста плита перекриття обпирається на фундамент з бетонних блоків. Низ плити знаходиться на відмітці – 0.320, рівень ґрунту – на відмітці – 0.720.

Стіна утеплена базальтоволокнистою плитою товщиною 150 мм і покрита захисним та оздоблювальним шаром.

Фундамент утеплений екструдованим пінополістиролом мінімально допустимої товщини 50 мм, який також покритий захисним та оздоблювальним шаром.

У розрахунковій моделі застосовані певні спрощення конструкції.

Розрахункова температура зовнішнього середовища -22°C , всередині приміщення $+20^{\circ}\text{C}$, у підвалі $+10^{\circ}\text{C}$.

Моделювання проводилось у програмі THERM.

Результати

Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» у приміщеннях з нормальним вологісним режимом при температурі нижче $+12^{\circ}\text{C}$ вологість повітря повинна знаходитись у межах $60\% \leq \phi \leq 75\%$. При температурі повітря $+10^{\circ}\text{C}$ температура Тр точки роси буде знаходитись в межах $+2,6^{\circ}\text{C} \dots +5,8^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1. Температура зовнішньої та внутрішньої поверхонь стін підвалу

Точки заміру	Зразок 1		Зразок 2		Зразок 3	
	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
1	5,2	10,2	4,5	9,9	5,5	10,3
2	5,2	8,7	2,0	8,0	6,4	9,0
3	6,0	8,8	3,0	8,2	6,7	9,0
4	8,1	9,3	8,0	9,2	8,3	9,4
5	9,0	9,6	9,0	9,6	9,1	9,6

Результат експерименту: температурні ізолінії



Рис. 1. Температурні ізолінії

Результат експерименту: температурні ізополя

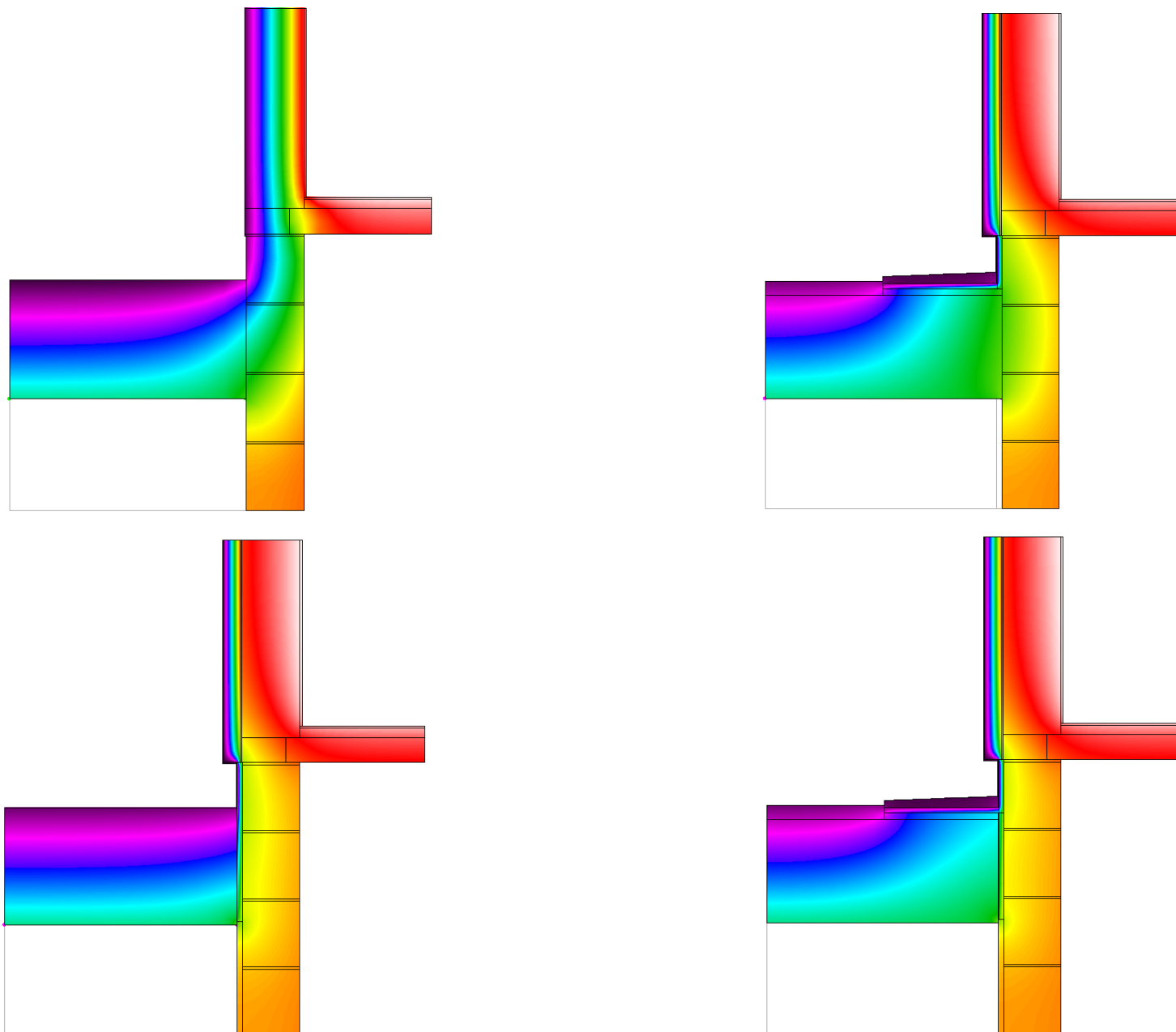


Рис. 2. Температурні ізополя

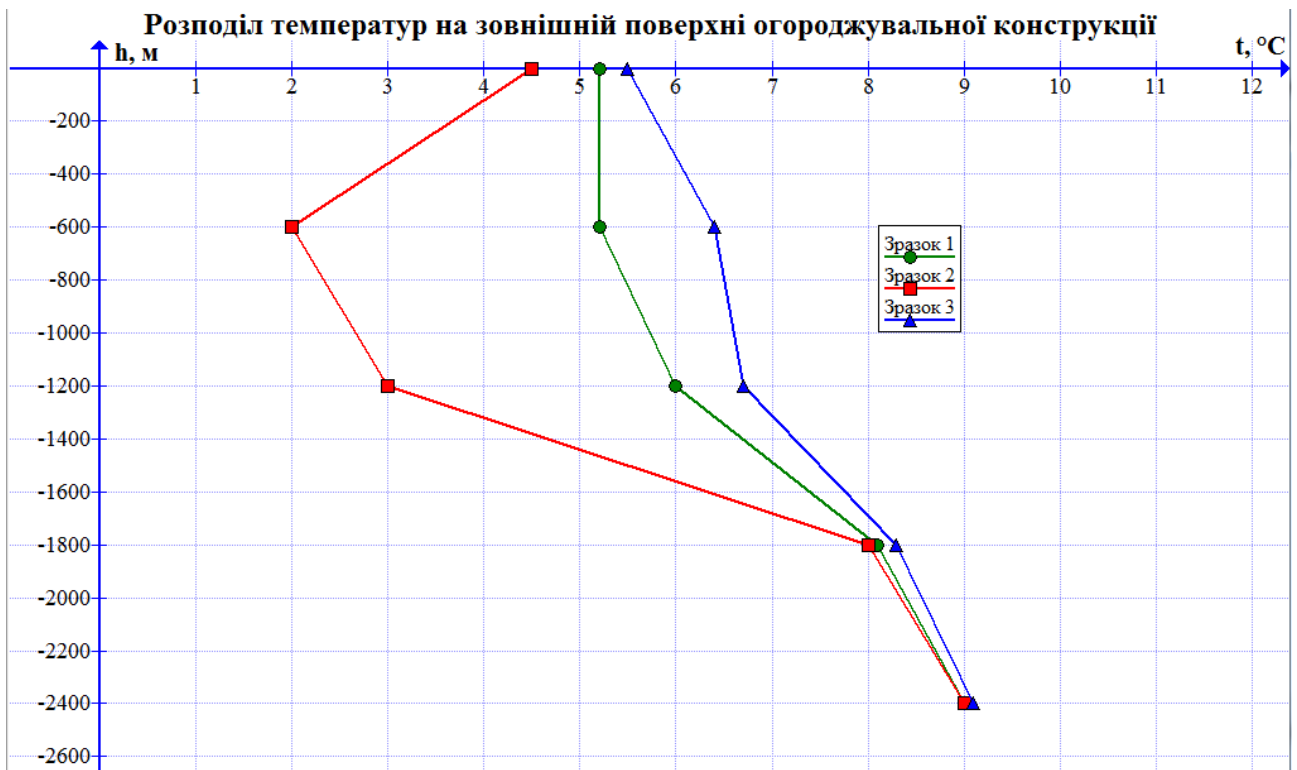


Рис. 3. Розподіл температур по зовнішній поверхні стіни

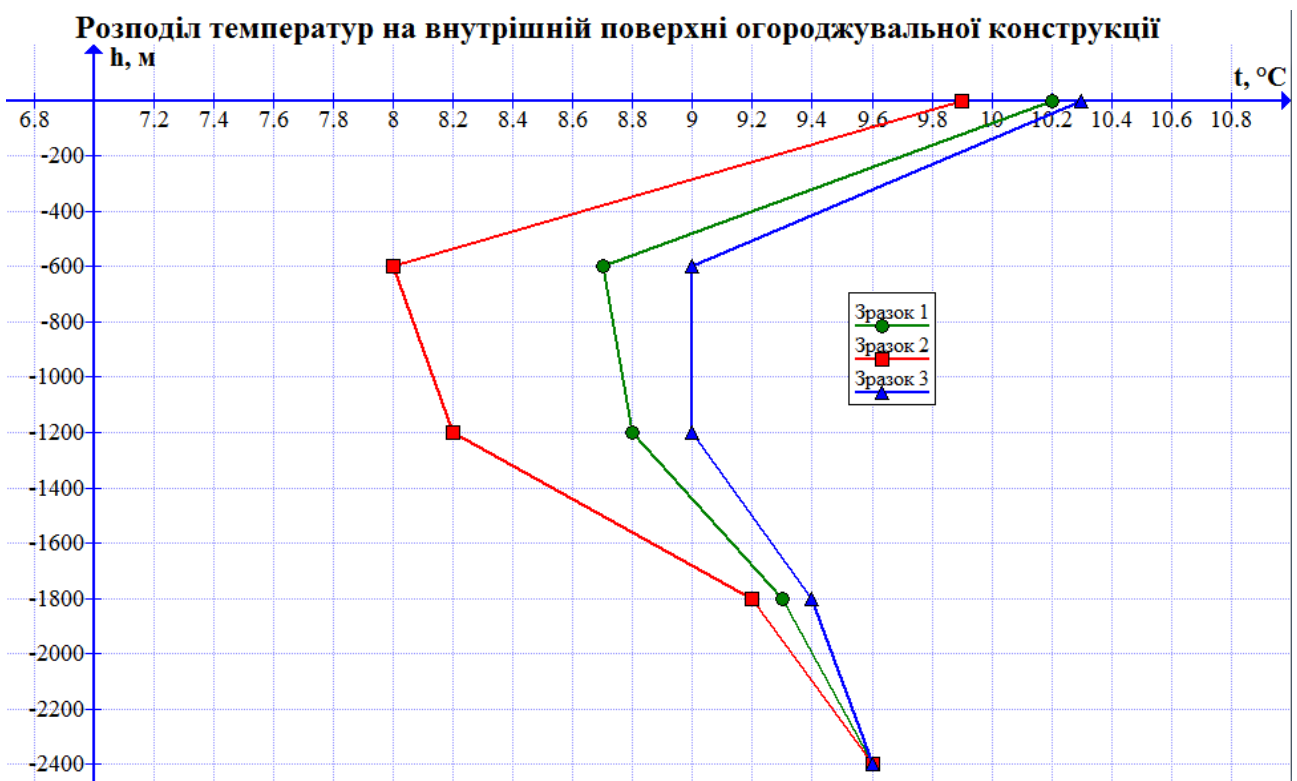


Рис. 4. Розподіл температур по внутрішній поверхні стіни

Висновки

1. Температура по внутрішній поверхні стіни підвалу у всіх трьох зразках не виходила за допустимі межі (+2,6⁰С+5,8⁰С).
2. Мінімальне значення температури спостерігалось у зразку №2 і складало 8,0 ⁰С.
3. Номінально схеми усіх зразків можна застосовувати при виконанні робіт з утеплення стін підвалу.
4. Зразок №1, який повністю відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» показав цілком нормальну та адекватну роботу. Єдиним недоліком є значна трудомісткість при виконанні таких робіт в ході термомодернізації, а також необхідність проводити обстеження міцності конструкцій стіни перед розкривними роботами.
5. Зразок №2 забезпечує нормальну роботу системи утеплення, однак його показники на глибині до -1,6 м є значно гіршими. Основною його перевагою є низька вартість та трудомісткість робіт.
6. Зразок №3 Об'єднав у собі переваги та недоліки зразків №№ 1 і 2 та показав найкращі результати.

Використана література:

1. Програма енергозбереження (підвищення енергоефективності) Київської області на 2017 – 2020 роки. [Електронний ресурс] – Режим доступу: koda.gov.ua/wp-content/uploads/2017/05/216_2017.doc
2. Енергоефективність у житловому секторі: сьогодні і майбутнє [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://topkonotop.com/publication/energoefektivnist-u-zhitlovomu-sektori-sogodennya-i-majbutny>

3. Закон України від 22 червня 2017 року № 2118-VIII "Про енергетичну ефективність будівель". Статус: набув чинності 23.07.2017 року, вводиться в дію 23.07.2018 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>

4. Петрусь В. В. Оцінка енергоощадності багатоквартирних будинків м. Вінниці // Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2017. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/1616/2460>