

Глибока термомодернізація громадських будівель

Костянтин Пиндик, студент¹ (ORCID: 0009-0003-5516-2103)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ.

Раціональне використання енергії в будівлях, їх обслуговування та належна експлуатація є важливими питаннями, оскільки вони визначають рівень життя та здоров'я населення. В існуючих будівлях необхідно проводити поточний ремонт або модернізацію для підтримки належного технічного стану, а також для зменшення споживання енергії та викидів CO₂. Це частина глобальної діяльності, спрямованої на підвищення енергоефективності та турботу про довкілля. Модернізація може включати огорожувальні конструкції будівлі, систему вентиляції, систему опалення, приготування гарячої води, освітлення та використання відновлюваної енергії. Найкращі результати досягаються завдяки комплексній глибокій термомодернізації. Споживання енергії зменшилося на 46-65%, а викиди CO₂ - понад 80%.

Ключові слова: глибока термомодернізація, відновлювана енергія, громадські будівлі, скорочення споживання енергії, викиди CO₂.

1. ВСТУП

Економія, яку можна отримати в результаті термомодернізації, залежить головним чином від терміну будівництва та змін, внесених до положень щодо коефіцієнта теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель. В результаті термомодернізації, проведеної відповідно до чинних стандартів енергоефективності, кінцеве споживання енергії на опалення, вентиляцію та приготування гарячої води може бути зменшено приблизно на 25-50%, а індекс потреби у корисній енергії для опалення та вентиляції може становити близько 70-80 кВт·м²·рік⁻¹. Завдяки глибокій термомодернізації кінцеве споживання енергії на опалення, вентиляцію та приготування гарячої води може бути зменшено приблизно на 70%, а індекс потреби у корисній енергії для опалення та вентиляції може становити близько 20 кВт·м²·рік⁻¹. Можна виділити три етапи термомодернізації будівлі [1, 2]:

- легка (низька) реконструкція (модернізація або заміна джерела теплоти);
- середня реконструкція (модернізація або заміна джерела теплоти разом із заміною віконних та дверних конструкцій або теплоізоляцією фасаду);
- комплексна реконструкція (повна або часткова заміна джерел енергії, використання відновлюваних джерел енергії).

Сьогодні екологічні фактори не позбавлені значення. Країни всього світу намагаються скоротити викиди CO₂. У 2015 році, під час COP21, було підписано Паризьку угоду про скорочення викидів як частину методу скорочення викидів парникових газів [3].

2. МЕТА РОБОТИ

Дослідити ефективність комплексної термомодернізації громадських будівель шляхом оцінки її впливу на енергозбереження, скорочення викидів CO₂ та використання відновлюваних джерел енергії (сонячних колекторів, фотоелектричних панелей, котлів на біомасі), а також визначити доцільність впровадження таких заходів з енергетичної, екологічної та економічної точок зору.

3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Аналіз було проведено на групі з 5 громадських будівель, розташованих у сільській місцевості в Україні. Більшість з них були побудовані до запровадження в Україні будь-яких офіційних вимог щодо енергоефективності, в результаті чого теплова якість огорожувальних конструкцій значно нижча за ту, яку можна досягти сьогодні. Втрати теплоти через вентиляцію в досліджуваних будівлях коливалися від 23% (у будівлі, побудованій у 1959 році) до 48% (у будівлі, побудованій у 1976 році) від загальних втрат. Середня температура в будинках становила 20 °C, тоді як в інших менше 20 °C. Середня температура в підвалах становила 9,8-13,3 °C [3].

Ці будівлі потребували реконструкції через високе споживання енергії. Для них було проведено енергетичні аудити [4]. Було запропоновано покращення огорожувальної конструкції відповідно до українських норм теплозахисту [5]. На стінах усіх будівель було встановлено шар теплоізоляції. Дахи були герметизовані, а також нанесено додатковий шар ізоляції. Були замінені всі вікна в будівлях, побудованих у 70-х роках, та старі вікна в будівлях 1986 та 1976 років. Були встановлені нові системи центрального опалення.

Розрахунки вказують на значні можливості зниження споживання енергії в результаті робіт з підвищення ефективності використання енергії на опалення у вибірці (Рис.1). Збільшення ізоляції зовнішніх перегородок та вдосконалення системи вентиляції знизили індекс корисної енергії на опалення на 33-69%. Економія, досягнута в окремих будівлях (69%; 68%; 48%; 45% та 33%), відповідала року їх будівництва (за винятком будівлі, побудованої в 1976-1983 роках, в якій 10% стін та 34% дахів мали низьке значення U до модернізації). Після врахування заміни установок центрального опалення та джерел теплоти кінцева економія енергії на опалення склала 48-72%.

У аналізованій групі частка потреби в теплоті для приготування гарячої води в структурі енергоспоживання була нижчою в шкільних будівлях та в офісах (3-6% до модернізації та 7-20% після модернізації) та вищою в дитячому садку та будівлі соціального забезпечення (14-15% до модернізації та 29-39% після модернізації). Частка потреби в енергії на освітлення коливалася від 8% до 16% до модернізації та від 7% до 19% після модернізації (Рис. 2).

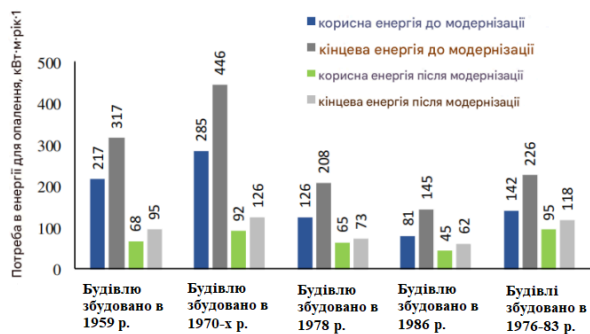


Рисунок 1. Потреба в енергії для опалення на одиницю площі

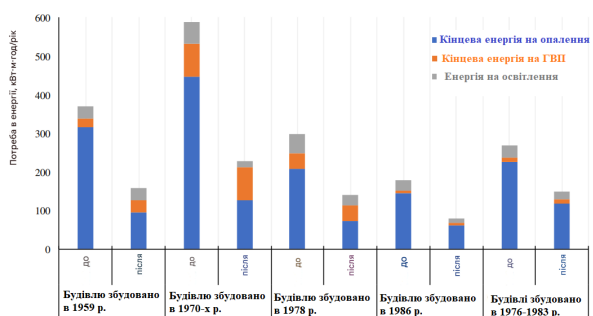


Рисунок 2. Структура споживання енергії в аналізованих будівлях до та після глибокої термомодернізації

Зниження кінцевого споживання енергії становило 46-65%. Частка економії в результаті модернізації освітлення була низькою (5-11%), навіть якщо в деяких випадках підтримувалося встановлення фотоелектричних панелей. Більшість економії була пов'язана зі зменшенням потреби в енергії на опалення та вентиляцію. Найбільше скорочення (61%) було досягнуто в будівлі, побудованій у 1970-х роках, в якій застосовувалася механічна вентиляція з рекуперацією теплоти, найменше (44%) у будівлі 1976-1983 років, де не змінювалось жодного джерела теплоти. Система приготування гарячої води для побутових потреб не була модернізована. У сільській місцевості її дотримувалися переважно з використанням електричних обігрівачів або бойлера, в одному випадку з використанням сонячних колекторів. Застосування під час модернізації сонячних колекторів у будівлі, побудованій у 1959 році, не зменшило потребу в кінцевій енергії для приготування гарячої води, а навіть збільшило її.

На рис. 3 показано скорочення викидів CO₂ в результаті модернізації в абсолютному вираженні, а також на одиницю опалюваної площі. Найбільше загальне скорочення було отримано в найбільшій будівлі; однак екологічну ефективність термомодернізації можна обговорювати на основі викидів, пов'язаних з опалюваною площею.

Звертає увагу значне щорічне скорочення викидів CO₂ в аналізованих будівлях, яке становить понад 549 тон.

Скорочення викидів CO₂ в окремих будівлях становило:

- у будівлі, побудованій у 1959 році: 83%,
- у будівлі, побудованій у 70-х роках: 65%,
- у будівлі, побудованій у 1978 році: 54%,
- у будівлі, побудованій у 1986 році: 86%,
- у будівлях, побудованих у 1976-1983 роках: 45%.

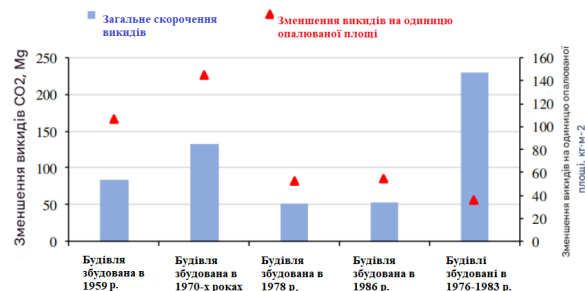


Рисунок 3. Загальне скорочення викидів CO₂ та скорочення на одиницю опалюваної площі

4. ВИСНОВКИ

1. Економія, яку можна отримати в результаті термомодернізації, залежить від багатьох факторів. Глибока термомодернізація громадських будівель дозволила досягти значної кінцевої економії енергії, в аналізованій вибірці на 46-65%. Також вдалося значно зменшити викиди CO₂ (на 45-86%).

2. Частка енергії, яку можна отримати від сонячних колекторів в аналізованих громадських будівлях, була невисокою – від 3% у дитячому садку та невеликій школі до 15% у будівлі соціального забезпечення. Використання фотоелектричних панелей може забезпечити 2% енергії в дитячому садку, 3% у великій школі та 15% в офісній будівлі.

3. Заміна джерела теплоти на котел на біомасі (можлива в сільській місцевості) під час комплексної модернізації призвела до значного скорочення викидів CO₂ (понад 80%). Тобто, перше утеплення, потім заміна інженерних систем в будівлі і після цього заміна джерела теплоти.

4. Вартість економії одиниці енергії під час глибокої термомодернізації у тестовій вибірці була вищою за її поточну ціну, тому інвестиції є економічно не вигідними. Однак, через значний енергетичний та екологічний вплив, їх варто впровадити.

Список літератури

- [1] ZEBRA 2020 Strategies for a nearly Zero-Energy Building market transition in the European Union.
- [2] Financing Building Energy Performance Improvement in Poland - Status Report, BPIE, 2016.
- [3] Paulius Spudys, Andrius Jurelionis, Paris Fokaides, Conducting smart energy audits of buildings with the use of building information modelling, *Energy and Buildings*, Volume 2023, 285, 112884.
- [4] Kontokosta C.E., Spiegel-Feld D., Papadopoulos S. The impact of mandatory energy audits on building energy use. *Nat Energy*. 2020. Vol. 5. P. 309–316.
- [5] ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2022-01-09. Вид. офіц. Київ : ДП „Укрархбудінформ”, 2022. 23 с.

Робота виконана під керівництвом канд. техн.наук Анни Москвітної