

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Романюк Василь Володимирович

УДК 621.3

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У БУДІВНИЦТВІ

141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи магістра на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2019

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Мовчан Леонід Тимофійович,
доцент кафедри електричної інженерії
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат технічних наук,
Габрусєва Ірина Юріївна
доцент кафедри вищої математики
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться "29" грудня 2019 р. о 10 годині на засіданні
екзаменаційної комісії № 41 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього
ступеня магістр 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана
Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46,
аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в
інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар
екзаменаційної комісії № 41

Коцюрко Р.В.

Актуальність теми. В даний час архітектура і будівництво вступають в новий етап свого розвитку, пов'язаний з підвищенням теплової ефективності будинків. Роботи по підвищенню теплової ефективності розвиваються, з одного боку, з врахуванням попередніх досягнень по енергозбереженню в будівельній галузі, з іншого боку, використовуються новітні інноваційні енергозберігаючі рішення в системах теплопостачання і кліматизації будинків.

Актуальність енергозбереження в будівельній галузі пов'язана з наступними обставинами:

- збільшуються об'єми будівництва, у зв'язку з цим зростає споживання енергетичних ресурсів;
- особливої значущості набуває проблема екологічної безпеки - зменшення забруднення довкілля в результаті спалювання палива;
- зростає вартість енергетичних ресурсів;
- ставиться завдання доцільного використання енергетичних непоновлюваних ресурсів як сировини для промисловості;
- ставиться завдання збереження ресурсів в аспекті захисту інтересів майбутніх поколінь.

Можна виділити три етапи розвитку поняття «енергозбереження» в будівельній галузі. Після першої енергетичної кризи в кінці 1973 року термін «енергозбереження» означав пошуки простих шляхів зниження витрати енергії на теплопостачання і кліматизацію будинків. На початку 1990-х років цей термін мав на увазі вибір таких енергозберігаючих технологій, які одночасно сприяли підвищенню якості мікроклімату в приміщеннях. В даний час термін «енергозбереження» пов'язаний з поняттям «Sustainable building», тобто з будівництвом таких будинків, які забезпечують високу якість місця існування людей, екологічну безпеку, збереження природного довкілля, оптимальне споживання поновлюваних джерел енергії і можливість повторного використання будівельних матеріалів і водних ресурсів.

При цьому впровадження енергозберігаючих рішень в масове будівництво має бути економічно обґрунтоване. Інакше у інвестора не буде зацікавленості у вкладенні засобів в енергозбереження в будинках. У зв'язку з цим виникає необхідність оцінити ефективність енергозберігаючих заходів з економічних позицій. Крім того, виникає необхідність виявлення найбільш перспективних маловитратних напрямів підвищення теплової ефективності для сучасного будівництва і, в першу чергу, при реконструкції існуючих будинків.

Об'єкт дослідження: процес енергозбереження в житлових будинках та спорудах.

Предмет дослідження: Конструкції житлових будинків і споруд.

Саме тому **метою роботи** є обґрунтування перспективних напрямів та оцінка енергозберігаючих заходів підвищення теплової ефективності будинків.

Для досягнення вказаної мети вирішені наступні **завдання**:

- Проведений аналіз поняття «Теплова ефективність будинку» і розглянуті методи оцінки теплової ефективності.
- Виявлені актуальні на сучасному етапі розвитку будівельної індустрії енергозберігаючі заходи в системах теплоенергозабезпечення і

кліматизації будинків, що знов будуються і реконструюються, проведена оцінка потенціалу енергозбереження основних енергозберігаючих заходів..

- виявлені шляхи підвищення теплової ефективності систем опалювання будинків, систем вентиляції;
- проведено оцінку енергоефективності пасивного житлового будинку в порівнянні з класичним;
- проведено розрахунок енергетичних втрат через огорожуючі конструкції.

Наукова новизна отриманих результатів:

Встановлено, що підвищення теплової ефективності будинків повинне ґрунтуватися на системному аналізі будинку як єдиної енергетичної системи, а просте «підсумовування» незалежних інноваційних рішень порушує принципи системності і може привести до втрати теплової ефективності проекту, з чого виходить, що істотна економія енергоресурсів може бути досягнута лише при впровадженні комплексу енергозберігаючих заходів.

Практичне значення отриманих результатів:

Розглянуті напрями підвищення теплової ефективності будинків та результати розрахунку ефективності їх впровадження дозволять ще на стадії проектування спрогнозувати енергетичні затрати на експлуатацію будинку та більш точно розрахувати системи акліматизації.

Апробація результатів роботи. Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019 року. ТНТУ, 2019 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків та переліку посилань. Об'єм роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 110 арк. формату А4, графічна частина – аркушів презентації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, апробацію результатів роботи.

Перший розділ «Літературний огляд» носить оглядово-аналітичний характер і містить аналіз поняття теплової ефективності будинків, сучасних методів підвищення теплової ефективності будинків, методів оцінки економічної доцільності використання енергозберігаючих заходів, методів розрахунку оптимізації теплового захисту будинків.

У **другому розділі «Основна частина»** наведено основні результати дипломної роботи.

Узагальнено відомі в світовій практиці напрями підвищення теплової ефективності будинків. Схематично вони зображені на рис.1

Проведено аналіз заходів підвищення теплової ефективності систем опалювання будинків та підвищення ефективності вентиляції.



Рис.1. Напрями підвищення теплової ефективності

Встановлено, що в житлових будинках використання терморегуляторів батарей опалення ефективне лише при обліку тепла і розрахунках за фактично спожиту теплову енергію. У випадку комплексного обладнання системи опалювання не лише індивідуальними термостатами, але і регуляторами на джерелі теплової енергії або в індивідуальних теплових пунктах (ІТП) досягається більший ефект економії теплової енергії на опалювання - до 25-35 %.

Пофасадне авторегулювання дозволяє одночасно скорочувати тепловіддачу опалювальних приладів і стояків системи опалювання аж до повного відключення, наприклад, при освітленні фасаду сонцем при температурі зовнішнього повітря мінус 5-7 °С, система вимикається повністю не лише на період освітлення сонцем цього фасаду, але, як мінімум, на такий же час і після за рахунок акумуляції тепла усередині приміщення.

Встановлено, що при використанні періодичного опалення для більшості приміщень будинку зменшення витрат енергії на розігрівання приміщень може бути досягнута при виконанні наступних двох положень:

Перше положення: розігрівання приміщень повинне вироблятися з використанням максимальної потужності опалювального обладнання.

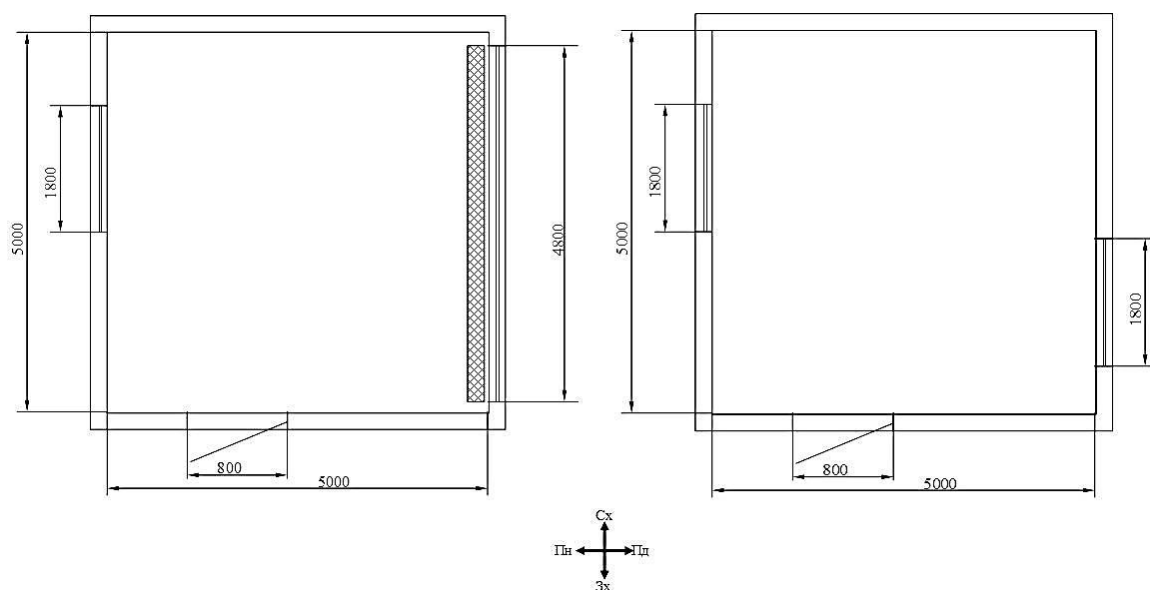
Друге положення: розігрівання приміщень необхідно починати з розігрівання найбільш теплоємних частин приміщення.

Гідрорегульована вентиляція дозволяє нормалізувати витрати повітря в квартирах, розташованих на різних поверхах багатоповерхових житлових будинків. Наприклад, при використанні гідрорегульованої вентиляції на

основі EMM 707 у трьохкімнатній квартирі багатоповерхового будинку дозволить скоротити витрати теплової енергії на підігрівання припливного повітря до 28 %.

Великі можливості для скорочення витрати теплової енергії з'являються при обладнанні будинків механічною припливно-витяжною вентиляцією з утилізацією тепла повітря, що видаляється, для підігрівання припливного. Тобто використання функція рекуперування. Їх реальний ККД досягає 65 %, хоча виробники і зазначають «до 95 %». При оцінці ефективності використання рекуператорів встановлено, що їх ефективність залежить від площі приміщення. Як свідчать розрахункові дані вона може досягати 40 % у невеликих приміщеннях.

Нами також проведено оцінку енергоефективності пасивного житлового будинку в порівняння з класичним. Для цього взято дві спрощені прямокутні конструкції розміром $2,5 \times 5 \times 5$ м, що знаходяться у м. Тернопіль (рис.2). У пасивному будинку використано теплопостачання за рахунок сонячної енергії, сучасні системи утеплення непрозорих огорожуючи конструкцій, енергоефективні вікна та сучасні системи вентиляції із рекуператорами повітря. Орієнтація пасивного будинку виконана таким чином, щоб забезпечити найбільше надходження сонячної енергії у приміщення, а саме вікнами та теплоакумуючою стіною із світлопрозорою огорожуючою конструкцією на південь.



а) б)
Рис. 2. План пасивного (а) та класичного (б) будинків

Тепловий баланс енергії будинку проілюстровано на рис. 3. Розрахунок теплового балансу будинків проведено для холодної пори року.

Проведено розрахунок надходження теплоти в приміщення будинків, а саме:

- розрахунок надходження тепла від людей;
- тепловиділення штучними джерелами світла;

- надходження сонячного тепла у пасивний будинок із врахуванням втрат тепла через вікна;
- надходження тепла від побутових приладів;

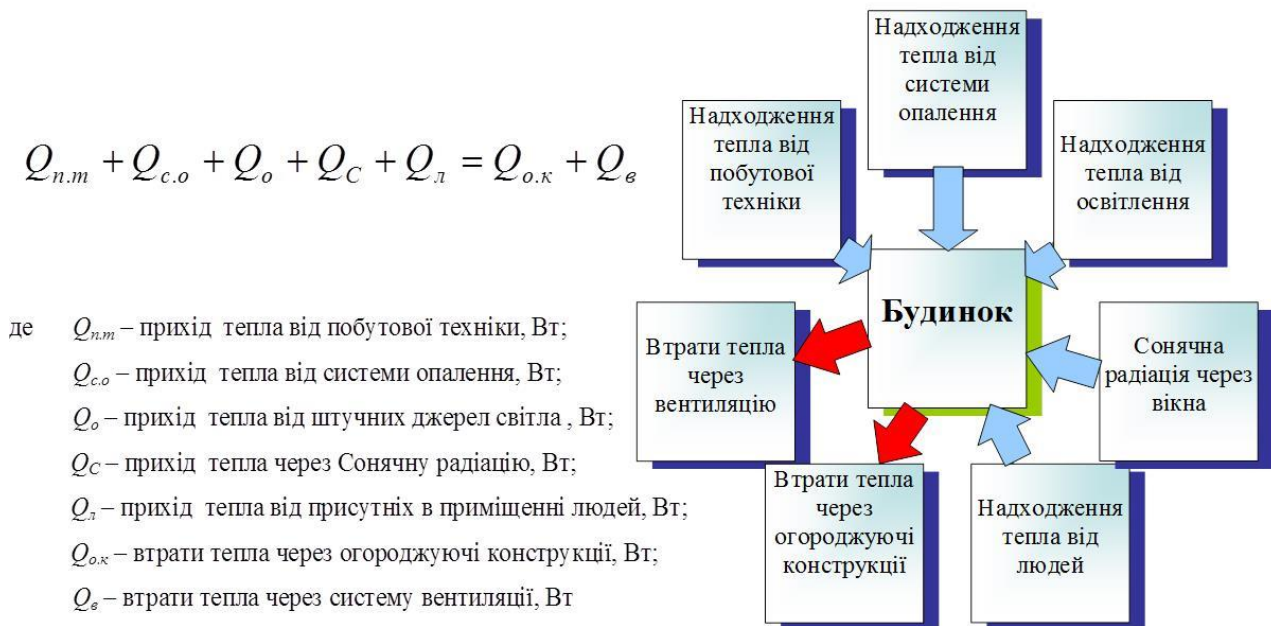


Рис. 3. Тепловий баланс будинку

Також визначено і втрати тепла через вентиляцію та огорожуючі конструкції. Та розраховано товщину теплової ізоляції пасивного будинку. Вона становить 11 см.

У третьому розділі «Спеціальна частина» описано створення таблиць у текстовому редакторі Microsoft Word та створення та редагування формул використані при проведенні обрахунків. Робота із функціями в Microsoft Excel

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» наведено особливості економічної ефективності енергозберігаючих заходів по підвищенню теплової ефективності будинків та особливості підвищення теплової ефективності систем теплопостачання будинків; проведено розрахунок економічної ефективності інвестицій при впровадженні пристрою індивідуального теплового пункту.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз наступних питань: Заходи, які зменшують небезпеку виникнення вибухів та пожеж, роль і місце цивільної оборони в загальній системі оборонних заходів.

У шостому розділі «Екологія» проведено аналіз методів очищення викидів в атмосферу та розкрито негативні наслідки парникового ефекту.

ВИСНОВКИ

1. Визначені найбільш ефективні енергозберігаючі заходи в системах теплоенергозабезпечення і кліматизації будинків, характерні для сучасного етапу розвитку будівельної індустрії.

2. Встановлено, що за рахунок автоматичного регулювання подачі теплової енергії на опалювання досягається економія тепла 15 % і вище від річного споживання. В разі комплексного обладнання системи опалювання не лише індивідуальними термостатами, але і регулювальниками в джерела теплової енергії або ІТП, досягається економія теплової енергії на опалювання до 25-35 %.

3. Питоме енергоспоживання на теплопостачання будівель в Україні практично в 2 рази більше, ніж в європейських країнах, розташованих приблизно в аналогічних кліматичних умовах.

4. Основними кроками до зменшення тепловтрат у пасивних житлових будинках є: 1) проектування енергоефективної архітектури в залежності від кліматичних умов будівництва; 2) теплоізоляція; 3) використання вікон із низькою теплопровідністю; 4) використання енергоефективної системи обігріву, кондиціонування і вентиляції.

5. Основним тепловіддаючим елементом в темний період доби є тепловий акумулятор, що забезпечує теплову інерцію пасивного будинку, роль якого виконує термічна маса, складова внутрішню частину зовнішньої стіни, внутрішніх (міжкімнатних) перегородок і міжповерхових перекриттів. Тобто будинок повинен мати масивні стіни, що обмежить коливання комфортної температури.

6. Розрахункова кількість теплової енергії у пасивному будинку, яка проходить через 1 м² утепленої стіни за одну годину становить 14,45 Вт/м².

7. Економія теплової енергії 1 м² житлової площі за одну добу в пасивних житлових будинках в порівнянні із класичними складає 13,26 МДж, а за опалювальний період 2426,6 МДж або 674 кВт

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

1. Романюк В. Енергозбереження в житлових будівлях та спорудах / Романюк В. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — Том 3. — С. 97. — (Електротехніка, електроніка та світлотехніка).

АНОТАЦІЯ

Романюк В.В. Енергоефективність енергозберігаючих технічних рішень у будівництві. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Мета підвищення теплової ефективності будинків полягає в ефективнішому використанні енергоресурсів, що витрачаються на енергопостачання будинку, шляхом використання інноваційних рішень, які здійсненні технічно, обґрунтовані економічно, а також прийнятні з екологічної і соціальної точок зору і не змінюють звичного способу життя. Пріоритет при виборі енергозберігаючих технологій мають технічні рішення, які одночасно

сприяють покращенню мікроклімату приміщень і захисту довкілля.

Кількісним показником теплової ефективності будинку є витрати теплової енергії на його обігрівання і охолодження.

Визначені найбільш ефективні енергозберігаючі заходи в системах теплоенергозабезпечення і кліматизації будинків, характерні для сучасного етапу розвитку будівельної індустрії.

Встановлено, що за рахунок автоматичного регулювання подачі теплової енергії на опалювання досягається економія тепла 15 % і вище від річного споживання. В разі комплексного обладнання системи опалювання не лише індивідуальними термостатами, але і регулювальниками в джерела теплової енергії або ІТП, досягається економія теплової енергії на опалювання до 25-35 %.

Складено тепловий баланс енергії пасивного та класичного будинку. Проведено розрахунок теплового балансу будинків для холодної пори року.

Також визначено і втрати тепла через вентиляцію та огорожуючі конструкції. Та розраховано товщину теплової ізоляції пасивного будинку. Вона становить 11 см

Ключові слова: енергозбереження в житлових будинках, енергозберігаючі заходи, енергоефективність.

ANNOTATION

Romaniuk V.V. Energy efficiency of energy-saving technical solutions in civil engineering - Manuscript.

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics . – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2019.

The goal of improving the thermal efficiency of homes is to make more efficient use of energy consumed in the home's energy supply through innovative solutions that are technically feasible, economically viable and environmentally and socially acceptable and do not change the habitual lifestyle. Priority in choosing energy-saving technologies has technical solutions that simultaneously contribute to improving the indoor climate and environmental protection.

Quantitative indicator of thermal efficiency of the house is the cost of thermal energy for its heating and cooling.

The most effective energy-saving measures in the systems of heat energy supply and air-conditioning of buildings, which are characteristic for the modern stage of development of the construction industry, are determined.

It is established that due to the automatic regulation of the supply of thermal energy for heating, a heat saving of 15% and above from annual consumption is achieved. In the case of complex equipment of the heating system, not only individual thermostats, but also regulators in the sources of heat energy or ITP, savings of thermal energy for heating up to 25-35% are achieved.

The thermal energy balance of the passive and classic houses has been compiled. The heat balance of the houses for the cold season has been calculated.

Heat losses due to ventilation and enclosure structures are also identified. But the thermal insulation thickness of the passive house was calculated. It is 11 cm

Key words: energy saving in residential buildings, energy saving measures, energy efficiency.