МІНІСТЕРСТВО ОСІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Навчально-науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»

«ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ»

Виконав студент II курсу

групи НФ-62

Прокопенко Ніколай Валентинович

Спеціальність 105 – прикладна фізика та наноматеріали

Освітня програма: Прикладна фізика енергетичних систем.

Керівник к.т.н. Казарова І. О.

Рецензент

Харків – 2019 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Факультет фізико-енергетичний
Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 105 – прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ **Ю.М. Мацевитий**

підпис ініціали, прізвище

“____”
_____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Прокопенку Ніколаю Валентиновичу
(прізвище, ім’я, по батькові студента)

1. Тема роботи: “Дослідження потенціалу підвищення енергозбереження приміщення”

Керівник роботи __Казарова Інна Олександрівна, к. т. н._____
_____ (прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від “___”_____20__року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити

Огляд критеріїв енергоефективних будинків. Дослідження аспектів енергозбереження будинків. Визначення тепловтрат через зовнішні огороджуючі конструкції. Аналіз принципів підвищення енергоефективності приміщень. Визначення дієвих заходів енергозбереження приміщень._____

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд критеріїв енергоефективних будинків.
2	Визначення аспектів енергозбереження будинків.
3	Визначення тепловитрат через зовнішні огороджуючі конструкції.
4	Дослідження принципів підвищення енергоефективності приміщень.
5	Визначення дієвих заходів енергозбереження приміщень.

5. Дата видачі завдання_____

Студент _____ Н. В. Прокопенко
підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ І.О. Казарова
підпис ініціали, прізвище

Реферат

Прокопенко Ніколай Валентинович “Дослідження потенціалу підвищення енергозбереження приміщення” (випускна робота магістра). – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. – 79 с.

Робота складається з вступу, п’ятьох розділів, висновків; містить 26 рисунків, 3 таблиць, список використаних джерел з 57 найменувань.

В магістерській роботі проаналізовані заходи зменшення енерговитрат будинку, особлива увагу зосереджена на аспектах що дозволять економити енергетичні ресурси у житлових приміщеннях, визначенні тепловтрати через зовнішні огороджувальні конструкції, визначенні дієвих заходів енергозбереження приміщень.

Ключові слова: теплова ізоляція, енергозбереження, вентиляція, тепловтрати, пасивне сонячне опалення.

Abstract

Prokopenko Nikolai Valentinovich "Research of potential of increase of energy saving of the room" (master's graduation wiork). - Karazin Kharkiv National University 2019 – 79 p.

The work consists of an introduction, five chapters, conclusions; contains 26

figures, 3 tables, list of used sources of 57 items.

In the master's work analyzed measures to reduce energy consumption at home, special attention is focused on the aspects that will save energy resources in residential areas, the definition of heat loss through external enclosing structures, the definition of effective measures of energy conservation of premises.

Keywords: thermal insulation, energy saving, ventilation, heat loss, passively sleepy.

ЗМІСТ

ВСТУП……..7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД КРИТЕРІЇВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ……..5
1.1. Особливості тенденцій зниження рівня енергоспоживання будинку …….…5
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДИНКІВ…12
2.1. Аналіз головних критеріїв пасивного будинку…….12
2.2. Пасивні системи сонячного опалення…….…..15
2.3. Покриття та перекриття що допомагають заощадити енергоресурси…….…23
2.4. Сучасні методи автоматизації будинку та приміщень……..31
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ……...…..37
РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИМІЩЕНЬ……51
4.1. Заходи з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря зокрема житлових приміщень……51
4.2. Засоби підтримки та визначення основних параметрів що зокрема дозволяють забезпечити клімат у кожному приміщення індивідуально……....58
4.3. Критерії технології «розумний будинок» спрямовані на безпеку та енергобереження……...69
РОЗДІЛ 5 ВИЗНАЧЕННЯ ДІЄВИХ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ……....70
ВИСНОВОК……..72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..……...73

ВСТУП

В результаті постійного зростання тарифів гостро стоїть питання економії енергетичних ресурсів. Досить часто у будівлях шо мають низькі показники з енергозбереження та значну площу складно розпочати енергомодернізацію.

У зв'язку з обмеженим фінансуванням, складністю виділить значний проміжок часу на переоснащювальні роботи ситуація в будинку лишається стабільною, а от тарифи рости не перестають. Досить актуальним є питання про підвищення енергетичних показників певних частин будинку, тобто приміщень.

При написанні магістерської роботи використані методи літературного аналізу, узагальнення та розрахункового дослідження. В даній дипломній роботі мені була поставлена задача проаналізувати заходи зменшення енерговитрат будинку акцентуючи увагу на аспектах що дозволять економити енергетичні ресурси в певних приміщеннях.

Для того щоб реалізувати цю задачу потрібно було вирішити наступні завдання.

1. Огляд критеріїв енергоефективних будинків.
2. Визначення тепловтрат через зовнішні огороджуючі конструкції.
3. Дослідження аспектів енергозбереження будинків.
4. Аналіз засобів підвищення енергоефективності приміщень.
5. Визначення дієвих заходів енергозбереження приміщень.

Об`єктом дослідження є житловий будинок у м. Харків.

Предмет дослідження – розрахунок тепловтрат, засоби енергозбереження приміщення.

Новизною роботи є – розрахунок тепловтрат, дослідження заходів та обладнання спрямованих на поліпшення енергозберігаючих показників приміщення.

Практичне значення – систематизовані підходи дозволять покращити енергетичні показники частини будівлі та змістити акцент на раціональне використання ресурсів.

Особистий внесок – були розраховані теплові втрати, проаналізовані та систематизовані заходи зменшення енерговитрат приміщення.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД КРИТЕРІЇВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ

1.1. Особливості тенденцій зниження рівня енергоспоживання будинку

В даний час в країнах Західної Європи особлива увагу приділяється зведенню сучасних енергоефективних будинків, що дозволяють багаторазово знизити споживання невідновлюваних енергетичних ресурсів (Таблиця1.1). При цьому комфорт в приміщеннях даних будівель не тільки не знижується в порівнянні з загальноприйнятими в існуючому будівництві рішеннями, але навіть підвищується.

Підтримка комфортних параметрів мікроклімату в них досягається за рахунок: підвищення теплотехнічної однорідності зовнішніх огороджувальних конструкцій і, як наслідок, зниження градієнта полів температур на їх внутрішніх поверхнях; рівномірного розподілу температур внутрішнього повітря в усіх напрямках приміщень; виконання обов'язкового нормативного повітрообміну засобами механічної вентиляції.

Наступним кроком в зведенні енергетично пасивних будинків є створення еко-будинків, які відповідають сучасним стандартам «зеленого» будівництва, що є одним з найважливіших напрямків у світовій будівельної індустрії.

Кінцевою метою проектування еко-будинків є підвищення стійкості середовища проживання людей, яка характеризує максимально задоволення потреб людини в будівлі, як середовищі його життєдіяльності, при мінімальному впливі на екологію і споживанні невідновлюваних ресурсів протягом усього циклу життя об'єкта [1-57] .

Таблиця 1.1

Класифікація будинків за рівнем електроспоживання в Європі [1-57].

Назва будинку	Коли побудований	Стислий опис
Старий будинок	до 1970-х р.	300 кВт год/(м²/рік)
Новий будинок	з 1970-х до 2002 р.	150 кВт год/(м²/рік)
Будинок низького споживання енергії	з 2002 р.	60 кВт год/(м²/рік)
Пасивний будинок	З 2019 р	15 кВт год/(м²/рік)
Будинок нульової енергії	з 2002 р.	0 кВт год/(м²/рік)

Будівництво пасивних будинків також розвивається в напрямку спорудження будівель з нульовим викидом CO_2, здатних генерувати додаткову енергію. Інженерні системи будинку з нульовим викидом CO_2 повністю забезпечують себе енергією з поновлюваних джерел (фотоелектричні модулі, теплові насоси та ін.).

Зокрема велика увага приділяється автоматизованим засобам керування енергопостачанням так і максимальному використанню сонячної енергії при пасивному енергопостачанні. Ці підходи суттєво зменшують кількість спожитої теплової та електричної енергії як у приватному будинку так і у багатоповерхівці.

Інструментальне (в тому числі і термографічне) обстеження всіх споживачів теплової та електричної енергії проводиться для доповнення статистичної, документальної та технічної інформації, відсутньої для оцінки ефективності використання енергії, або при виникненні сумніву в достовірності при огляді інформації. Зазвичай при інструментальному обстеженні проводиться [1-55]:

Вимірювання температури, вологості і швидкості. для вимірювань температури, вологості і швидкості середовища, речовин, теплоносіїв, матеріалів, виробів необхідно мати вимірювальний комплекс, функціональна схема якого включає датчики, блок обробки даних, термоелектродні дроти. Датчики знаходяться в контакті з досліджуваним середовищем (тілом) і служать свого роду «перетворювачами» температури, вологості і швидкості в інший фізичний параметрів що підлягають вимірюванню. Їх підключають до входів приладу – блоку обробки даних.

Вимірювання освітленості, електричних параметрів трифазних, однофазних і високовольтних систем. заміри здійснюються приладами для вимірювання, реєстрації та аналізу параметрів електрообладнання та електричних мереж, такими як люксметри, монітори напруги, аналізатори електроспоживання.

Вимірювання тиску. Для вимірювання тиску використовуються барометри, манометри, вакуумметри, тягоміри і ін., які вимірюють барометричний або надмірний тиск, а також розрідження в. мм рт. ст., м вод. ст., кгс/см^2 кгс/м^2 МПа, та ін.

Вимірювання витрати. Для вимірювання витрати рідини (води, нафтопродуктів), газів і пара застосовують витратоміри або ротаметри.

Газоаналізатори призначені для контролю повноти згоряння палива, надлишку повітря і визначення в продуктах згоряння об'ємної частки вуглекислого газу, кисню, окису вуглецю, водню, метану[1-57].

РОЗДІЛ 2
ДОСЛІДЖЕННЯ АСПЕКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БУДИНКІВ

2.1. Аналіз головних критеріїв пасивного будинку

Одним з найбільш значущих еталонів за ступенем енергоефективності є стандарт пасивного будинку. Важливі технологічні складові пасивного будинку наведені на Рис. 2.1. [1-57].

Найбільшого поширення пасивні будинки отримали в країнах Західної, Центральної і Північної Європи, в яких встановлюються наступні обов'язкові стандарти їх проектування:

1) максимальне використання теплоти сонячної радіації, розташування розташування більшої частини вікон на південному фасаді;

2) використання систем повітряного опалення або їх спільне використування в найбільш холодні місяці опалювального періоду з радіаторним або підлоговим опаленням;

3) сумарна потужність опалювально-вентиляційних систем не повинна перевищувати 10 Вт на 1 $м^2$ опалювальної площі підлоги будівлі;

4) питома витрата теплової енергії на опалення 1 $м^2$ площі статі будівлі не повинен перевищувати величини $Q_{от}$ = 15 кВт · год / ($м^2$ · год);

5) загальне споживання первинної енергії для всіх побутових потреб (опалення, гаряче водопостачання та електропостачання), приведене до 1 $м^2$ площі статі будівлі, не повинно перевищувати величини $Q_{об}$ = 120 кВт · год / ($м^2$ · год);

6) знижена повітропроникність огороджувальних конструкцій -середня кратність повітрообміну через все зовнішні огороджувальні конструкції при перепаді тиску на них 50 Па не більше n50 = 0,3 ... 0,5 $год^{-1}$;

7) використання огороджувальних конструкцій, що не припускають наявність точкових і лінійних теплотехнічних неоднорідностей (теплових мостів), з високими значеннями додаткових втрат теплоти через них;

8) максимальне використання побутових і біологічних тепловиделений, по величині досягають значень $q_{бит}$ = 10 ... 17 Вт / м^2.

Безумовно, капітальна вартість зведення пасивного будинку значно вище, ніж звичайного будинку, однак, їх зведення має ряд важливих переваг:

1) використання автоматизованих механічних припливно-витяжних систем вентиляції та опалення дозволяє організувати більш комфортний мікроклімат в приміщеннях, що виключає підвищену вологість внутрішнього повітря і присутність протягів, які призводять до наявності цвілі на внутрішніх поверхнях зовнішніх огороджувальних конструкцій;

2) зниження споживання енергетичних ресурсів на потреби опалення будівлі більш ніж в десять разів, у порівнянні з будівлею, обладнаною класичними системами опалення і вентиляції;

3) зменшення експлуатаційних витрат з енергозабезпечення будівлі, навіть при зростаючих цінах на енергоносії;

4) застосування екологічних технологій сприяють захисту навколишнього середовища і впливають на зниження шкідливих викидів котельнопічного обладнання в атмосферу;

5) практично повна незалежність від зовнішніх інженерних комуніккаций (зовнішніх систем теплопостачання, газопостачання, електропостачання), при використанні в найбільш холодні періоди дизельгенераторов [1-53].



Важливі технологічні складові Пасивного Будинку:

1. Теплоізоляція виключно високого рівня;
2. Добре ізольовані віконні рами з потрійним низькоемісійним склом;
3. Конструкції без теплових містків;
4. Герметична зовнішня оболонка будівлі;
5. Комфортна вентиляція з високою ефективністю рекуперації тепла.

Рис. 2.1. Важливі технологічні складові пасивного будинку [1-52]

2.2. Пасивні системи сонячного опалення

Пасивні системи сонячного опалення є геліосистеми, в яких теплота сонячної радіації поглинається і акумулюється будівельними елементами, а розподіл її по приміщенню відбувається природним шляхом. Пасивні системи опалення здатні забезпечувати до 60% від опалювального навантаження будівлі. Пасивні системи сонячного опалення поділяються на відкриті і закриті. Робота відкритих систем (рис. 2.2) полягає в попаданні сонячних кінцевих променів в опалювальні приміщення через світлопрозорі отвори і нагрівання будівельних конструкцій, які є приймачами і акумулятором теплової енергії (геліонагрівачами).

У закритих системах (рис. 2.3) акумулятором теплоти є потужна захисна конструкція. Прикладом відкритої системи сонячного опалення може бути будівля, всі світлопрозорі конструкції якої зорієнтовані на південь, будівля Ф.У. Хатчинсоном в 1945 р в США [1-50].

Найбільшого поширення набули закриті системи, які мають більш стійкий тепловий режим і меншу залежність від сонячної інсоляції. Прикладом будівлі із закритою пасивною системою опалення є школа, побудована А. Е. Морганом в Великобританії в 1961 р. [1-53].

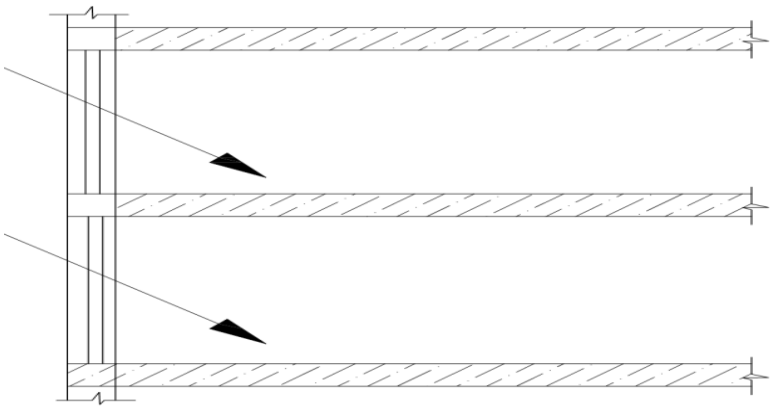


Рис. 2.2. Відкрита система пасивного сонячного опалення

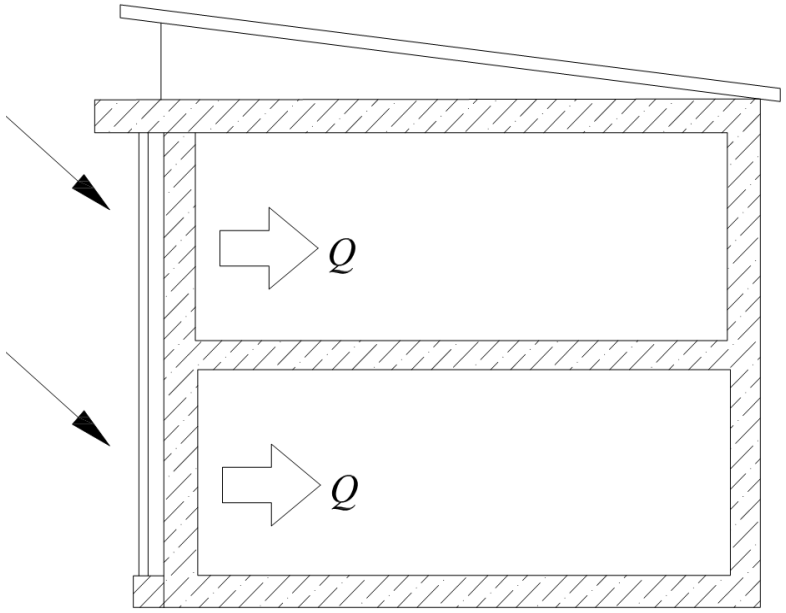


Рис. 2.3. Закрита система пасивного сонячного опалення.

Q - притоки теплоти від нагрітих будівельних конструкцій [1-53]

Найбільшого поширення набули закриті системи, які мають більш стійкий тепловий режим і меншу залежність від сонячної інсоляції. Прикладом будівлі із закритою пасивною системою опалення є школа, побудована А. Е. Морганом в Великобританії в 1961 р.

Недоліками даної системи є нерівномірність нагрівання внутрішнього повітря і відсутність можливості передачі теплого повітря в інші приміщення будівлі [1-53].

В даний час відомі досконаліші конструкції закритих систем пасивного сонячного опалення, що дозволяють домогтися кращого рівномірного нагріву внутрішнього повітря в приміщенні, наприклад, системи Ф. Тромбу - Д. Мішеля (рис. 2.4, 2.5, «сонячний будинок») і Лефевра (рис. 2.6).

У системі «сонячний будинок» забезпечується циркуляція теплоносія через

пасивний геліонагрівач, яким є південна бетонна стіна, відокремлена від зовнішнього повітря подвійним або потрійним заскленням. У нижній і верхній частинах стіни передбачені канали для циркуляції теплоносія (внутрішнього повітря приміщення).

Повітря що знаходиться в повітряному прошарку між склінням і теплоаккумулятором нагрівається в періоди інсоляції і надходить через верхні канали в приміщення. Нагріте повітря заміщується внутрішнім повітрям з меншою температурою.

Основними перевагами даної конструкції є більш висока рівномірність нагріву внутрішнього повітря і можливість забезпечення його циркуляції в суміжних приміщеннях.

При експлуатації закритих систем пасивного сонячного опалення з циркуляційним повітряним прошарком встановлено, що інтенсивний рух повітря біля підлоги поблизу вхідних каналів негативно позначається на здоров'ї мешканців. Для запобігання цьому застосовуються захисні екрани, що представляють собою аеродинамічні затвори. Теплоприймачі виготовляється з матеріалів з високою теплопровідністю і ступенем чорноти $\varepsilon = 0{,}6 \ldots 0{,}9$. Поверхня теплоприймаючої частини може бути виконана як плоскою, так і z-образною, шипованою і лускатої форми. Вибір форми поверхні визначає температуру повітря на виході з геліонагрівача, а також його форму і розмір, збільшуючи корисні теплопритоки з одиниці поверхні [1-53].

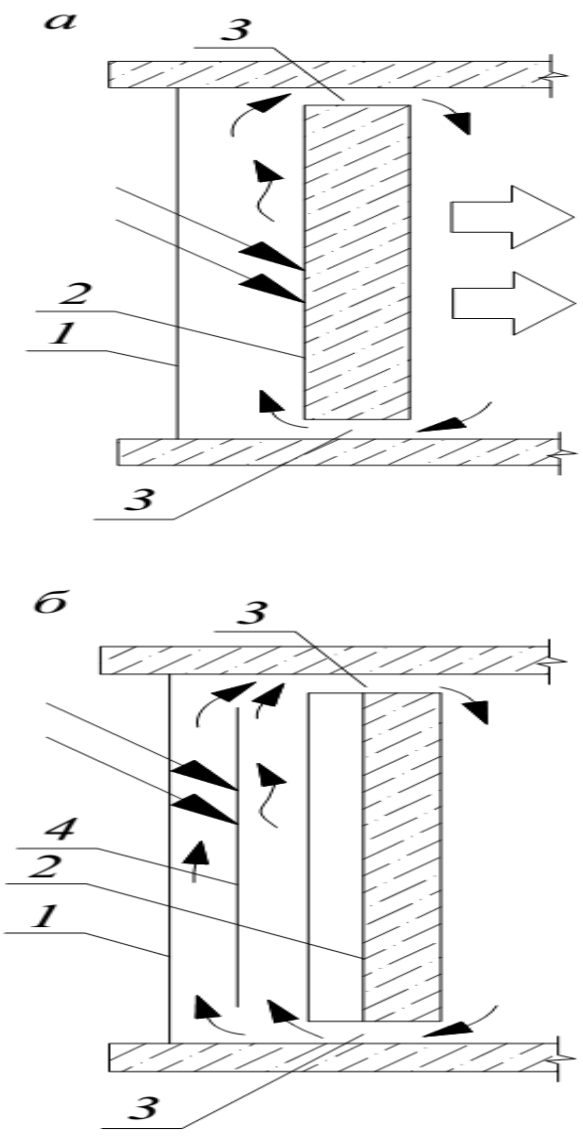


Рис. 2.4. Закрита система пасивного сонячного опалення Тромба– Мішеля (а- без екрана; б - з екраном):

1 - скління;

2 - стіна будівлі;

3 - циркуляційні канали;

4 - теплоприймаючий екран

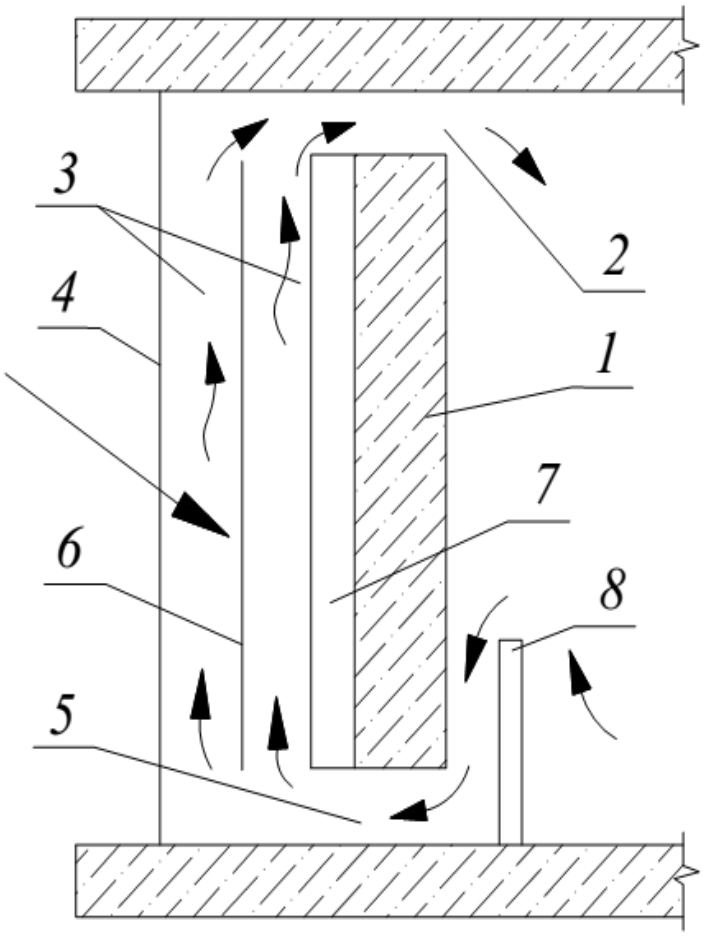


Рис. 2.5. Закрита система сонячного опалення з аеродинамічним затвором [1-53]:

1 - стіна;

2, 5 - вхідній и вихідний повітряні канали; 3 - міжстекольний простір; 4 - скло;

6 – теплоприймальний екран;

7 - теплова ізоляція;

8 - аеродинамічний зазор.

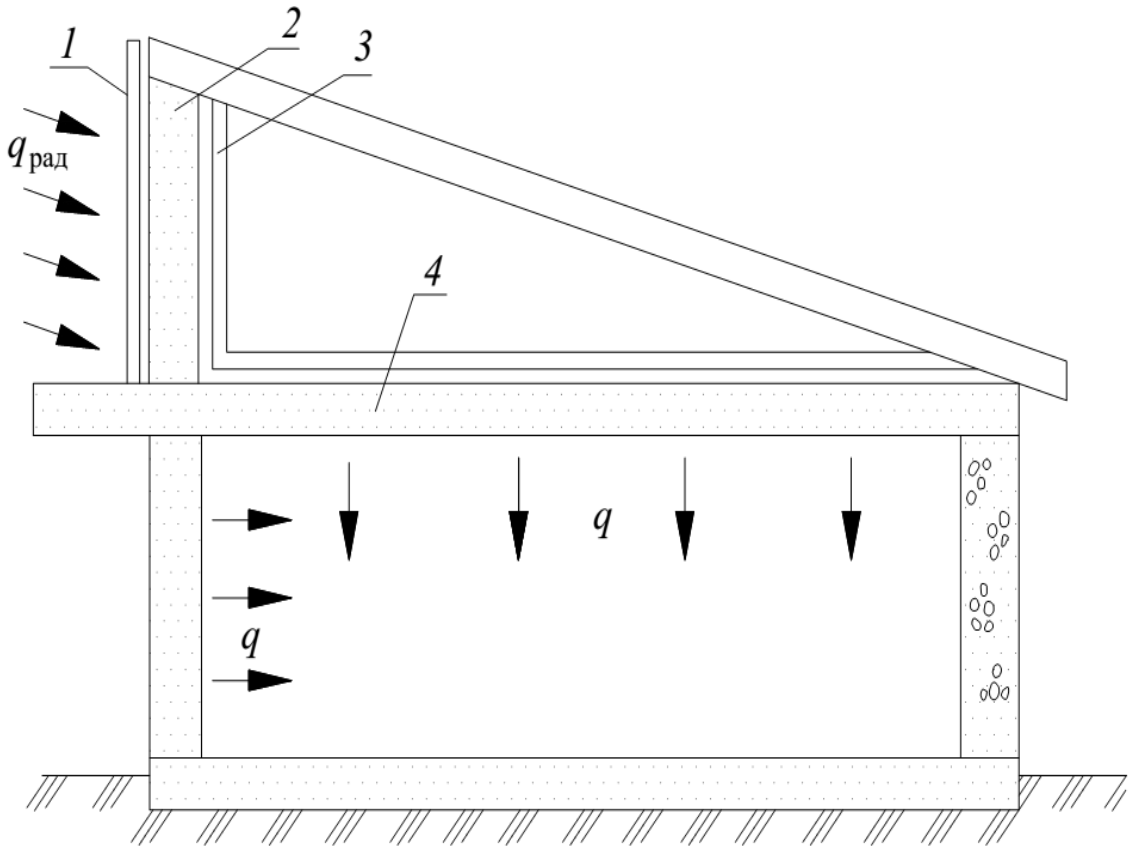


Рис. 2.6. Закрита система пасивного сонячного опалення Лефевра [1-53]:

1 - скління;

2 - теплонакопичувальна стіна;

3 - теплова ізоляція;

4 - теплоакумулююче покриття;

$q_{рад}$ - надходження теплоти сонячної радіації;

q - теплопритоки від нагрітих конструкцій.

Відкриті системи є менш ефективними, ніж закриті і в кліматичних районах з негативними температурами зовнішнього повітря в холодний період року практично не застосовуються.

В даний час відомі різноманітні схеми пасивного сонячного опалення «сонячних будинків». Огороджувальні конструкції будівель такого типу є акумуляторами теплоти, деякі схеми яких наведені на рис. 2.7.

Дані схеми вимагають зниження втрат теплоти акумулятором в навколишнє середовище за рахунок оптимізації його розташування або за рахунок застосування ефективної теплової ізоляції.

Циркуляція повітря при розташуванні акумулятора теплоти в ґрунті вимагає використання примусової вентиляції (рис. 2.7, а). Пристрій акумулятора в конструкції стіни більш ефекфективний, однак для цього необхідні грамотні архітектурні рішення, що забезпечують його органічне включення в простір будівлі.

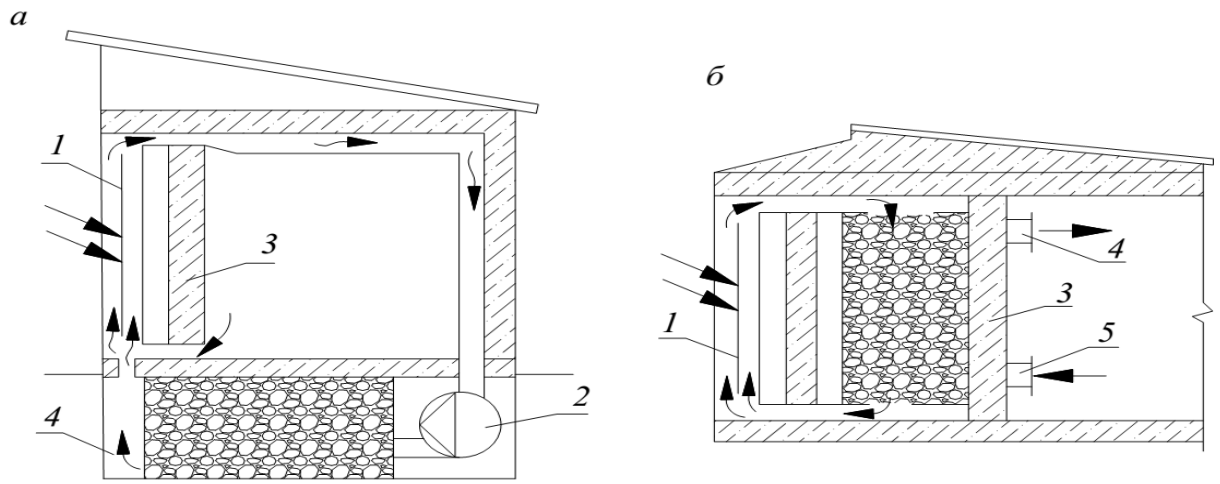


Рис. 2.7. Схеми розташування акумуляторів в закритих системах сонячного опалення (а - в ґрунті; б - в обсязі будівлі) [1-53]:

1 – теплоприймаючий екран; 2 вентилятор;

3 - стіна; 4, 5 - вхідний і вихідний канали.

Теплоакумулююча стіна може являти собою контейнери, заповнені водою (рис. 2.8, а). Контейнери можуть розташовуватися в конструкції плоскої покрівлі, дане технічне рішення називається «Скайтер» (рис. 2.8, б).

Термодіод (рис. 2.8, в) складається з двох контейнерів з водою, розділених шаром ізоляції і з'єднаних зверху і знизу трубчастим каналом. Можливо суміщення пасивної системи сонячного опалення з кам'яною накидкою і повітряним теплоносієм (термосифон), як показано на рис. 2.8, г

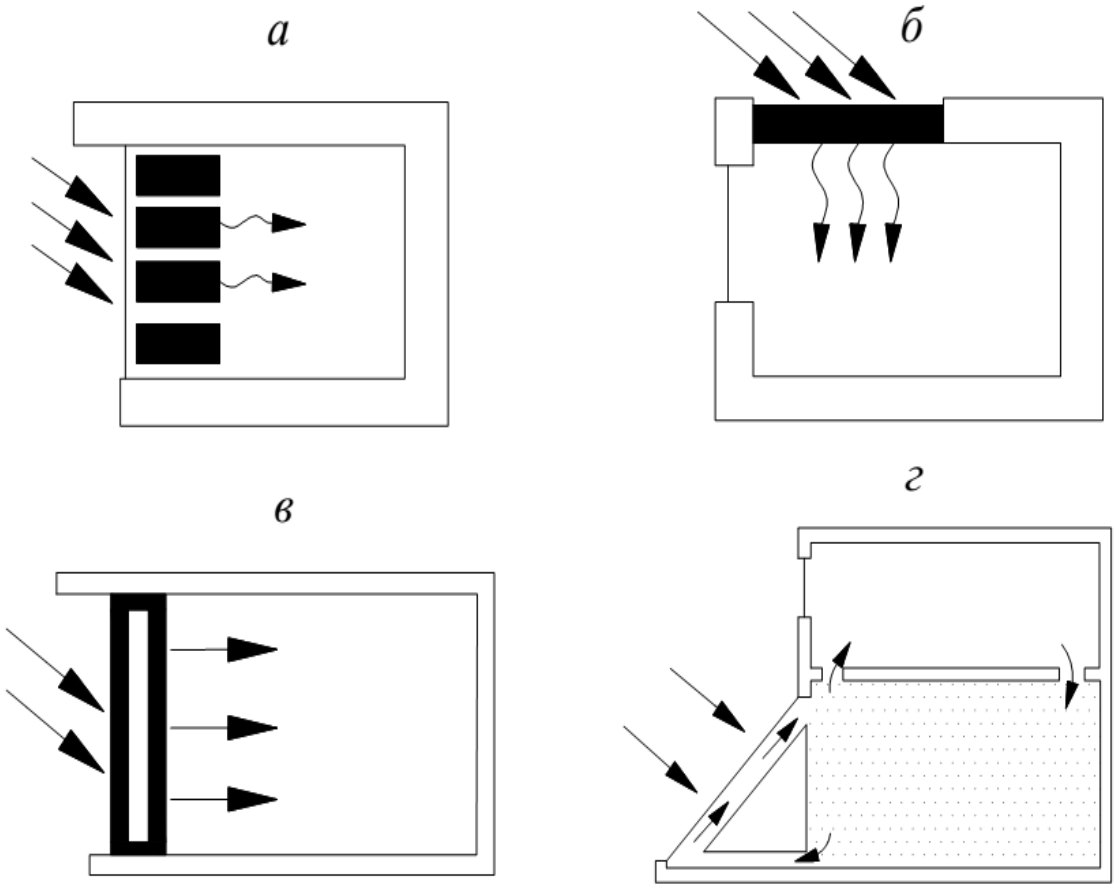


Рис. 2.8. Схеми пасивного сонячного опалення [1-53]:

а - водоналивна стіна; б - водоналивний дах; в - термодіод; г – термосифон.

2.3. Покриття та перекриття що допомагають заощадити енергоресурси

Про важливість конструювання пасивних будинків без містків холоду говорилось в багатьох джерелах. Зазвичай вся увага зауважувалась на матеріалах вікон та їх утепленні, це дуже важливо. Матеріали покриття та перекриття розглядались в значній, але дещо мерщій мірі. Хотілось би звернути увагу що у пасивних будинках малої поверховості, як правило, застосовуються наступні конструкції покриттів покрівлі та горищних перекриттів [1-53]:

1) горищне перекриття з теплової ізоляції, виконане з обмежувачами з І-образних профілів (рис 2.9);

2) горищне перекриття з несучим шаром з залізобетонної плити з зовнішнім шаром теплової ізоляції (рис. 2.10);

3) горищне перекриття з несучим шаром з легкого бетону і зовнішнім шаром теплової ізоляції (рис. 2.11);

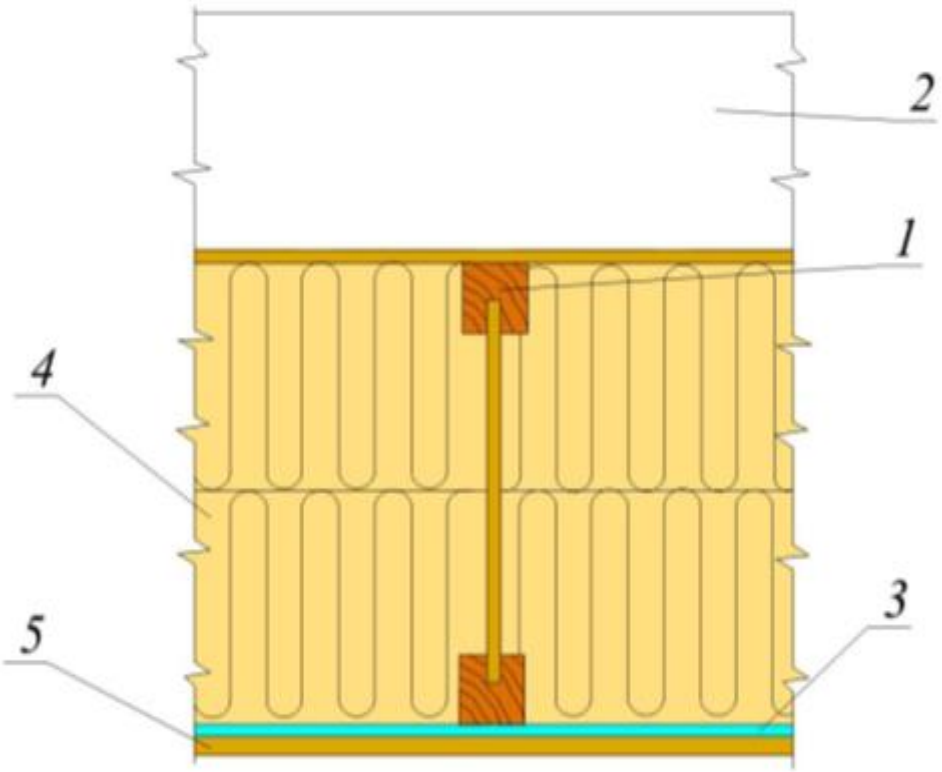
4) горищне перекриття з несучим шаром з пористого бетону і зовнішнім шаром теплової ізоляції (рис. 2.12);

5) покриття покрівлі з профільного листа над опалювальним приміщенням з зовнішнім шаром теплової ізоляції (рис. 2.13).

У разі застосування конструкцій теплової ізоляції горищних перекритів, наведених на рис. 2.9 ... 2.13, утеплювач кладуть на несучу конструкцію поверх шару пароізоляції. Пароізоляційний шар, таким чином, завжди знаходиться в перетині огорожі з позитивними температурами. Мінеральна вата укладається кількома шарами, товщиною 100 мм, з напрямками розкочування перпендикулярними один одному.

На рис. 2.14 ... 2.15 наведені вузли сполучення зовнішніх стін пасивних будинків з конструкціями утеплених підлог по ґрунту. В якості утеплення підлог по ґрунту і зовнішнього утеплення заглиблених частин стін, як правило,

застосовуються плити з пінополістиролу. На рис. 2.15 наведено варіант внутрішнього і зовнішнього утеплення заглибленої в ґрунт частини стіни з зовнішнім і внутрішнім утепленням, з якого видно, що для зменшення втрат теплоти через лінійну теплотехнічну неоднорідність даного вузла сполучення передбачено пристрій термічного вкладиша, виконаного з будівельної піни (поз. 6).



1 - І-образний профіль

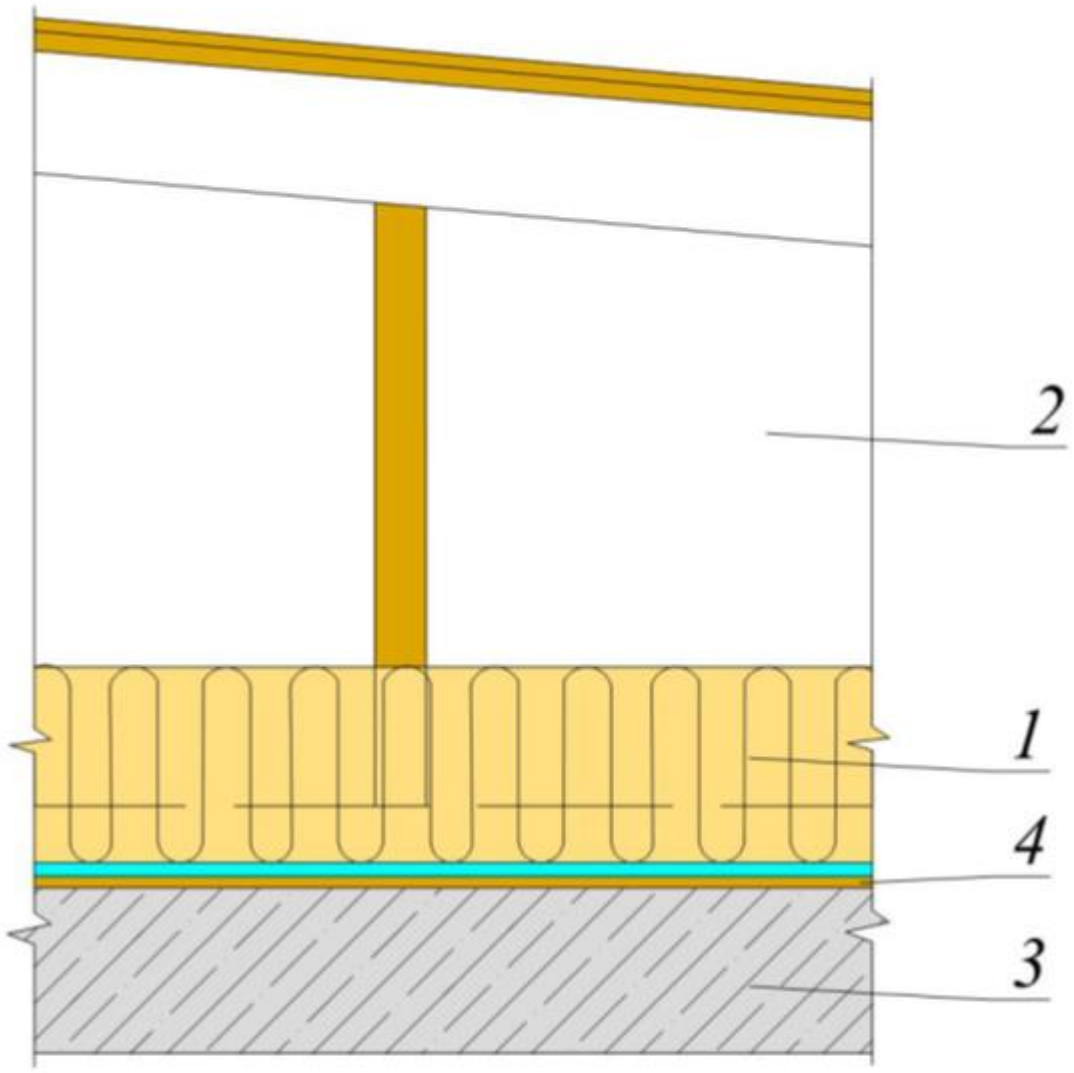
2 - горищне приміщення

3 – пароізоляція

4 - теплова ізоляція

5 - внутрішня обшивка

Рис. 2.9. Конструкція горищного перекриття з І-образним профілем [1-53].



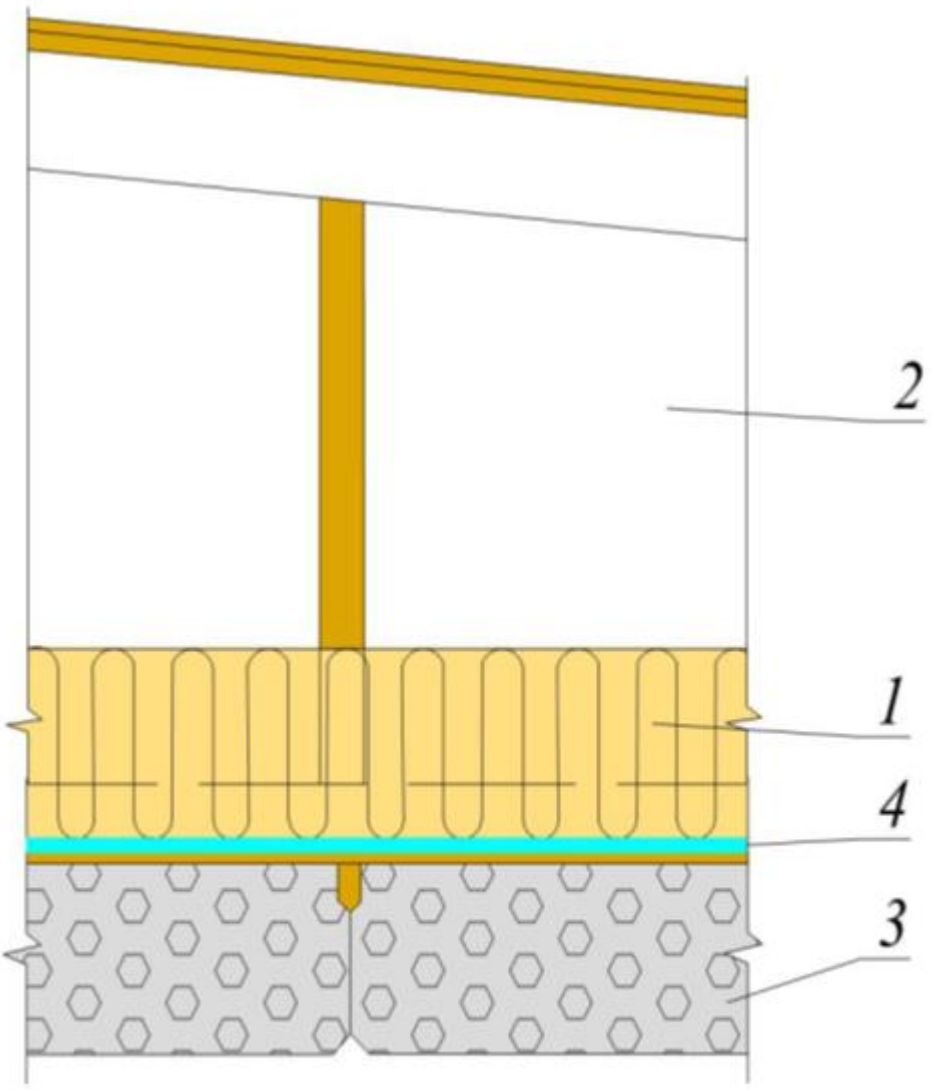
1 - теплова ізоляція;

2 - горищне приміщення;

3 - ж / б плита перекриття;

4 - пароізоляція

Рис. 2.10. Конструкція ж / б горищного перекриття [1-53].



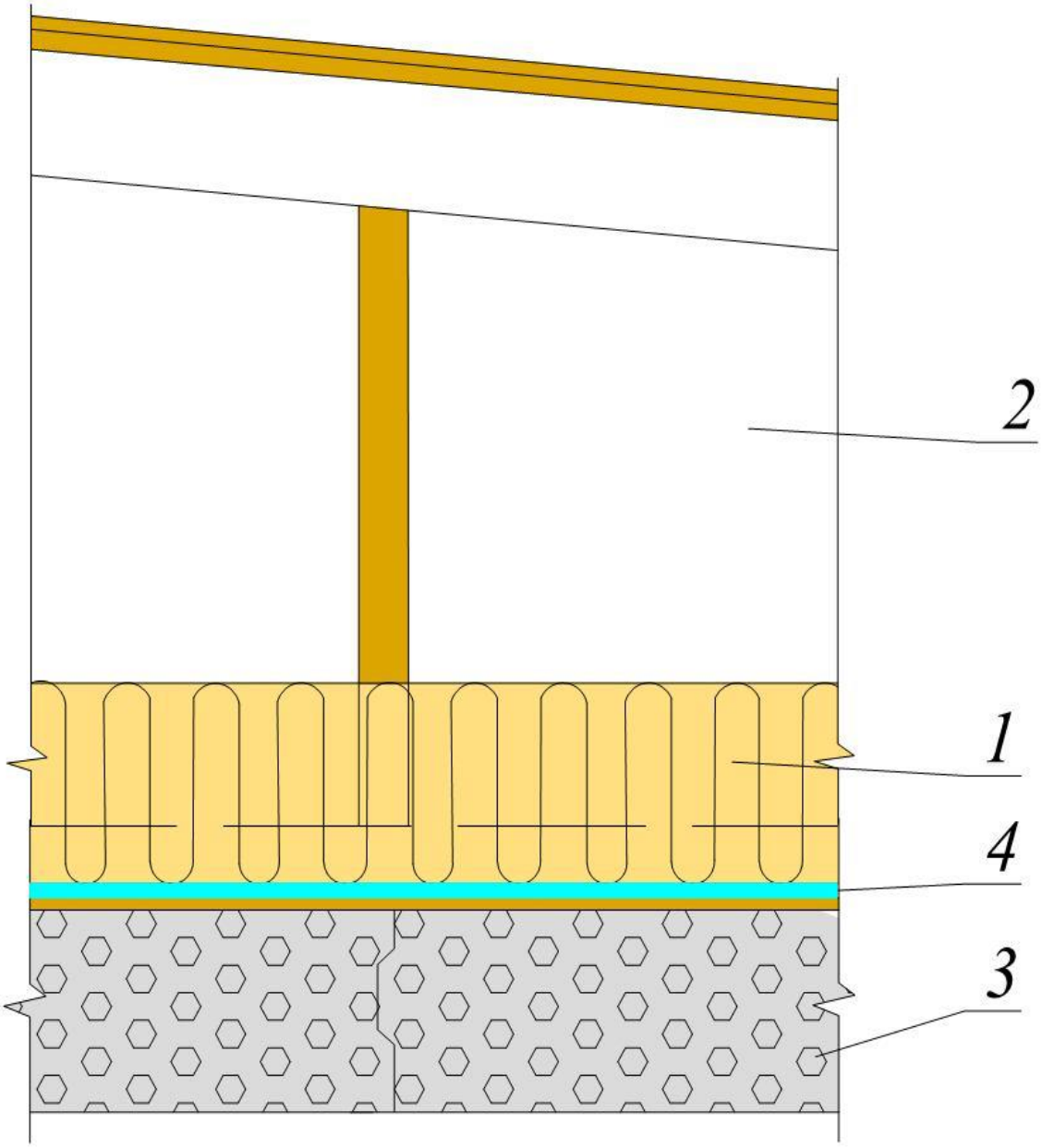
1 - теплова ізоляція

2 - горищне приміщення

3 – шар легкого бетону

4 – пароізоляція

Рис. 2.11. Конструкція горищного перекриття з легкого бетону [1-53]



: 1 -

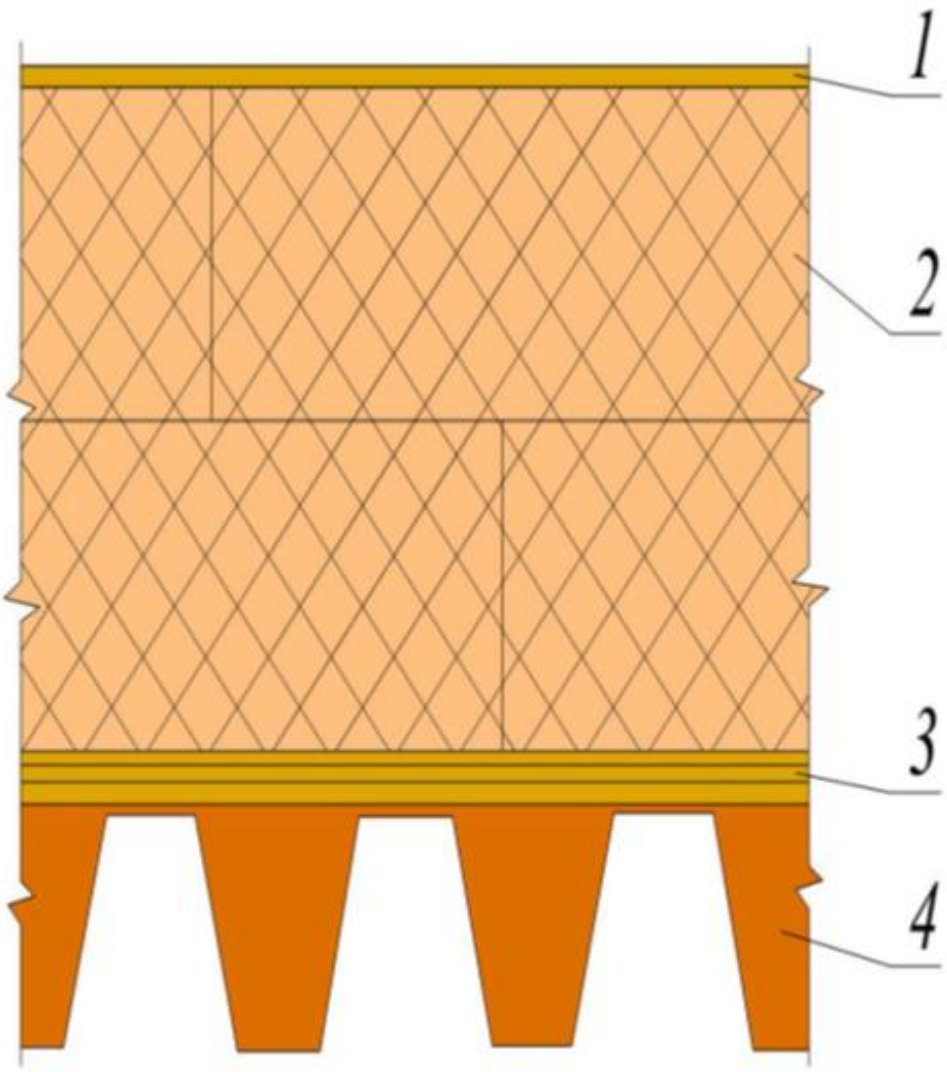
теплова ізоляція

2 - горищне приміщення

3 - шар пористого бетону

4 – пароізоляція.

Рис. 2.12. Конструкція горищного перекриття з пористого бетону [1-57]



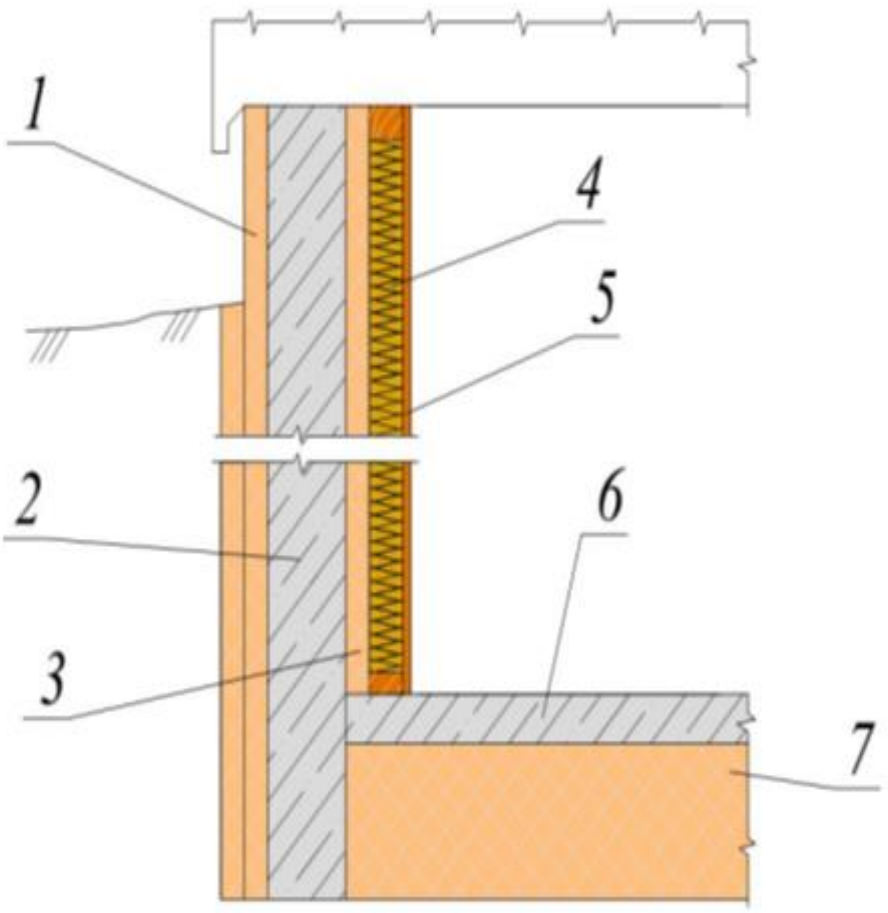
1 - зовнішнє покриття

2 - теплова ізоляція

3 - пароізоляція

4 - гофрований сталевий лист

Рис. 2.13. Конструкція покриття покрівлі із сталевих листів [1-57]



1, 3 – пінополістирол

2 - ж / б стіна

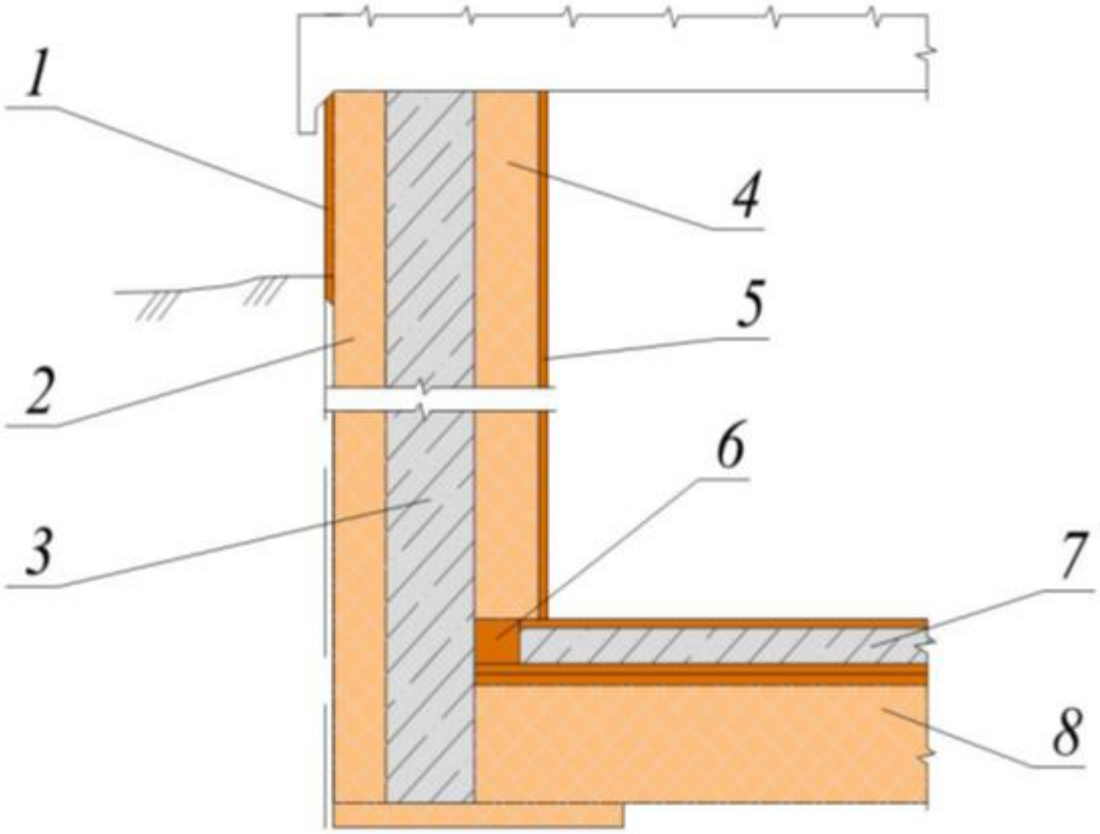
4 - плити з мінеральної вати

5 – гіпсокартон

6 - армована цементно-піщана стяжка

7 - два шари жорстких плит пінополістиролу

Рис. 2.14. Утеплення вузла сполучення підлоги по ґрунту з зовнішнім і внутрішнім утепленням (внутрішній шар теплової ізоляції з пінополістиролу і мінеральної вати) [1-57]



1 - штукатурка;

2, 4 - пінополістирол;

3 - ж / б стіна;

5 - гіпсокартон;

6 - термічний вкладиш (будівельна піна);

7 - армована цементно піщана стяжка;

8 - два шари жорстких плит пінополістиролу.

Рис. 2.15. Утеплення вузла сполучення підлоги по ґрунту з зовнішнім і внутрішнім утепленням (внутрішній шар теплової ізоляції з пінополістиролу) [1-57]

2.4. Сучасні методи автоматизації будинку та приміщень

Застосування сучасних методів автоматизації дає такі переваги:

1. Автоматизація дозволяє економити. Це відноситься до ефективності інженерних систем будинку і домашнього господарства. Наприклад, одним натисканням кнопки, може контролювати термостати і вимкнути світло там, де воно не потрібне, або там де його забули вимкнути.

2. Автоматизований будинок робить життя людини більш зручним. Людина дякуючи «розумним» технологіями може контролювати і управляти всіма типами електронних пристроїв (освітлення, опалення та кондиціонування, аудіо та відеообладнання безпеки, і т.д.) з екрану смартфона або планшета.

3. «Розумний будинок» створює комфортне середовище для життя. Завдяки здатності оперативно контролювати і управляти різними електронними елементами, система автоматизації гарантує максимальний для користувача комфорт.

Датчики в оперативному режимі вимірюють показники, які автоматично оцінюють і порівнюють з нормальними для певної людини параметрами. Сучасні системи «розумного будинку» здатні поступово навчатися способу життя людини, постійно підлаштовуються під його вимоги.

4. Автоматизація дозволяє підвищити безпеку житла, встановити автоматичне оповіщення про проникнення в будинок по руху всередині будинку, причому контроль таких параметрів буде здійснюватися дистанційно, за допомогою смартфонів і інших пристроїв. Якщо поглянути ширше то, така система може контролювати не тільки кількість людей або тварин в кімнаті, але і їх фізичний стан, що дуже важливо для створення інклюзивного середовища або для людей у віці, які живуть одні.

Аналізуючи літературу за технологіями побудови «розумного будинку», було виділено кілька основних вимог, які повинні дотримати розробники.

Найсуттєвішим вимогою є - сумісність. Ця вимога має на увазі наявність загальних стандартів і протоколів для забезпечення сумісності між різними електронними пристроями. На жаль, ця вимога так до кінця залишається не реалізованою.

Для вирішення проблеми сумісності між пристроями, виробники домашніх систем автоматизації створюють на час реалізації проекту партнерства, в рамках яких створюють пристрої, сумісні з продукцією іншого виробника. Пристрої, виготовлені в рамках крос-ліцензійних угод, злагоджено працюють.

Інше рішення проблеми сумісності - використання в своїх системах комунікаційних рішень, заснованих на технологічних стандартах. Дані стандарти нехай частково, але дозволяють вирішити проблеми, при цьому, як правило, значно здешевлюють системи. Наприклад, багато виробників включили технологію управління через Z-Wave в свої продукти автоматизації, таким чином, пристрої можуть легко спілкуватися між собою і з сумісними продуктами іншого виробника [1-50].

Технології «розумного будинку» неможливо реалізувати без забезпечення віддаленого доступу.

Віддалений доступ дозволяє користувачам контролювати середовище свого будинку і змінювати, наприклад, параметри налаштування світла, термостата і інших механізмів з ноутбука, планшета або мобільного телефону через мережу Інтернет. Великим плюсом до того ж є обслуговування системи, без відвідування «розумного будинку», що здешевлює сервіс і зручно для мешканців будинку.

Для забезпечення зв'язку «розумного будинку» існує кілька способів.

Використання протоколу TCP-IP

Даний протокол здатний забезпечити підключення до мережі як через глобальну мережу Інтернет, так всередині «розумного будинку» без виходу в Інтернет по локальній мережі [1-53].

Технологія WI-FI

Незаперечною перевагою в використанні технології WI-FI, є монтаж бездротової системи, що дозволяє пов’язувати в мережу комп'ютери, планшети, смартфони, мікроконтролери та інші пристрої, забезпечувати їм вихід в Інтернет. Недоліком даної технології є достатньо високе екранування сигналу WI-FI і низька захищеність від несанкціонованого доступу [1-53].

технологія Bluetooth

Як і Wi-Fi, технологія Bluetooth є бездротовою і забезпечує обмін інформацією між пристроями на доступною радіочастотою для ближнього зв'язку. Наприклад, між комп'ютером і мобільним телефоном, комп'ютером і ноутбуком, мобільним телефоном і телевізором і т. д. Bluetooth-пристрої сумісні і працюють на частоті 2,45 ГГц. Радіус дії Bluetooth, як правило, від 10 до 100 метрів, і залежить від наявності перешкод. На даний момент створюється стандарт нового класу. який зможе передавати дані на відстані до 40 км. В даному стандарті буде вирішена проблема екранування: для зв'язку технічним пристроями необов’язково перебувати в зоні видимості один одного [1-57].

Дуже високі вимоги при проектуванні «розумного будинку» пред'являються до технічного і програмного забезпечення.

Для обладнання важливою вимогою є наявність стабільного електропостачання, підведеного до певного місця, де встановлений датчик, забезпечення зв'язку з мікроконтролером, правильний і безпечний монтаж і багато іншого.

При проектуванні «розумного будинку» проводиться технічна оцінка приміщення, визначається ступінь автоматизації, розміщення лінії зв'язку.

Кожна система автоматизації складається з датчиків, пристроїв обробки, аналізу та зберігання інформації і виконавчих механізмів.

Одним з основних елементів «розумного будинку» є система датчиків. У «розумному будинку» найчастіше застосовуються такі види датчиків [1-53]:

Датчик руху. Найчастіше застосовуються пасивні датчики руху (PIR), принцип дії яких заснований на вимірі фонової температури. При виборі датчиків руху враховується наявність в будинку тварин, оскільки деякі датчики можуть реагувати не тільки на людину, але і, наприклад, на кішку.

2. Датчики вимірювання температури, тиску і вологості повітря. Ці датчики широко використовуються в системах управління кліматом. Як правило встановлюються в кожному приміщенні «розумного будинку».

3. Датчик освітленості. Може використовуються як для освітлення приміщення, так і контролю тривалості світлового дня, хоча багато датчиків освітленості визначають математичним чином час сходу і заходу сонця, виходячи з географічних координат і часу.

4. Датчики розбиття скла. Призначені для побудови системи безпеки. Вони реагують на звук літака, розбивання скла і короткочасний звук, недоступний вуху людини, який виникає при прогині скла.

5. Датчики вимірювання якості повітря. Датчики цього типу дозволяють вести контроль рівня оксиду вуглецю CO в повітрі, склад метану, наявність диму, рівень запиленості. Такі датчики можуть використовуватись для системи безпеки і пожежної сигналізації, а також систем вентиляції.

Для обробки даних з датчиків в «розумних будинках» використовуються контролери, панелі управління або комп'ютери.

Ключовим параметром при виборі контролера є його швидкодія. Саме від цього параметра залежить швидкість реакції на події, а значить і складність

алгоритмів, використаних для їх аналізу. Швидкодію контролера має прямий вплив на його швидкість і спожиту потужність.

Після обробки інформації з датчиків, контролер передає керуюче дію на виконавчі пристрої. У цей момент відбувається багаторазове перетворення електричного сигналу від контролера в механічне, звукове або світовое. Як виконавчі пристрої використовуються лампи розжарювання, світлодіодні стрічки, електродвигуни, електромагнітні клапани. Проблема сполучення контролера з виконавчими пристроями полягає в тому, що контролер працює на дуже низькій напрузі і володіє малою потужністю, тому не може безпосередньо керувати подібними пристроями. Для управління виконавчими пристроями використовують силові елементи, які можуть бути виконані як самостійно, так і в складі виконавчого пристрою.

При проектуванні «розумного будинку» важливим питанням є монтаж кабельної інфраструктури. Виходячи з організації простору будівлі, сучасні бездротові системи не завжди здатні забезпечити стабільний зв'язок між пристроями і контролером, тому поряд з беспровідним підключенням, монтується кабельна система.

Важливим компонентом автоматизованої системи є програмне забезпечення.

Програмне забезпечення для управління «розумного будинку» має працювати на всіх пристроях від комп'ютера до смартфона на операційних системах Windows, Android, iOs, підключається до контролера через Wi-Fi або інтернет протокол зв'язку (ModBus TCP). Підтримувати роботу з більшістю промислових контролерів, наприклад, Beckhoff і ОВЕН. Програмне забезпечення повинно мати зрозумілий і зручний інтерфейс, адаптований для різних типів пристроїв.

До базових функцій програми можна віднести наступні:

- управління системами освітлення (в тому числі різнокольоровими світлодіодними стрічками і лампами із змінною яскравістю світіння);

управління кліматом кожного приміщення;

- зв'язок з системами охоронної і пожежної сигналізації;
- зв'язок з системами вентиляції і кондиціонування;
- контроль споживаної потужності за кількома фазами з вимкнення непріоритетних навантажень;
- управління розетками та іншими електроприладами;
- установка на будь-яку кількість пристроїв, управління через Wi-Fi або Інтернет;
- контроль і запобігання аварій: витік води, витік газу і т.д .;
- збір інформації зі лічильників води, газу і електрики;
- управління за сценаріями і предвстановлення користувачем;
- доступ до контролера через локальну мережу або через зовнішню IP адресу;
- відображення зображення з IP відео-камер та ін. [1-57].

РОЗДІЛ 3
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ

Будинок приміщення котрого вибрані для розрахунку Рис.3.1. План та фото будівлі в якій вибрані приміщення для розрахунків зображено на Рис. 3.2. Рис. 3.3.

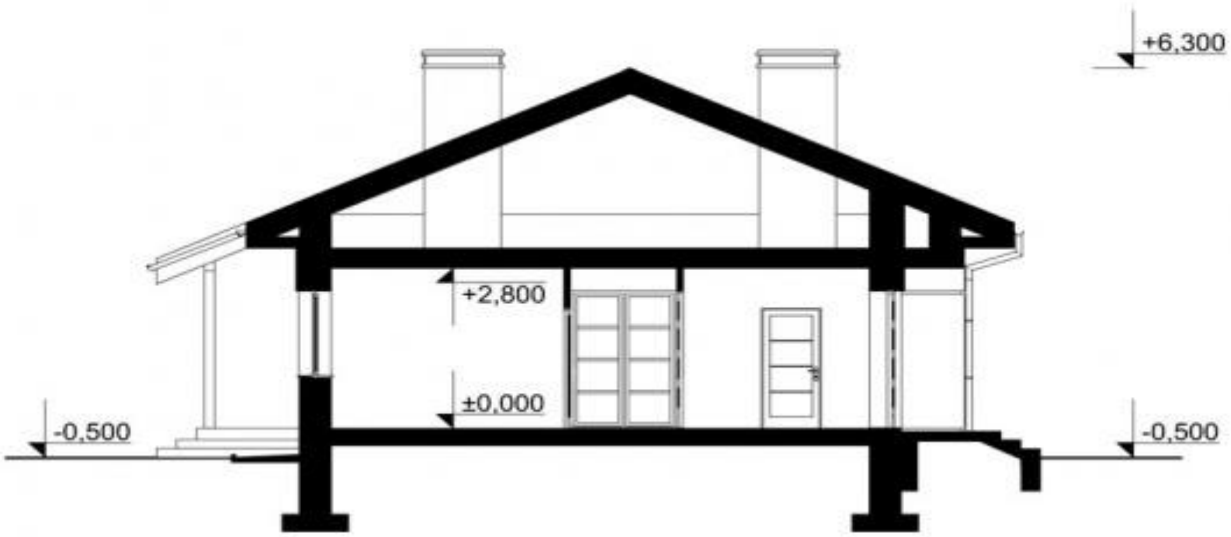


Рис. 3.1. Будинок приміщення котрого вибрані для розрахунку [1-57]

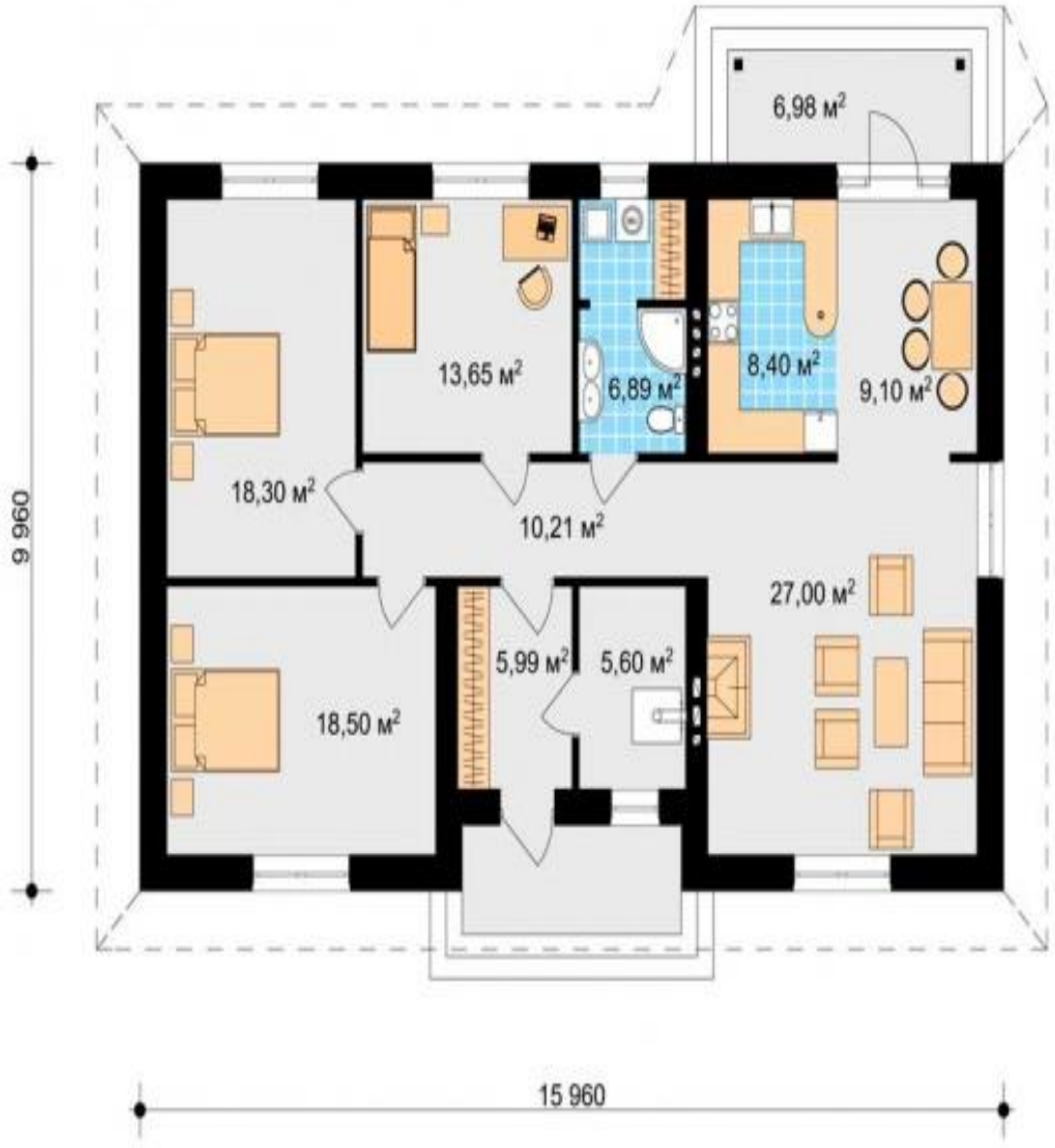


Рис. 3.2. План будівлі в якій вибрані приміщення для розрахунків [1-57]



Рис. 3.3. Фото будівлі в якій вибрані приміщення для розрахунків [57]

Вхідні дані:

Стіна з трьох вибраних шарів:

1. Цегла глиняна. $\rho = 1700$ кг/м^3
2. Цегла силікатна. $\rho = 1800$ кг/м^3
3. Плита ДВП. $\rho = 800$ кг/м^3

Товщина першого матеріалу: $\delta = 0{,}25$ м.

Товщина другого матеріалу: $\delta = 0{,}27$ м.

Товщина третього матеріалу: $\delta = 0{,}01$ м.

Коефіцієнт теплопровідності першого матеріалу: $\lambda = 0{,}64$ Вт/(м·К).

Коефіцієнт теплопровідності другого матеріалу: $\lambda = 0{,}76$ Вт/(м·К).

Коефіцієнт теплопровідності третього матеріалу: $\lambda = 0{,}19$ Вт/(м·К).

Термічний опір конструкції зовнішньої стіни – R.

Формула обчислення:

$$R = R_в + R_1 + R_2 + R_3 + R_з \text{ [51]} \quad (3.1)$$

Вираховуємо термічний опір окремо для кожного шару зовнішньої стіни (R_1, R_2, R_3).

Формула обчислення термічного опору для кожного шару:

$$R_n = \delta_n / \lambda_n \text{ [51]} \quad (3.2)$$

Звідси:

$R_1 = 0,25 / 0,64 = 0,39$ Вт/(м^2·К).

$R_2 = 0,27 / 0,76 = 0,35$ Вт/(м^2·К).

$R_3 = 0,01 / 0,19 = 0,052$ Вт/(м^2·К).

$R_в = 1/\alpha_в$ [51] – термічний опір теплообміну на внутрішній поверхні стіни.

$\alpha_в$ – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні стіни, Вт/(м^2·К), його при обчисленнях приймаємо рівним $\alpha_в = 8,7$ Вт/м^2·К.

$R_з = 1/\alpha_з$ – термічний опір теплообміну на зовнішній поверхні стіни.

$\alpha_з$ – коефіцієнт теплообміну на зовнішній поверхні стіни, його при обчисленнях приймаємо рівним $\alpha_н = 23$ Вт/м^2·К.

Отже:

$R = 1 / 23 + 0,39 + 0,35 + 0,052 + 1 / 8,7 = 0,947$ м^2·К/Вт.

Мінімально допустиме значення R_{qmin} опору теплопередачі зовнішньої конструкції = 3,3 м^2·К/Вт[51]. Робимо висновок, що трьох вибраних шарів недостатньо для виконання мінімальної норми, отже необхідно додати іще один шар ізоляції. Для виконання норми, при умові, що витрати на ізоляційний шар

мають бути мінімальними, вирахуємо термічний опір ізоляційного шару $R_{із}$, якого недостатньо для досягнення норми, тому:

$$R_{із} = R_{qmin} – R = 3,3 – 0,947 = 2,35 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

Вибраний нами ізолятор – пінополістирольна плита.

Коефіцієнт теплопровідності вибраного ізолятора $\lambda = 0,041$ Вт/(м·К).

Дізнатися, якою буде товщина ізоляційного шару можемо з формули

$$R_n = \delta_n / \lambda_n [51] \quad (3.3)$$

Звідси:

$$\delta_{із} = R_{із} \cdot \lambda_{із} = 2,35 \cdot 0,41 = 0,096 \text{ м.}$$ (приймаємо найближчу до стандартного ряду теплоізоляції $\lambda_{із} = 0,1$ м).

Далі визначаємо теплові втрати кожної з кімнат окремо.

Формула обчислення:

$$Q = Q_a + Q_b [51] \quad (3.4)$$

Q_a – теплові втрати через огороджувальні конструкції (чотири вибрані шари) приміщення, кВт.

Q_b – витрати теплоти на нагрівання холодного повітря, що надходить у приміщення, кВт.

Формула для розрахунку теплових втрат через огороджувальні конструкції:

$$Q_a = 1 / R_0 \cdot A \cdot (t_в – t_з) \cdot (1 + \sum\beta) \cdot n \cdot 10^{-3}\ [51] \qquad (3.5)$$

R_0 – термічний опір теплопередачі огородження з ізоляцією $R_{0ст} = 3,3$ (К·м^2)/ Вт.

Термічний опір без ізоляції $R_{0ст} = 0,947$ (К·м^2)/ Вт.

Опір теплопередачі для світлопрозорих конструкцій $R_{0в} = 0,5$(К·м^2)/ Вт.

А – розрахункова площа поверхні огородження.

Згідно с планом будівлі, площа вікна $S_в = L_в \cdot H_в = 1,5 \cdot 1,3 = 1,95$ м^2.

Площа стіни $S_{ст1} = L_{ст1} \cdot H_{ст} = 5,3 \cdot 2,8 = 14,9$ м^2.

$A_I = S_{ст1} – S_в = 14,9 – 1,95 = 12,95$ м^2.

$t_в = 18\ ^0$C (допустима температурна норма у житловому приміщенні).

$t_з = -23\ ^0$C (розрахункова температура зовнішнього повітря для систем опалення).

β - коефіцієнт додаткових теплових втрат в частках від основних. При типовому проектуванні β для західних стін дорівнює 0,05; для північних стін β = 0,1. Для південних стін β = 0. [51]

n – коефіцієнт, що враховує розташування зовнішнього огородження (приймаємо за 1).

Звідси, для стін та вікна окремо:

- без ізоляції:

$Q_{ст1} = 1 / 0,947 \cdot 12,95 \cdot (18 + 23) \cdot 1 \cdot 1 = 1,05 \cdot 12,95 \cdot 41 \cdot 1,05 = 560,6$ Вт.

$Q_{в} = 1 / 0,5 \cdot 1,95 \cdot 41 \cdot 1 = 159,9$ Вт.

$Q_{ст2} = 1 / 0,947 \cdot 11,2 \cdot 41 \cdot 1,05 = 1,05 \cdot 482,16 = 506,2$ Вт.

Для стелі:

Опір теплопередачі для горищніх перекриттів $R_{г} = 2,7$ (К·м^2)/ Вт.

$A_{ІІІ} = L_{ст1} \cdot L_{ст2} = 5,3 \cdot 4 = 21,2$ м^2.

$Q_{г1} = 1 / 2,7 \cdot 21,2 \cdot 41 = 0,37 \cdot 869,2 = 321,6$ Вт.

Для підлоги:

Термічний опір 1-ї зони, що прилягає до зовнішніх стін $R_{0пI} = 2,1$ К·м^2/ Вт; для 2-ї зони $R_{0пII} = 4,3$ К·м^2/ Вт.

$A_{пI} = 2 \cdot 5,3 + 2 \cdot 4 = 18,6$ м^2.

$Q_{пI} = 1 / 2,1 \cdot 18,6 \cdot 41 = 0,47 \cdot 762,6 = 358,4$ Вт.

$A_{пII} = (4 - 2) \cdot (5,3 – 2) = 6,6$ м^2.

$Q_{пII} = 1 / 4,3 \cdot 6,6 \cdot 41 = 0,23 \cdot 270,6 = 62,2$ Вт.

$Q_{п1} = Q_{пI} + Q_{пII} = 62,2 + 358,4 = 420,6$ Вт.

$Q_a = Q_{ст1} + Q_{ст2} + Q_в + Q_г + Q_п = 560,6 + 506,2 + 159,9 + 321,6 + 420,6 =$

$= 1952,9$ Вт.

Тепловитрати на інфільтрацію:

$Q_b = 0,337 \cdot A_{III} \cdot H \cdot (t_в - t_з) \cdot 10^{-3}$ [51] $= 0,337 \cdot 21,2 \cdot 2,8 \cdot 41 = 820$ Вт.

Загалом:

$Q = Q_a + Q_b = 1968,2 + 820 = 2788,2$ Вт.

- з ізоляцією:

$Q_{ст1} = 1 / 3,3 \cdot 12,95 \cdot (18 + 23) \cdot 1 \cdot 1 = 0,3 \cdot 12,95 \cdot 41 \cdot 1 = 159,2$ Вт.

$Q_в = 1 / 0,5 \cdot 1,95 \cdot 41 \cdot 1 = 159,9$ Вт.

$A_{II} = S_{ст2} = L_{ст2} \cdot H_{ст} = 4 \cdot 2,8 = 11,2$ м^2.

$Q_{ст2} = 1 / 3,3 \cdot 11,2 \cdot 41 \cdot 1,05 = 0,3 \cdot 482,16 = 144,6$ Вт.

Загальні тепловитрати кімнатою через огороджувальні конструкції:

$Q_a = Q_{ст1} + Q_{ст2} + Q_в + Q_{г1} + Q_{п1} = 159,2 + 159,9 + 144,6 + 321,6 + 420,6 =$

$= 1205,9$ Вт.

Тепловитрати на інфільтрацію:

$Q_b = 0,337 \cdot A_{III} \cdot H \cdot (t_в - t_з) \cdot 10^{-3} = 0,337 \cdot 21,2 \cdot 2,8 \cdot 41 = 820$ Вт.

Загалом:

$Q = Q_a + Q_b = 1205,9 + 820 = 2025,9$ Вт.

Різниця у тепловтратах огорождувальної конструкції без ізоляції та з ізоляцією:

2788,2 – 2025,9 = 762,3 Вт.

Далі вирахуємо тепловтрати другої кімнати через зовнішні стіни.

Згідно с планом будівлі, площа другого вікна та ж сама $S_{в2} = S_{в1} = 1,95$ м^2.

Площа стіни $S_{ст3} = L_{ст3} \cdot H_{ст} = 3,1 \cdot 2,8 = 8,68$ м^2.

$A_I = S_{ст3} – S_в = 8,68 – 1,95 = 6,73$ м^2.

$t_в = 18\ ^0$C (допустима температурна норма у житловому приміщенні).

$t_з = -23\ ^0$C (розрахункова температура зовнішнього повітря для систем опалення).

β - коефіцієнт додаткових теплових втрат в частках від основних. При типовому проектуванні β для західних стін дорівнює 0,05; для північних стін β = 0,1. На південних стін β = 0.

n – коефіцієнт, що враховує розташування зовнішнього огородження (приймаємо за 1).

Звідси, для стін та вікна окремо:

- без ізоляції:

$Q_{ст3} = 1 / 0,947 \cdot 6,73 \cdot (18 + 23) \cdot 1,05 \cdot 1,1 = 1,05 \cdot 6.73 \cdot 41 \cdot 1,05 = 318,6$ Вт.

$Q_в = 1 / 0,5 \cdot 1,95 \cdot 41 \cdot 1,1 = 175,9$ Вт.

$A_{II} = S_{ст4} = L_{ст4} \cdot H_{ст} = 6 \cdot 2,8 = 16,8$ м^2.

$Q_{ст4} = 1 / 0,947 \cdot 16,8 \cdot 41 \cdot 1,05 = 1,05 \cdot 723,24 = 759,4$ Вт.

Для стелі:

Опір теплопередачі для горищніх перекриттів незмінний $R_г = 2,7$ (К·м^2)/ Вт.

$A_{III} = L_{ст3} \cdot L_{ст4} = 3,1 \cdot 6 = 18,6$ м^2.

$Q_{г2} = 1 / 2,7 \cdot 18,6 \cdot 41 = 0,37 \cdot 762,6 = 282,1$ Вт.

Для підлоги:

Термічний опір 1-ї зони, що прилягає до зовнішніх стін $R_{0пI} = 2,1$ К·м^2/ Вт; для 2-ї зони $R_{0пII} = 4,3$ К·м^2/ Вт.

$A_{пI} = 2 \cdot 6 + 2 \cdot 3,1 = 18,2$ м^2.

$Q_{пI} = 1 / 2,1 \cdot 18,2 \cdot 41 = 0,47 \cdot 746,2 = 350,7$ Вт.

$A_{пII} = (6 - 2) \cdot (3,1 – 2) = 4,4$ м^2.

$Q_{пII} = 1 / 4,3 \cdot 4,4 \cdot 41 = 0,23 \cdot 180,4 = 41,5$ Вт.

$Q_{п2} = Q_{пI} + Q_{пII} = 350,7 + 41,5 = 392,2$ Вт.

$Q_а = Q_{ст1} + Q_{ст2} + Q_в + Q_г + Q_п = 318,6 + 759,4 + 175,9 + 282,1 + 392,2 = 1927,6$ Вт.

Тепловитрати на інфільтрацію:

$Q_b = 0,337 \cdot A_{Ш} \cdot H \cdot (t_в – t_з) \cdot 10^{-3} = 0,337 \cdot 16,8 \cdot 2,8 \cdot 41 = 719,5$ Вт.

Загалом:

$Q = Q_a + Q_b = 1927,6 + 719,5 = 2647,1$ Вт.

- з ізоляцією:

$Q_{ст3} = 1 / 3,3 \cdot 6,73 \cdot (18 + 23) \cdot 1,05 \cdot 1 = 0,3 \cdot 6.73 \cdot 41 \cdot 1,1 = 91,05$ Вт.

$Q_в = 1 / 0,5 \cdot 1,95 \cdot 41 \cdot 1,1 = 175,9$ Вт.

$A_{II} = S_{ст4} = L_{ст4} \cdot H_{ст} = 6 \cdot 2,8 = 16,8$ м^2.

$Q_{ст4} = 1 / 3,3 \cdot 16,8 \cdot 41 \cdot 1,05 = 0,3 \cdot 723,24 = 216,9$ Вт.

Загальні тепловитрати кімнатою через огороджувальні конструкції:

$Q_a = Q_{ст3} + Q_{ст4} + Q_в + Q_{г2} + Q_{п2} = 91,05 + 175,9 + 216,9 + 282,1 + 392,2 =$

$= 1158,15$ Вт.

Тепловитрати на інфільтрацію:

$Q_b = 0,337 \cdot A_{Ш} \cdot H \cdot (t_в – t_з) \cdot 10^{-3} = 0,337 \cdot 16,8 \cdot 2,8 \cdot 41 = 719,5$ Вт.

Загалом:

$Q = Q_a + Q_b = 1158,15 + 719,5 = 1877,65$ Вт.

Різниця у тепловтратах огорождувальної конструкції без ізоляції та з ізоляцією:

2647,1 – 1877,65 = 769,45 Вт.

Висновок: приведений розрахунок приміщення житлового будинку.

Для розрахунку було обрано дві кімнати. Спочатку ми розрахували варіант без теплової ізоляції тепловтрати обох кімнат у сумі дорівнюють 2,6 кВт.

Після необхідності прийняття рішення про термомодернізацію будівлі було вирішено встановити додатковий (четвертий) шар теплової ізоляції, а саме – пінополістерольна плита. Таким чином значення термічного опору теплоізоляції становить $R = R_{min} = 3,3$ м^2·К/Вт і відповідає мінімальній нормі для вибраної місцевості, враховуючи параметри якої ми і проводимо дослідження [1-57].

В результаті сума тепловтрат у обох кімнатах дорівнює 1,9 кВт.

Різниця у тепловтратах між трьошаровими стінами та стінами з додатковим шаром ізоляції $\Delta Q = 769,5$ Вт, тобто завдяки встановленню ізолятора 0.1м завтовшки тепловтрати знижаються приблизно на 29%.

Тепловтрати залежать від:

1. Матеріалу огорождувальних конструкцій.
2. Товщини кожного із шарів окремо.
3. Загальної довжини на висоти кожної із огороджувальних конструкцій (зовнішня стіна, стеля, вікно, підлога).

4. Температури у середині приміщення та температури навколишнього середовища.
5. Розташування зовнішніх стін відносно сторін світу.

РОЗДІЛ 4
АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИМІЩЕНЬ

4.1. Заходи з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря зокрема житлових приміщень

У звязку з здорожчанням енергоресурсів значно зростає привабливість використання теплової енергії найбільш ефективним чином. Засоби зменшення енерговитрат за допомогою утеплення та пасивного використання сонячної енергії розглянуті вище.

1. Періодичний режим роботи системи опалення. Періодичний режим роботи системи опалення застосовують в виробничих, цивільних, навчальних, спортивних, торговельних, адміністративних будівлях, використовуваних для роботи неповну добу і дні тижня, в яких допускається зниження температури всередині приміщень в неробочий час., в приватних будинках у період коли господарів немає вдома, або приміщеннях приватного будинку з метою енергозбереження. У режимі роботи системи опалення протягом доби спостерігаються три характерних проміжки часу [1-57]:

Протягом доби спостерігаються три характерних проміжку часу [1-57]:

- основний робочий режим, коли в приміщенні підтримуються задані параметри температури і вологості;
- черговий режим, коли після основного режиму система опалення перекладається на режим підтримки низької температури в приміщенні;
- режим форсованого нагріву приміщення, протягом якого система опалення переводиться на можливо швидкий розігрів приміщення після охолодження.

У приміщеннях спостерігається і тижневий цикл, коли у вихідні та святкові дні протягом повних діб може підтримуватися черговий режим опалення і знижена температура в приміщенні. Для підтримки режиму очікування використовується водяне опалення, яке виконує функцію підтримки мінімального рівня температури. Але в результаті деякого охолодження приміщення знижується не тільки температура внутрішнього повітря, але і температура огороджень. Нагрівання огорож і внутрішнього повітря до початку нового робочого дня вимагає часу і додаткової потужності. Тривалість і темп нагріву приміщення залежать від: термічного опору зовнішніх огороджень, що впливає на зниження температури в неробочий час; теплової активності огороджувальних конструкцій до теплового впливу; інтенсивності тепловіддачі від джерела системи опалення до внутрішнього повітря приміщень і від повітря до поверхні огороджень; температурного напору в черговому і робочому режимі, а також перепаду температур зовнішнього повітря. Нагрівання приміщень повине здійснюватися форсовано з високим темпом, з більшою потужністю, на відміну від опалення в робочому режимі, так як теплота в режимі нагріву витрачається на заповнення теплових втрат і розігрів огороджень і повітря до необхідного рівня [1-57].

Найбільш гнучким режимом експлуатації служить комбінована система опалення. Вона складається з базової системи водяного опалення та додаткової системи повітряного опалення. Повітряне опалення поєднується з припливною вентиляцією і в режимі форсованого нагріву працює в режимі повної рециркуляції повітря.

Робота систем періодичного опалення піддається автоматизації і програмного управління підтримання розрахункового режиму. На випадок несподіваного різкого зниження температури зовнішнього повітря в контрольних приміщеннях встановлюють датчики допустимої мінімальної температури

внутрішнього повітря. За сигналом від них включається система опалення в додатковому режимі. Економія енергії тим більше, чим триваліше період охолодження. Для зменшення тривалості форсованого нагріву слід збільшити теплостійкість огороджень, максимально інтенсифікувати тепловіддачу до огорож, застосовуючи, наприклад, направлені струмені повітряного опалення або використовуючи джерела променевої енергії (випромінювачі), спрямовані на огородження.

2. Опалення приміщень теплотою рециркуляційного повітря. Теплоту рециркуляційного повітря рекомендується використовувати для виробництв, в яких допускається рециркуляція повітря, а також при температурі повітря у верхній зоні більш 30 ° С і подачі повітря на відстань не більше 15 м. Нагріте повітря забирається з верхньої зони виробничого приміщення, очищується від пилу і вентилятором по повітряводам нагнітається в припливний насадок (циліндричної або щілинної форми). Енергозбереження забезпечується за рахунок утилізації теплоти повітря, що видаляється.

3. Застосування обертових регенеративних повітро-повітряних утилізаторів теплоти.

4. Системи повітряного опалення. Системи повітряного опалення застосовують для житлових, громадських, виробничих, сільськогосподарських будівель і споруд, а також готелів, в яких функція опалення поєднується з вентиляцією. В системі повітряного опалення можлива повна або часткова рециркуляція повітря. Повітря для опалення нагрівається в калориферах або повітропідігрівниках гарячою водою, парою, гарячим повітрям або іншим теплоносієм. Процес тепломасообміну може здійснюватися двома шляхами [1-57]:

1) нагріте повітря по спеціальних каналах через повітророзподільні грати надходить в приміщення і змішується з внутрішнім повітрям;

2) нагріте повітря переміщається у внутрішніх каналах, що оточують приміщення, нагріваючи при цьому стінки приміщення, теплота від яких передається внутрішньому повітрю приміщення. Охолоджене повітря по інших каналах повертається в калорифер для повторного нагріву або викидається частково в атмосферу, коли температура повітря в приміщенні висока.

Таким чином, система повітряного опалення може бути з повною рециркуляцією, коли повітря повністю повертається для повторного нагріву, або частковою рециркуляцією, коли повітря частково викидається в атмосферу і частково повторно нагрівається.

Системи повітряного опалення фактично є комбінованими системами опалення та вентиляції. Переваги систем повітряного опалення: забезпечення рівномірності температури за обсягом приміщення, можливість очищення і зволоження повітря, відсутність опалювальних приладів в приміщенні. Недоліки систем повітряного опалення: великі поперечні перерізи повітропроводів в порівнянні з трубами водяного і парового опалення, менший радіус дії в порівнянні з тими ж системами, втрати теплоти при недостатній теплоізоляції повітроводів.

Для зниження енергетичних витрат на підігрів зовнішнього повітря можливе використання регенеративних теплообмінників, що дозволяють утилізувати теплоту гарячого витяжного повітря. У системах повітряного опалення скорочуються втрати теплоти за рахунок відсутності радіаторних ніш - ділянок зовнішніх огороджень, що мають місце в водяних і парових системах опалення. енергозбереження при застосуванні повітряного опалення досягається і за рахунок автоматизації системи при малій теплоємності повітря, а також за рахунок можливого підтримки в неробочий час в приміщенні більш низької температури повітря і швидкому нагріванні приміщення перед початком робочого дня.

5. Періодичний режим роботи систем вентиляції і кондиціонування повітря. Періодичні режими роботи систем вентиляції і кондиціонування повітря застосовують для стабілізації температури, вологовмісту і газового складу повітря. Вони найбільш ефективні при обслуговуванні приміщень великого обсягу в громадських будівлях зі змінним заповненням (торгові, спортивні зали, зали очікування), де одночасно змінюються температура, вологість і склад повітря (вміст вуглекислого газу і кисню).

Зниження енергоспоживання системами вентиляції і кондиціонування повітря забезпечується зміною витрати повітря необхідних параметрів, застосуванням складних і дорогих розподільників повітря, використанням досконалих методів регулювання роботи вентилятора, складної системи автоматизації.

Альтернативним способом регулювання систем може служити періодичне вентилювання приміщень в залежності від стану повітря приміщення, чим і забезпечується економія електричної і теплової енергії. Тривалість перерви залежить від кратності повітрообміну, об'єму приміщення, складу повітря. Функціональні схеми автоматичного управління контролюють концентрацію вуглекислого газу, зміни вологості і температури повітря.

6. Улаштування повітряних завіс. Повітряні завіси встановлюють при вході, у відкриті прорізи в громадських і промислових будівлях і спорудах, цехах, торгових центрах, магазинах, в багатоповерхових житлових будинках де часто відкриваються вхідні двері або зі значними за площею воротами. Захід спрямований на зниження витрат теплоти на нагрівання повітря, що надходить через входи, в'їзди і отвори. Застосовують комбіновані повітряно-теплові завіси з тамбуром і без нього, а забір повітря здійснюється з приміщення або зовні.

Повітряна завіса складається з двох, симетрично розташованих пар, вертикальних повітророзподільних стояків, встановлених всередині приміщення.

Внутрішня пара стояків, розташована ближче до приміщення, подає підігріте (до 60 ° С) повітря в калорифери, а зовнішня пара стояків подає не підігріте повітря, що забирається з приміщення. При закритих воротах зовнішня пара стояків відключається, а внутрішня завіса працює в режимі опалення. При відкриванні воріт до роботи підключається й зовнішня пара стояків. Енергозбереження досягається за рахунок зниження потреби в теплоті на нагрівання повітря та витрат електроенергії на її переміщення.

7. Система опалення приміщень із застосуванням газових інфрачервоних випромінювачів. Система призначена для обігріву постійних і тимчасових робочих місць виробничих і допоміжних приміщень; приміщень і конструкцій на відкритих і напіввідкритих майданчиках в процесі будівництва будівель і споруд; систем сніготанення, на покрівлях будинків і споруд. Опалювальними приладами служать пальники інфрачервоного випромінювання. У пальнику використовується газ низького тиску з попереднім змішуванням газу і повітря, а температура поверхні, що випромінює досягає приблизно 850 ° С. При такій температурі близько 60% теплоти, що виділяється при згорянні газу, передається випромінюванням у вигляді інфрачервоних (теплових) променів. Розміщення пальників в приміщенні або на відкритому майданчику, число їхніх лав, відстань між пальниками в ряду, висоту їх підвіски над підлогою, кут нахилу пальників, визначається виходячи з норм опромінення і типу пальників. Енергозбереження досягається за рахунок зменшення опалювального об'єму приміщення, відсутність перегріву верхньої зони приміщення, малої теплової інерції і застосування автоматики управління.

8. Газоповітряне променисте опалення. Газоповітряне опалення застосовується для виробничих приміщень, складальних, механічних, ремонтних цехів, депо, гаражів, ангарів. Функцію опалювальних приладів виконують трубопроводи з високою температурою, прокладені у верхній зоні приміщення,

не нижче 4,5 м від підлоги. Усередині труб циркулює суміш нагрітого повітря з продуктами згоряння палива, чим забезпечується висока температура трубопроводів. Передача теплоти з поверхні труб до повітря приміщення відбувається за рахунок сумарного теплообміну - конвекцією і випромінюванням. Однак, чим вище температура трубопроводу, тим більше частка передачі теплоти за рахунок променистого теплообміну. Тепловипромінюючі труби мають діаметр до 0,4 м і збирають на фланцях. Для зменшення втрат теплоти в верхню частину, або непрацюючу зону приміщення труби закривають зверху ефективною тепловою ізоляцією, а збоку уздовж труб встановлюють поздовжні металеві екрани (козирки), бажано з високим ступенем чорноти (пофарбовані козирки). Температура теплоносія, що циркулює по трубопроводах, повинна виключати ефект точки роси на внутрішній поверхні труб і низькотемпературної корозії. Енергозбереження досягається за рахунок відсутності перегріву верхньої зони та збереження умов теплового комфорту в робочій зоні [1-57].

9. Застосування теплонасосних установок і енергії низького потенціалу (конденсату, повітря) [1-57].

4.2. Засоби підтримки та визначення основних параметрів що зокрема дозволяють забезпечити клімат у кожному приміщення індивідуально

Для найбільш якісного підбору та підтримки параметрів в приміщенні та енергетичному обладнанні використовуються певні датчики що дозволяють економити енергію.

Датчики температури. Датчики з механічними вихідними величинами. Широко розповсюджені скляні рідинні термометри, в основному, використовують як прилади місцевої дії в інтервалі температур від -200 до +750°С. Термометричними рідинами є ртуть, толуол, етиловий спирт, керосин, ефір, ацетон, пентан і т.д. Як датчики застосовують, головним чином, ртутні термометри з перетворенням механічного переміщення в електричний сигнал - електроконтактні термометри, ртуть використовують як рухливий контакт. Другим контактом може бути вольфрамова нитка, впаяна чи опущена в капіляр термометра (рис. 4.1, а і 4.1, б). Сила електричного струму, що проходить через контакти, не повинна перевищувати 0,5мА при напрузі не більше 0,3 В. У манометричних термометрах використовується об'ємне розширення робочої речовини в герметичній термосистемі, яка складається з термобалона (жезла) 3, капіляра 2, манометричного перетворювача 1 - трубчастої пружини, сильфону і т.п. (рис. 4.2). У залежності від властивостей заповнювача ці термометри розділяються на газові (азот), конденсаційні чи парорідинні (ацетон, хладон-22, хлорметил) і рідинні (метанксилол, гас, силіконові рідини і т.п.). Межі виміру приладів складають: - 150...+600°С; -50...+300°С; -150...+300°С при відповідній довжині капілярів 257 60, 25, 10 м. До цієї групи можна віднести датчики з твердим і пружним заповнювачами - пастами на основі воску, церезином та інших спеціальних матеріалів. Наприклад, сильфонні датчики з такими

заповнювачами широко використовуються в кімнатних терморегуляторах.[1-57]

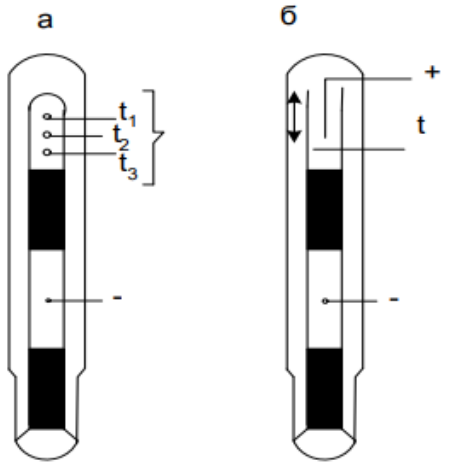


Рис.4.1. Рідинні термометри.[6]

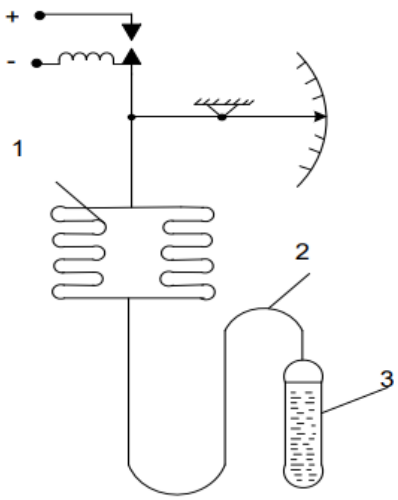


Рис.4.2. Манометричні термометри.[6]

Принцип дії біметалічних і дилатометричних датчиків засновано на ефекті спільного лінійного розширення двох різнорідних з'єднаних разом металів. У якості одного (пасивного) металу звичайно використовують інвар (36 % Ni + 64 % Fe), іншого (активного) - латунь, мідь, сталь, хромомолибден. Їх коефіцієнти лінійного розширення відрізняються приблизно в 20 разів. Шари термобиметалевої тонколистової двошарової стрічки з'єднуються контактним зварюванням. Зі стрічки роблять пластини (рис.4.3,а), плоскі і просторові спіралі (рис.4.3,б), які при збільшенні температури деформуються або загинаються, закручуються убік матеріалу з меншим коефіцієнтом лінійного розширенняα . Дилатометричні термометри являють собою термосистему - стрижень (пасивний матеріал) і трубку (активний) з подовжнім лінійним переміщенням відносно один одного (рис.4.3,в). Обидва види термометрів застосовуються дуже широко, особливо біметалічні, у діапазоні температур 0...400°С, а деякі і до 10000 ^{0}С (наприклад, дилатометри інвар - латунь Л62).[1-55]

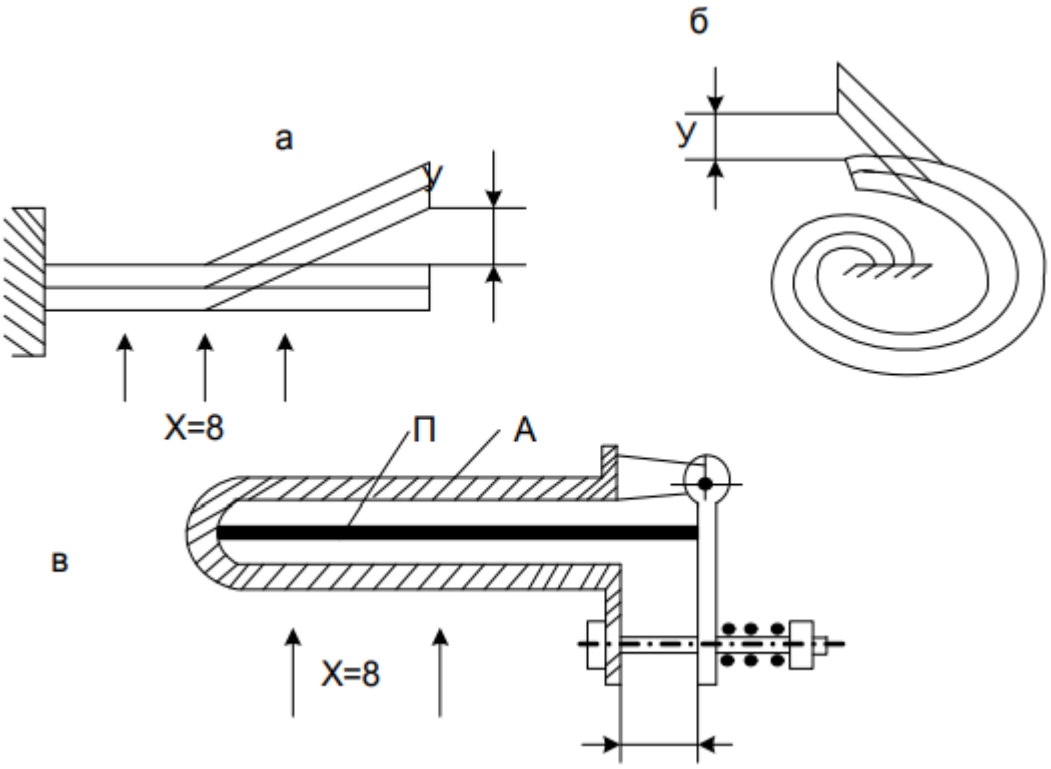


Рис.4.3. Біметалічні та дилатометричні датчики температур.[6]

Датчики з електричними вихідними величинами. В основі принципу дії термоелектричних термометрів (термопар) лежить ефект Зебека, який відкрив механізм виникнення термоЕДС у ланцюзі, складеному з двох різних провідників, наприклад, міді і платини, місця з'єднань яких (зварюванням, пайкою чи скручуванням) мають різну температуру T_0 та T_1. Чим більше різниця (T_1-T_0), тим більше термоЕДС, але функціональна залежність (T_0, T_1) = f (T_1) – f (T_0) є невизначеною. Тому одну температуру приймають постійною, термостатируя один зі спаїв, наприклад при T_0 = const. Термостатируємий спай називають вільним чи холодним , а той, що поміщається у вимірюване середовище - робочим чи гарячим. Позитивним вважають електрод, по якому струм тече від робочого спаю до вільного. Діаметр дроту електродів з дорогоцінних металів і сплавів складає 0,5 мм, інших - 1,2...3,2 мм. Конструкція стандартного термоелектричного термометра складається з електродів з

ізоляцією з порцелянових трубок або намиста, які поміщаються у захисний трубчастий чохол (сталевий, керамічний, кварцовий) з голівкою, що має електрозажими. Робочий спай може бути приварений чи припаяний до чохла для кращого теплового контакту і зменшення інерційності. Електровимірювальний прилад може бути приєднаний до вільного кінця термопари чи до термоелектроду . Включення сполучного провідника (показаний пунктиром) не позначається на термоЕДС, якщо точки з'єднання мають однакову температуру. Звичайно термоЕДС порівняно невелика і навіть при вимірі високих температур не перевищує 70 мВ. У терморезисторах (термометрах опору) використовується відоме явище зміни електричного опору провідника чи напівпровідника зі зміною температури. При цьому характер зміни опору в дротових терморезисторах підкоряється закономірності 2 0 RR b (1) θ = · +αθ + θ для платини і 0 R R (1) θ = · +αθ для чистої міді, де R_0 - опір при 20°C; , , a b α - постійні,°C-1. Звичайно R0 стандартизовано: для міді - 53 і 100 Ом, для платини - 10, 46 і 100 Ом. Напівпровідникові терморезистори або термістори (суміші окислів деяких металів, наприклад MnO_2, Cu_2 O_3, Fe_2O_3 , NiO, VO_2 , спресовані при високій температурі), зменшують свій опір при підвищенні температури. По зовнішньому вигляді вони нічим не відрізняються від звичайних стандартних резисторів, застосованих у електрорадіотехниці. В якості датчиків температури використовують також напівпровідникові термодіоди Д7А-Д7Ж, термотранзистори МП40, П14, Д237Г, варистори, тиристори, семисторы, у яких електронно – дирочна провідність залежить від температури. Конструктивно дротові терморезистори являють собою біфілярне (подвійне) намотування відповідного дроту на каркас - ізолятор різних поперечних перерізів (круглих, плоских, Х - образних), які поміщають у захисний трубчастий чохол, схожий на чохол термопари.

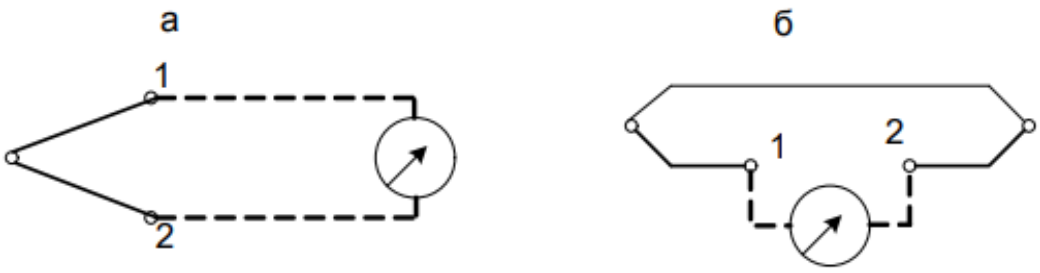


Рис.4.4. Схема приєднання термоелектричного прибору.[6]

Датчики температури безконтактні. Їх дія заснована на використанні залежності інтенсивності і спектрального складу випромінювання від температури випромінюючого тіла. Прикладами застосування можуть служити вимір високої температури в топках теплогенераторів, печей, вимір температури поверхонь нагрівальних приладів, огороджень, визначення результуючої температури в приміщенні. Базові методи засновані на вимірі яскравістної, радіаційної і колірної характеристик температур. Датчики (пірометри) включають оптичну систему і приймач випромінювання, тип якого визначається діапазоном вимірюваних температур (довжиною хвилі випромінювання). На рис. 4.5 показана схема радіаційного пірометра. Променистий потік від тіла через об'єктив 2 фокусується на термобатареї 3, з пелюсткових термопар, що працює в комплекті з мілівольтметром 4, градуйованим по температурі. Для визначення сумарного ефекту впливу температури повітря і радіаційної температури навколишніх поверхонь застосовують кульовий термометр, який складається з термодатчика (термометра, терморезистора чи термопари), поміщеного усередині тонкостінної порожньої мідної кулі діаметром 152 мм, пофарбованого зсередини і зовні чорною матовою фарбою. Останнім часом широко використовуються прилади дистанційного теплового контролю (тепловізори), які дозволяють оперативно визначати поля температур на поверхнях нагрітих предметів. Близькі за принципом дії до розглянутих актинометрів, що служать для виміру інтенсивності теплової радіації [1-53].

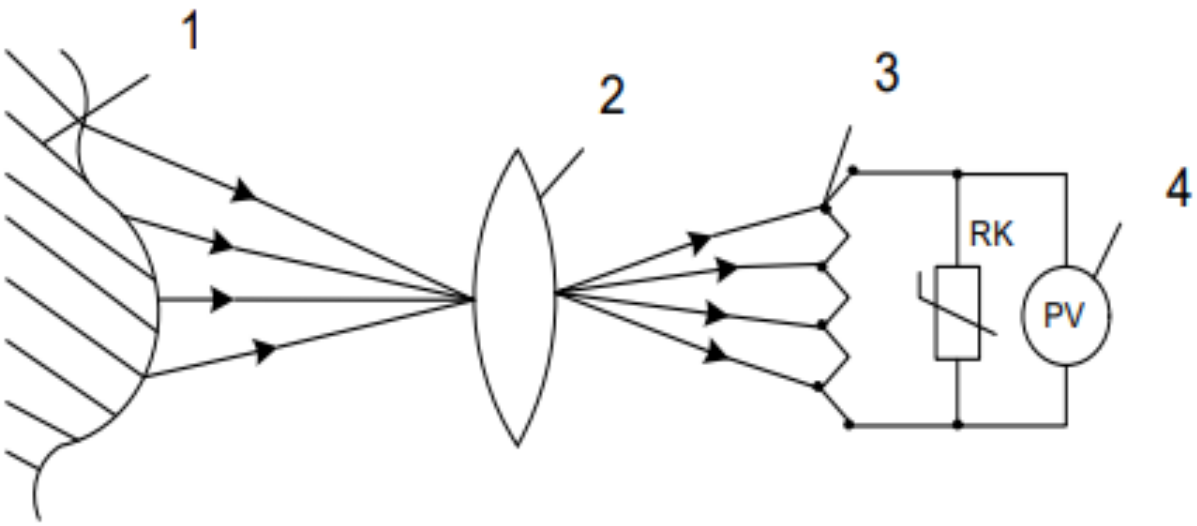


Рис.4.5. Схема радіаційного пірометра.[6]

Датчики вологості газів (повітря). Датчики і прилади для виміру вологості повітря і газів називають гігрометрами чи гумидостатами, для виміру вологості тіл в інших агрегатних станах - вологомірами. Основні утруднення при вимірі і регулюванні вологості зв'язані з її функціональною залежністю від температури і парціального тиску водяних пар. Це особливо позначається при зв'язаному регулюванні найважливіших технологічних параметрів у вентиляційних, сушильних і холодильних установках - найбільших споживачах теплової й електричної енергії. Серед численних методів виміру вологості практичне застосування одержали: психрометричні - по різниці температур; крапки роси - по початку конденсації водяної пари; електролітичний; сорбційний , заснований на перемінних властивостях гігроскопічних тіл; методи повного поглинання, конденсаційний, дифузійний; диелькометричний (з використанням випромінювань надвисоких частот (НВЧ)); поглинання інфрачервоних, ультрафіолетових, радіоактивних випромінювань. Перші два методи зв'язані з використанням датчиків температури для виміру вологості. Найбільший інтерес

представляють електричні психрометри, схеми яких визначаються видом вимірюваної величини (відносна чи абсолютна вологість) і типом застосованого датчика (термоконтактори, терморезістори і т.п.). Дія сорбційних гігрометрів деформаційного типу заснована на зміні пружності і геометричних розмірів деяких тел. До найбільш розповсюджених датчиків відноситься волосний, чуттєвим елементом якого служить пасмо знежиреного людського волосся, розтягнутого пружиною 4. У залежності від вологості повітря положення покажчика 3 і зв'язаного з ним перетворювача 2 буде мінятися, формуючи сигнал про зміну вологості (рис.4.6). Останнім часом замість волосяних почали застосовуватися вологочутливі елементи з пластику у виді ниток, мембран, смуг.[1-57]

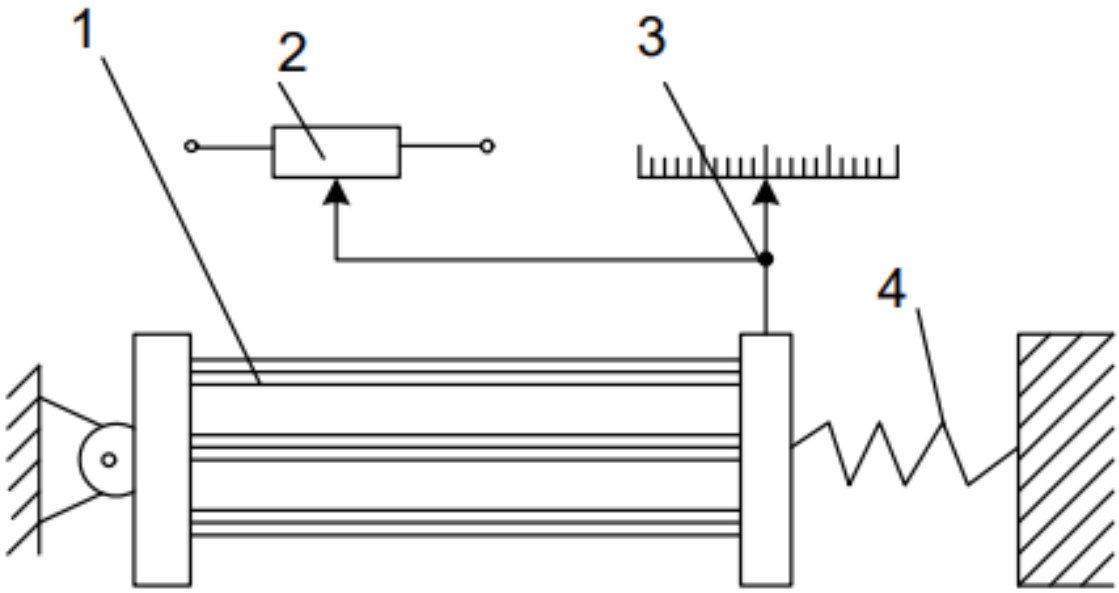


Рис.4.6. Схема гігрометру деформаційного типу.[6]

Датчики тиску (розрідження). У більшості датчиків тиску використовується принцип перетворення тиску в механічне переміщення або зусилля. Для виміру дуже великих тисків застосовуються електричні датчики, а для контролю за малими тисками використовуються датчики непрямих вимірів в'язкості, теплопровідності, ступеня іонізації. Рідинні, чи гравітаційні, прилади з гідростатичним принципом дії широко поширені завдяки простоті і високої точності. Наповнювачами рідинних манометрів є дистильована вода, підфарбований етиловий спирт, ртуть, гас, діхлоретан, толуол та інші рідини, які не змінюють своїх фізико-хімічних властивостей. Для використання дифманометрів в якості датчиків необхідні перетворювачі сигналу - переміщення рівня заповнювача, наприклад поплавці. Механічні (мембранні) датчики - круглі пластини постійної товщини, які знаходяться між двома тарілками, що утворюють герметичні пружні камери. У перетині мембрани - плоскої, гофрованої і опуклої форми. Особливо широко в автоматиці застосовуються сильфони - гармоникові мембрани, що мають велику здатність до деформування. Трубчасті пружини Бурдона плоскої і спіральної форми широко застосовуються в пристрої традиційних пружинних манометрів. Матеріалом служать метали - сталі і бронзи (пружні) і неметали - капрон, просочені тканини, гума, пластики (мляві мембрани). У датчиках з електричним виходом використовується п’єзоефект у кристалах сегнетової солі, кварцу і тензоефект, коли тензоелементи наклеюють, наприклад, на мембрану чи сильфон. Датчики витрат. Маса чи обсяг речовини, що проходить через перетин каналу за визначений проміжок часу, називається витратою речовини, а прилади, які вимірюють його - витратомірами. Витратомір, постачений інтегратором для підсумовування показань за будь-який проміжок часу, називають лічильником. Для виміру витрати рідини при її плині по трубопроводах постійного перетину застосовуються дросельні датчики. Звуження перетину за допомогою такого датчика, наприклад, діафрагми, досягається

шляхом установки в трубопроводі тонкого диска діаметром D з концентричним отвором визначеного діаметра d_0 і профілю (рис. 4.7, а). У звуженому перетині відбувається збільшення швидкості і падіння статичного тиску потоку. По обмірюваному дифманометром перепаду тиску Δр визначають швидкість рідини і її витрата (рис. 4.7, б). В якості інших пристроїв використовуються сегментні діафрагми (рис. 4.7, в), сопла (рис. 4.7, г), труби Вентури і Фостера (рис. 4.7, д та е). [1-55]

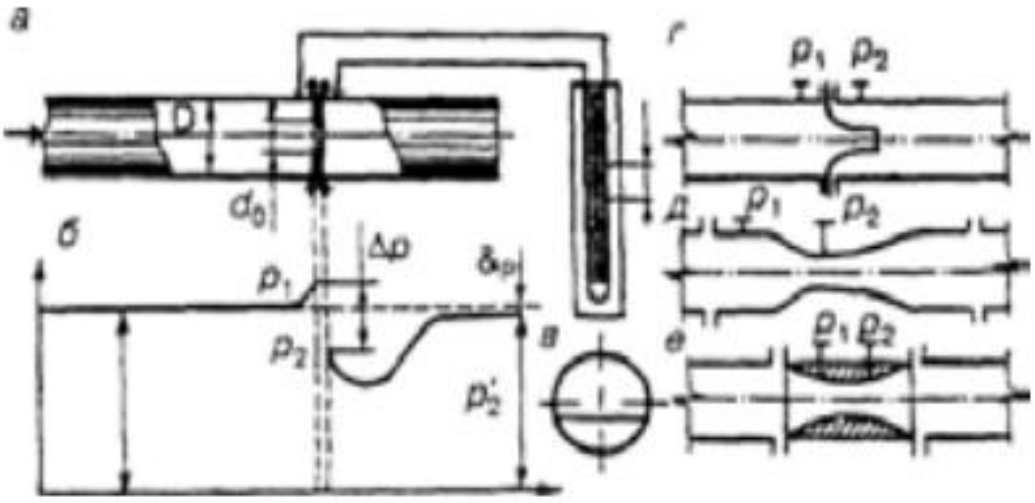


Рис.4.7. Схема дросельного датчику виміру витрати рідини.[6]

З витратомірів з постійним перепадом тиску найбільше поширення одержали ротаметри . Основний елемент приладу - конічний поплавець, що вертикально переміщається під дією динамічного тиску потоку усередині кільцевої діафрагми. Переміщення поплавця припиняється при зрівноважуванні сил ваги поплавця і тиску потоку. При цьому кожному значенню витрати відповідає визначене положення поплавця. Звичайне переміщення поплавця передається в електровимірювальну схему вторинного приладу. В основу швидкісного методу покладений вимір за допомогою стаціонарних напірних трубок середньої швидкості потоку vm, зв'язаної з витратою: V F =ν · m (F - площа поперечного переріза потоку). Для непрямих вимірів швидкості потоку

використовуються лічильники з лопатевими колісьми - вертушками," взаємодіючими з потоком, середня швидкість руху якого впливає на частоту обертання датчика, наприклад, в анемометрах і водомірах. В електротермоанемометрі ступінь охолодження термопар чи терморезисторів якого пропорційна швидкості потоку, формується електричний сигнал про зміну витрати. Широке поширення для виміру нестаціонарних витрат одержали безконтактні методи - індукційні, ультразвукові, СВЧ, іонізаційні, радіоізотопні. Їх сутність полягає в тім, що під впливом випромінювання від якого-небудь джерела в потоці відбувається відповідна флуктуація, яка рухається разом з потоком . Знаючи момент подачі частотного імпульсу генератором, відстань і момент проходження хмариною чуттєвого елемента приймача-реєстратора, визначають витрату речовини. Так, у газопостачанні виміряється витрата газу за допомогою радіоактивних міток - порцій криптону чи ксенону, які надходять зі спеціального балончика-дозатора. Вимір кількості теплоти. Необхідність оперативного визначення витрати теплоти і тепловтрат з особливою гостротою виявилася останнім часом в зв'язку з вимогою економії паливно-енергетичних ресурсів. Теплова потужність потоку визначається як q=Mh, де M - масова витрата теплоносія; h - питома ентальпія теплоносія. Відпустка теплоти Q знаходиться інтегруванням q за часом. При цьому відповідно до виду теплоносія ентальпія залежить від температури і тиску. Процес виміру зводиться до комплексного виміру тисків, перепадів тисків (витрат) і температур з наступними розрахунковими операціями. Вимірювальна система теплолічильника (рис.4.8) складається з електромагнітного (індукційного) витратоміра (ІВ), платинових терморезисторів - датчиків температури прямого і зворотного потоків і автоматичного обчислювального приладу (АОП). Трубопровід розташований між полюсами електромагніта M , під дією якого іони рідини віддають заряди вимірювальним електродам E, створюючи струм, пропорційний витраті V.

Вимірювальний блок (ВБ) трансформує сигнал про витрату і передає на АОП, куди також надходять сигнали від терморезисторів RK1 і RK2. АОП робить рахункові операції з виходом на прилад, що реєструє (РП) і АСУ. Індивідуальні тепломіри, які широко розповсюджені в ряді європейських країн, оцінюють витрату теплоти індивідуальними споживачами, наприклад радіаторами центрального опалення. [6]

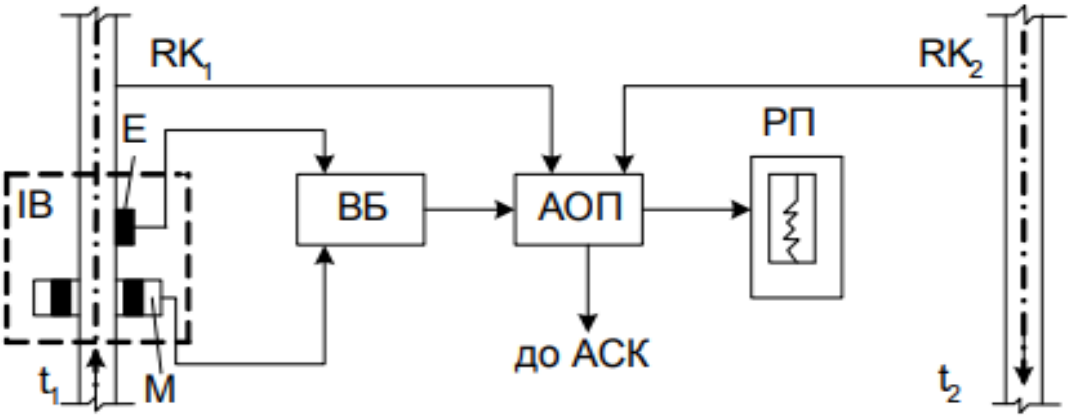


Рис.4.8. Вимірювальна система теплолічильника [6]

4.3. Критерії технології «розумний будинок» спрямовані на безпеку та енергобереження

Таблиця 4.2

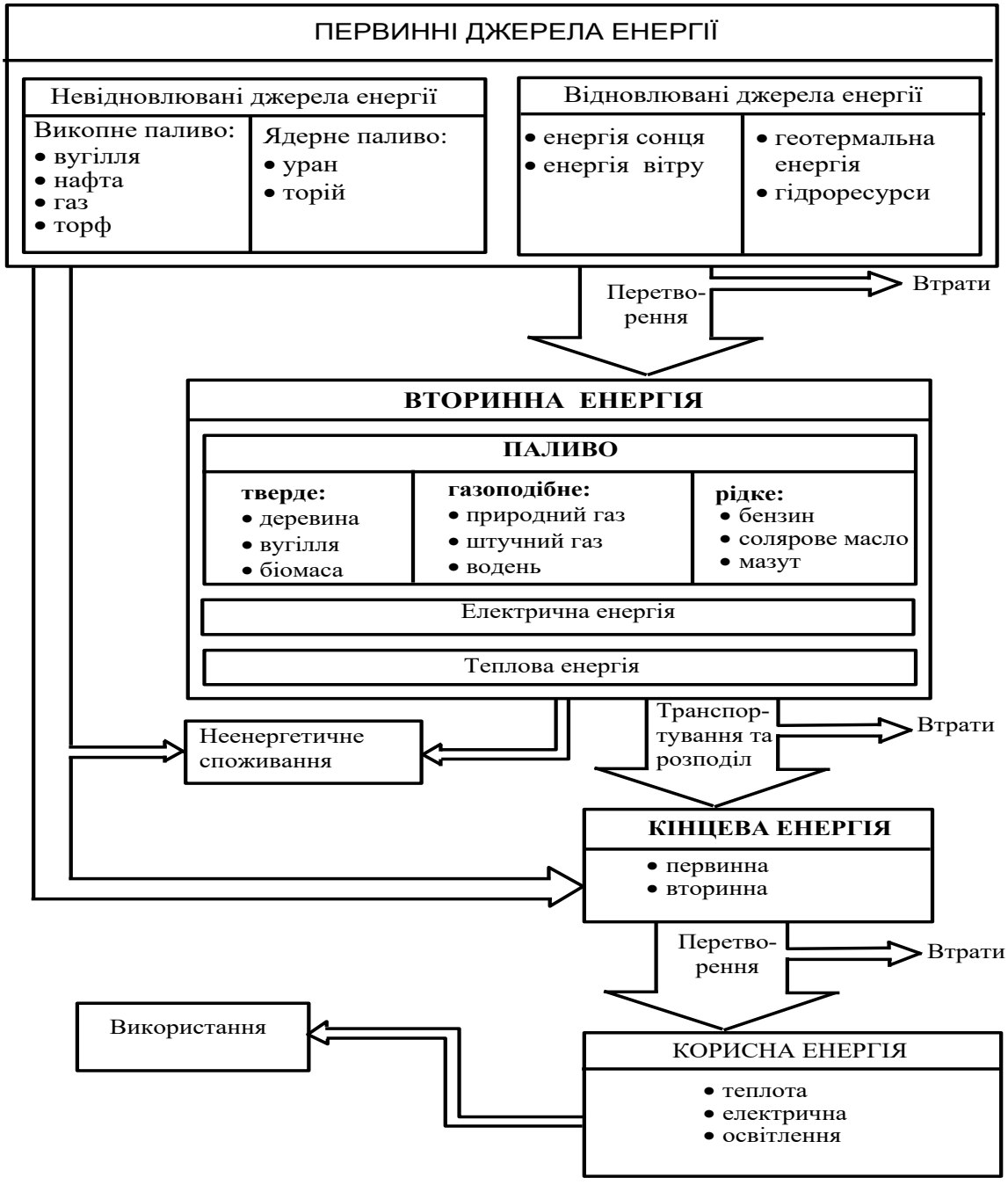
Аспекти технології «розумний будинок» спрямовані на безпеку та енергозбереження [1-57]

Система керованих функцій житла	Керування мікрокліматом	Опалення (радіатори або тепла підлога)., вентиляція., кондиціонування., зволоження /осушування повітря., додаткові зони (басейн, газон, зимовий сад)
	Керування освітленням	Природне освітлення (механізація штор, жалюзі, ролетів)., штучне освітлення (яскравість і кількість груп світильників)., світлодинаміка (сценарії до запрограмованих ситуацій).
	Система безпеки	Захист від проникнення., захист від витоку води і газу, пожежна безпека, система відеоспостереження., тривожні кнопки., імітація присутності господарів вдома.
	Керування системами мультимедіа	Домашній кінотеатр., мультирум., медіасервер.
	Керування побутовою технікою та електромережою	Сценарії вмикання / вимикання обладнання., управління окремими розетками або їх групами., управління побудовою технікою кнопка «Я пішов / я вдома.

РОЗДІЛ 5
ВИЗНАЧЕННЯ ДІЄВИХ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ

Таблиця 5.1

Шлях енергії від первинного джерела до корисної енергії [1-57]



Аналізуючи рахунки за комунальні послуги стає очевидним що найбільшою за вартістю є галузь теплопостачання. Головною складовою якої є використання невідновлюваних джерел енергії (Таблиця.5.1). Зменшити витрати енергії на теплозабезпечення у приватному будинку можливо за допомогою реалізації технології «Пасивного будинку» та технології «Розумного будинку».

Реалізація кожної із зазначених технологій в усьому будинку потребує значних коштів. Зазвичай у випадку коли немає можливості реалізувати повністю технологію енергозбереження власник будинку сумнівається у доцільності реалізації хоча б якихось дієвих кроків.

Пропонується розглянути будинок з огляду приміщень що пріорітетно використовуються господарями, врахувати яким чином можливо використати пасивний сонячний обігрів, як зменшити тепловтрати через зовнішні огороджуючі конструкції, вибрати найбільш потрібні складові технології «Розумний будинок» та «Пасивний будинок», розглянути можливість збільшення використання частки відновлюваних джерел енергії [1-57].

ВИСНОВОК

В магістерській роботі виконаний огляд особливостей енергоефективних будинків, визначенні тепловтрати через зовнішні огороджуючі конструкції, дослідженні засоби енергозбереження будинків, виконаний аналіз методів підвищення енергоефективності приміщень, визначенні дієві заходи енергозбереження приміщення.

При проведенні розрахунку приміщення житлового будинку було обрано дві кімнати. Спочатку розрахували варіант без теплової ізоляції тепловтрати обох кімнат у сумі дорівнюють 2,6 кВт.

Після необхідності прийняття рішення про термомодернізацію будівлі було вирішено встановити додатковий (четвертий) шар теплової ізоляції, а саме – пінополістерольна плита. Таким чином значення термічного опору теплоізоляції становить $R = R_{min} = 3,3$ м^2·К/Вт і відповідає мінімальній нормі для вибраної місцевості, враховуючи параметри якої і проводимо дослідження.

Зменшити витрати енергії на теплозабезпечення у приватному будинку можливо за допомогою реалізації технології «Пасивного будинку» та технології «Розумного будинку». Через значну вартість реалізація цих технологій стає досить складною задачею. Пропонується реалізація найбільш дієвих аспектів цих технологій спрямованих на теплозбереження у найбільш пріорететних для господарів приміщеннях [1-57].

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціювання.

2. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель.

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010 Будівельна кліматологія.

4. ЦВП - 65 / АС-23-1. Типовий проект 407-1-65 Альбом 2. Частина 1. Архітектурно-будівельні креслення.

5. Мацевитый Ю. М., Маляренко В. А. Моделирование теплового состояния элементов турбомашин. — Киев: Наук. думка, 1979. — 253 с.

6. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл. ISBN 978-966-2918-54-0.

7. Центр лицензирования и сертификации. Енергоефективность будівель в Україні [Електронний ресурс] / Дата останнього звернення 18.10.19 – Режим доступу до ресурсу: http://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivelua.html

8. Q2 ПРОЕКТ [Електронний ресурс] / Дата останнього звернення 18.10.19 – Режим доступу до ресурсу: https://qproject.com.ua/ua/catalog/odnoetazhnye-doma/q2/

9. Прнципы и технологии построения «умного дома» Д.И. Хацко, А.Г. Зрюмова, В.С. Афонин Ползуновский альманах №4 Т.3 2017 с. 202-205.

10. Полякова О. В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла / О. В. Полякова // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Технічні науки. - 2016. - № 4. - С. 133-141. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn_2016_4_19

11 Харке В. Н. «Розумний будинок. Об'єднання в мережу побутової техніки та систем комунікацій у житловому будівництві »/ Харке В.Н.- М.: Техносфера, 2006. - 292с.

12. Бодров, В. И. Инженерные основы создания пассивных домов: учебник / В. И. Бодров, М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, Ж. А. Шевченко; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. – 110 с. ISBN 978-5-528-00126-5

13. Бюро технічного нагляду [Електронний ресурс] / Дата останнього звернення 14.10.19 – Режим доступу до ресурсу: http://www.btn.kiev.ua/ua/passivnyiy-dom-i-ego-stroenie.html

14. Сопер М. Е.. Практичні поради та рішення щодо створення «Розумного будинку» / Сопер М. Е. - М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.

15. PASSIVE HOUSE-IGUA УКРАЇНСЬКА ІНІЦІАТИВНА ГРУПА ПАСИВНОГО БУДИНКУ ПРОЕКТ [Електронний ресурс] / Дата останнього звернення 18.10.19 – Режим доступу до ресурсу:http://passivehouse-igua.com/wp-content/uploads/2011/02/Passive-House-Concept_passive_house_IGUA11.jpg

16. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України: моногр. / Г.Г. Півняк, О.С. Бешта, М.М. Табаченко та ін.; під заг. ред. Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 333 с.

17. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.

18. Фокин, В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В.М. Фокин. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. –256 с.

19. Цай, Т.Н. Организация строительного производства: учебник длявузов / Т.Н. Цай, П.Г. Грабовый, В.А. Большаков и др. – М.: Изд-во АСВ,1999. – 432 с.

20. Энергетический менеджмент в промышленности. Учебный курс. Комиссия Европейских Сообществ. Программа ТАС13. Энергоцентр ЕС в Минске, 1995.

21. Лапин Ю. Н. Устойчивое развитие: климат и энергоэффективное жилище / Ю.Н. Лапин, А.М.Сидорин // Архитектура и строительство России. 2002. -№ 1.

22. Энергетический менеджмент в промышленности. Учебный курс. Комиссия Европейских Сообществ. Программа TAC13. Энергоцентр ЕС в Минске, 1995.

23. Вольфганг Файст .Основні положення по проектуванню пасивних будинків-АСВ Москва 2008р.

24. Маляренко В.А., Соловей В.В., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – альтернативные топлива XXI века // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2005г., №11. С. 18-28

25. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач–М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.– 194 с.

26.Степаненко О.І. Пасивний будинок– шлях до ефективного використання енергії / О.І. Степаненко, В.В. Дубровська // Енергетика: економіка, технології, екологія. -№3 -Київ, 2014. –С. 56-5

27. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник «НДІ проектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH(dena), Instituts Wohnen und Umwelt GmbH– 2006. – 144с.

28.. Долінський А.А. «Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики» /А.А. Долінський // Вісник НАН України. – 2006. – №2. – С. 23-28.

29. Feist W. Das kostengünstige Passivhaus — Proektbeschreibung / W. Feist // Arbeitkreis kostengünstige Passivhäuser. Protokolband № 1. Darmstadt, 1996. S. 9–21.

30. Сунак П.О. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордонном / П.О. Сунак, Ю.А. Мельник, О.В. Мельник та ін. // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. –К: КНУБА, 2014. – Вип. 54. – С. 397-410.

31. Сергейчук О.В., Диб М.В. О перспективе дальнейшего увеличения теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в Украине // Спецвипуск № 4 наукового збірника „Енергоефективність у будівництві та архітектурі” (за матеріалами 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції „Енергоінтеграція – 2013”, 15-17 травня 2013 р.). –К. −С. 253-258.

32. Basok B.I. The polyvalent heat supply system for passive-type experimental building (area of 300 m2) based on renewable and alternative energy sources / B.I. Basok, I.K. Bozhko, T.G. Belyaeva, S.M. Goncharuk, O.M. Nedbailo, M.P. Novitska, M.A. Khybyna // Science and Innovation. – 2014. – V. 10., No. 6. – P. 31-46.

33. Ратушняк Г. С., Анохіна К.В. Аналіз методів математичного моделювання для визначення теплопередачі через багатошарові захисні конструкції. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2007. - С. 137-141

34. Температурні впливи на огороджувальні конструкції будівель (монографія)/ В.А. Пашинський, Н.В. Пушкар, А.М. Карюк / − Одеса, 2012.

35. Савин В. К., Савина Н. В. Архитектура и энергоэффективность зданий // Градостроительство. 2013. № 1. С. 82–84. 9. Воронін А. В. Досвід країн Євросоюзу в галузі технічного нормування теплового захистубудівель і споруд // Технології будівництва. 2007. № 4. С. 75. 10.

36.Гончарук С.М. Створення експериментального энергоефективного будинку пасивного типу «нуль енергії» [Текст] / С.М. Гончарук, М.Ф. Калініна, І.К. Божко та ін.// Пром. теплотехніка – 2014. – Т. 36, №3. – С. 88-95.

37.Basok B. Creating of experimental passive house in the institute of engineering thermophysics / B. Basok, M. Novitska, A. Nedbailo, M. Khibina, S. Goncharuk // Proceedings of 8-th International Green Energy Conference. – Monograph. – NAU, June 17-19, 2013. –P. 234-238.

38.Ернст Т. Екосвідомість нації як перед основа переходу до зеленого будівництва [Текст] / Т. Ернст // Екоінформ. – 2011. – № 6. –С. 8-10.

39. Корниенко С. В. Опыт проектирования и строительства энергоэффективных зданий в г. Волгограде // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 9. С. 21–33. 6. Шойхет Б. М. Концепция энергоэффективного здания. Европейский опыт // Энергосбережение. 2007. № 7. С. 62–65. 7.

40. Аврорин А.В. Экологическое домостроение: проблемы энергосбережения: аналитический обзор /А.В.Аврорин–М.: ГПНТБ СО РАН ,1999. -Том 53 –71 с. 2.

41. Бараннік В. О. Енергоефективність України – чи досяжні поставлені стратегічні цілі? // Сталий розвиток територій: проблеми та шляхи вирішення: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. Дніпро, 2016. С. 4–9.

42. Булгаков Н.В. Архитектурное проектирование энергосберегающих, комфортных жилых домов. Информац. материалы /Н.В.Булгаков. - М., 2000. - 42 с.

43. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатація: ДБН В.2.6-33:2008 – [Чинний від 2009–07-01]. – К.: Міністерство будівництва України, 2009. – 28 с.

44. Ратушняк Г. С., Анохіна К.В. Аналіз методів математичного моделювання для визначення теплопередачі через багатошарові захисні конструкції. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2007. - С. 137-141.

45. Саницький М.А. Проблеми енергозбереження в сучасному житлово-цивільному будівництві / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Будівельні конструкції”, 2005. – Вип. 63. – С. 234–239.

46. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: практ. пос. вид. 2-ге. Львів, 2014. 240 с. 4. Советников Д. О. Строительство здания, отвечающего стандартам пассивного дома // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 9. С. 11–25. 5.

47.Табунщиков Ю. А., Наумов А. Л. Энергоэффективность в строительстве. Гармонизация отечественной нормативной базы // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2012. Т. 6, № 6. С. 4–9.

48.Laurent Georges, Monica Berner, Hans MartinMathisen Air heating of passive houses in cold climates: Investigation using detailed dynamic simulations. Building and Environment. 2014. Vol. 74. P. 1 – 12.

49. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Фаренюк Г.Г. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.

50. Бібік Н.В. Будівництво як інноваційний підхід до формування сталого розвитку України / Н.В. Бібік // Економіка будівництва і міського господарства економіки. – 2014. – № 1. – С. 23–29.

51. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з дисциплін «Теплофізичні засади енергетики та енергоефективність»,«Основи ефективного використання енергії» О. О. Алексахін. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна С. 3-18.

52. Накорчевский А.И., Недбайло А.Н. Влияние климатических факторов на теплопередачу через вентилируемые двухкамерные окна. Инженернофизический журнал. 2015. Т. 88. № 3. С. 690 – 696.

53. Інвестиції в екодевелопмент підтримуються державами Євросоюзу // Будівельний журнал. – 2010. - №2. – С. 16 – 17. 3. „Пасивні” будинки

енергоефективне житло майбутнього // Будівельний журнал. – 2010. - №1. – С. 12 – 14.

54. Лапин Ю. Н. Автономные экологические дома / Ю. Н. Лапин. - М.: Алгоритм, 2005. -416 с.

55. Ржеганек Я. Снижение теплопотерь в зданиях. – М.: Стройиздат, 1988. –168 с.

56. http://qproject.com.ua/

57. Пилипенко Н.В., Сиваков И.А. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 274 с.