

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ.
Ю.М.ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему: Проект системи опалення індивідуального житлового будинку із застосуванням відновлювальних джерел енергії

Виконав: студент 5 курсу, групи ТЕ-17-1бз
спеціальності 144 Теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

К.В. Джурляк

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник: доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри теплоенергетики та
гідроенергетики

А.О. Чейлитко

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент
кафедри

С.В. Ільїн

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя 2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код і назва)

Освітня програма Теплоенергетика
(код і назва)

Спеціалізація _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Джурляк Катерина Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проект системи опалення індивідуального житлового будинку із застосуванням відновлювальних джерел енергії

керівник роботи Чейлитко А.О., доктор технічних наук, професор завідувач кафедри теплоенергетики та гідроенергетики

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «17» січня 2022 року № 91-с

Строк подання студентом роботи 1 травня 2022 року

3 Вихідні дані до роботи: Місто розташування будинку, для якого виконується проект: м. Київ. Площа будинку: загальна – 147,83 м²; житлова – 88,9 м²; кількість поверхів 1 з мансардою (1,5 поверховий); кількість мешканців - 3 чол.

Характеристика огорожувальних конструкцій (матеріал, товщина шару):

1) Горищне перекриття: гідробар'єр $\delta = 1$ мм; поперечна соснова дошка $\delta = 30$ мм; поздовжня соснова балка $\delta = 200$ мм; мінеральна вата; гідробар'єр $\delta = 1$ мм; підшивка сосною дошкою $\delta = 10$ мм; гіпсокартон $\delta = 9,5$ мм; штукатурка $\delta = 2$ мм; покриття будинку – шифер азбестоцементний 8-ми хвильовий.

2) Зовнішні стіни: штукатурка цементно-піщана $\delta = 20$ мм; шлакоблок $\delta = 190$ мм; провітряний прошарок $\delta = 50$ мм; кладка з цегли силікатної $\delta = 120$ мм.

Зовнішня стіна прибудова: штукатурка цементно-піщана $\delta = 20$ мм; кладка з цегли силікатної $\delta = 120$ мм; утеплювач пінополістирольні плити. 3) Вікна: двокамерний склопакет. 4) Двері вхідні: подвійні, утеплені. 5) Підлога – на

ґрунті: бетона стяжка на ґрунті $\delta = 100$ мм; утеплювач – екструдовані полістирольні плити; цементно-піщана стяжка $\delta = 30$ мм; покриття – плитка керамічна $\delta = 6$ мм. Кліматичні характеристики міста Київ [5]: барометричний тиск $P_0 = 990$ кПа; розрахункова температура зовнішнього повітря – -22 °С; середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря – $-0,1$ °С; швидкість вітру – $V = 4,2$ м/с; зона вологості – С; тривалість опалювального періоду – $n_{оп} = 176$ діб; Розрахункові значення температури внутрішнього повітря: загальна кімната, спальня – $t = 20$ °С; кухня – $t = 18$ °С; ванна – $t = 25$ °С; вбиральня – $t = 20$ °С; розрахункове значення відносної вологості внутрішнього повітря – $\varphi_B = 55$ %.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1 Аналіз об'єкта дослідження; 2 розрахунок втрат тепла приміщеннями; 3 вибір і розрахунок опалювальних приладів; 4 гідравлічний розрахунок системи опалення; 5 визначення витрат тепла на гаряче водопостачання; 6 розрахунок і вибір геліоустановки; 7 енергозбереження в системах опалення.

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний розділ	А.О.Чейлитко доктор технічних наук, професор завідувач кафедри теплоенергетики та гідроенергетики		
Спеціальний розділ	А.О.Чейлитко доктор технічних наук, професор завідувач кафедри теплоенергетики та гідроенергетики		

6 Дата видачі завдання 12 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкта дослідження		
2	Розрахунок втрат тепла приміщеннями		
3	Вибір і розрахунок опалювальних приладів		
4	Гідравлічний розрахунок системи опалення		
5	Визначення витрат тепла на гаряче водопостачання		

6	Гозрахунок і вибір геліоустановки		
7	Енергозбереження в системах опалення		

Студент _____
(підпис)

К.В.Джурляк
(ініціали, прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____
(підпис)

А.О.Чейлитко
(ініціали, прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ С.Є. ЧИЖОВ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить пояснювальну записку в обсязі 60 сторінок, 6 рисунки, 14 таблиць.

Місто розташування будинку, для якого виконується проєкт: м. Київ.

Мета роботи – вибір і обґрунтування рішень по застосуванню енергозберігаючих технологій в системі опалення будинку, а також проведення відповідних розрахунків.

Проєкт включає такі складові: пояснювальну записку з характеристикою споживачів і системи тепlopостачання та розрахунками огороджувальних конструкцій, втрат тепла приміщеннями, вибір і розрахунок опалювальних приладів, витрат теплоносія, гідравлічний розрахунок системи опалення, визначення витрат тепла на гаряче водopостачання, підбір допоміжного обладнання, розрахунок і вибір геліоустановки, визначення річних витрат тепла і електроенергії.

При розробці робочої документації використовувались вимоги:

ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування «Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України», Теплова ізоляція будівель ДБН в.2.6-31:2006 Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:20

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Загальні положення	10
1.1. Мета проекту.	10
1.2. Вихідні дані для проектування.	10
2. Технологічна частина	13
2.1. Обґрунтування прийнятих рішень.	13
2.2. Розрахунок огорожувальних конструкцій.	16
2.3. Розрахунок втрат тепла приміщеннями.	25
2.4. Вибір і розрахунок опалювальних приладів.	31
2.5. Гідравлічний розрахунок системи опалення.	35
2.6. Визначення витрат тепла на гаряче водопостачання	42
2.7. Підбір допоміжного обладнання.	43
2.8. Розрахунок і вибір геліоустановки	45
2.9. Визначення річних витрат тепла і електроенергії.	50
3. Енергозбереження	52
3.1. Загальні положення по енергозбереженню.	52
3.2. Енергозбереження в системах опалення.	53
3.3. Заходи по енергозбереженню.	57
4. Економічна частина	61
4.1 Визначення вартості основного та допоміжного обладнання	61
4.2 Визначення вартості основних та допоміжних матеріалів	62
4.3 Визначення вартості виконання проектних робіт	63
4.4 Зведений кошторис	63
5. Охорона праці	65

5.1. Завдання розділу.	65
5.2. Характеристика умов праці.	66
5.3. Заходи промислової санітарії.	67
5.4. Заходи з техніки безпеки.	70
5.5. Заходи протипожежної безпеки.	73
5.6. Охорона навколишнього середовища.	74
Література	78

ВСТУП

Технологічне використання теплоти ґрунтується на реалізації теплоти для цілеспрямованої зміни фізико-хімічних властивостей при здійсненні різних технологічних процесів. До пристроїв, в яких безпосереднє підведення теплоти використовується для технологічних цілей, відносяться різні печі, сушарки, опалювальні прилади, калорифери і т.д.

Людина більше 80% проводить в приміщенні: вдома, на роботі, в громадських будівлях. Її здоров'я, самопочуття, працездатність багато в чому визначаються рівнем комфорту приміщень. Крім того, знання основ теплотехніки і вентиляції дасть можливість проводити заходи, спрямовані на економію паливно-енергетичних ресурсів і охорони довкілля. Людству потрібна енергія, причому потреби в ній збільшуються з кожним роком. Разом з тим запаси традиційного викопного палива (нафти, вугілля, газу й ін.) кінцеві. Кінцеві також і запаси ядерного палива - урану й торію. Практично невичерпні запаси термоядерного палива - водню, однак керовані термоядерні реакції поки не освоєні, і невідомо, коли вони будуть використані для промислового одержання енергії в чистому вигляді, тобто без участі в цьому процесі реакторів розподілу. У зв'язку із зазначеними проблемами стає усе більше необхідним впровадження енергозберігаючих технологій. У світовій енергетичній структурі частка споживання природного газу, як основного енергоносія для муніципальної енергетики, безупинно зростає й досягає в паливно-енергетичному балансі Україні 50%. У той же час робота паливно-енергетичного комплексу як єдиної системи, що забезпечує розвиток усього народного господарства країни, визначається в першу чергу ефективністю енергоспоживання, що поставило проблему розробки, дослідження й впровадження енергозберігаючих технологій у ряд стратегічних завдань держави. Дана проблема загострюється роботою теплоенергетики України

в умовах недостачі природних паливних ресурсів. Положення, що створилося, також викликане дешевизною органічного палива до 1991 року, що сприяло розробці заходів щодо зниження капітальних, а не експлуатаційних витрат. Після 1991 року по теперішній час енергозберігаючі технології одержали значний розвиток, зокрема у зниженні експлуатаційних витрат. При цьому збільшення теплових втрат у трубопроводах внаслідок фізичного старіння теплових мереж сприяло децентралізації систем теплопостачання. Разом з тим, зменшення довжини теплових мереж і відповідно тепловтрат у них привело до зменшення числа теплогенеруючого устаткування у котельнях, тобто до зниження ефективності роботи устаткування внаслідок його роботи в неоптимальних режимах значну частину опалювального періоду. Сучасний стан паливно-енергетичних ресурсів, подорожчання їхнього видобутку вимагає ефективного використання одержуваної енергії. Однак теплоенергетичне устаткування встановлене з розрахунку максимальних навантажень, з невеликим запасом варіювання вироблення теплової енергії, не забезпечує ефективного використання палива. Таким чином, ефективність використання енергоносіїв визначається не тільки ефективністю вироблення тепла й електричної енергії, але й збалансованістю режимів вироблення й споживання цієї енергії. У теперішній час, незважаючи на численне будівництво «елітних» будинків з автономним теплопостачанням і перехід частини споживачів на індивідуальне опалення, у великих містах України, як і раніше, основним джерелом тепла є ТЕЦ і районні котельні. При цьому найпоширеніші в житлових і громадських будинках однотрубні системи водяного опалення, що запроектовані до 1996 року (через те, що є уніфікованими системи опалення і, як правило, мають більш низьку металоємність і дешевий у період їх будівництва енергоносіїв). Коли мова йде про опалення, як правило, мається на увазі підтримка в приміщеннях, оснащених опалювальними системами, необхідного значення температури повітря. Однак температура повітря є тільки одним з параметрів внутрішнього середовища, що характеризують її якість. Другим параметром завжди виступає температура навколишніх поверхонь. Комфортні

мікрокліматичні умови в приміщеннях формуються не тільки цими двома параметрами, але й рядом інших факторів. Системи опалення призначені в основному для забезпечення названих температур. Причому регулювання, тобто підтримка на необхідному рівні температури методами й засобами опалення, можливо далеко не завжди внаслідок зміни зовнішньої температури, теплонадходжень, повітрообміну в даному приміщенні. Після 1996 р. положення з вибором термічного опору огорожуючих конструкцій трохи покращилося. Тепер його нормативна величина виросла більш, ніж у два рази, що зменшує необхідну потужність системи опалення. Необхідно відзначити, що розрахунки економічно доцільної (з погляду теплотехніки) огорожуючої конструкції, завдяки дешевизні палива, привели до переваги в недавньому минулому в масовому будівництві легких малоінерційних, зате дещо дешевих, огорожень, теплотехнічні недоліки яких зараз призивають вирішити за допомогою методів і засобів регулювання роботи систем опалення. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії стали останнім часом одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Головними причинами такої уваги є очікуване вичерпання запасів органічних видів палива, різке зростання їх ціни, недосконалість та низька ефективність технологій їхнього використання, шкідливий вплив на довкілля, наслідки якого все більше і більше турбують світовому спільноту.

Використання традиційних вуглеводнів шляхом спалювання супроводжується загальними втратами енергії до 80-90% і тому вже на сьогодні розроблено технології електрохімічного їх перетворення, які зменшують втрати до 10 % та є більш екологічно безпечними.

Альтернативна енергетика стає одним із базових напрямів розвитку технологій у світі, разом із інформаційними та нанотехнологіями вона стає важливою складовою нового постіндустріального технологічного укладу.

До нетрадиційних та відновлюваних джерела енергії будемо відносити гідроелектростанції (великі, середні та малі), геотермальну, сонячну, фотоелектричну та теплову енергію, енергії припливів, хвиль океану, вітру, тверду біомасу, гази з біомаси, рідкі біопалива та відновлюванні муніципальні відходи (ці види енергії за визначенням МЕА – відновлювані джерела енергії), а також теплоенергію „створювану” завдяки тепловим насосам, торф, шахтний метан та вторинні джерела енергії, такі як: скидне тепло, муніципальні промислові відходи, тиск доменного газу та природного газу під час його транспортування.

На сьогодні частка нетрадиційних та відновлюваних джерела енергії у виробництві енергії у світі ще не є значною (близько 14 %), але їх потенціал на кілька порядків перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів. Темпи зростання обсягів виробництва енергії також значно перевищують аналогічні для традиційних видів енергії. Так, у найближчі 10 років, прогнозується щорічне зростання світових обсягів виробництва електроенергії традиційної електроенергетики порядку 2,8 %, а електроенергії НВДЕ – 9,2 %.

В Україні також існує значний потенціал використання нетрадиційних та відновлюваних джерела енергії . З іншого боку, проблеми ефективності використання традиційних джерел енергії в Україні стоять ще гостріше, ніж у світі чи країнах ЄС. Причинами цього є застарілі технології, вичерпання ресурсу використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю використання палива призводить до значних обсягів шкідливих викидів. Значні втрати при транспортуванні, розподілі та використанні електроенергії і тепла, а також монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.

Таким чином, Україна має нагальну потребу у переході до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій, якими є, в тому числі, і НВДЕ. Але, незважаючи на декларацію щодо усвідомлення цієї потреби з боку різних гілок влади та низку нормативно-законодавчих актів, які стосуються розвитку НВДЕ, - реальних кроків щодо впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерела

енергії зроблено досить мало. Частка в енергетичному балансі країни становить лише 7,2 % (6,4 % — позабалансові джерела енергії; 0,8 % — відновлювані джерела)

Змінити ситуацію можна шляхом проведення відповідної енергетичної політики, вдосконалення нормативно-правової бази та залучення інвестицій у розвиток нетрадиційних та відновлюваних джерела енергії. Звісно, що цей процес не є швидким, але задля забезпечення майбутнього економічного процвітання України, її гідного місця у Європейській спільноті потрібно вже сьогодні активізувати вирішення цієї актуальної проблеми.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Мета проекту

Метою виконання проекту є вибір і обґрунтування рішень по застосуванню енергозберігаючих технологій в системі опалення будинку, а також проведення відповідних розрахунків. Виконуючи дипломний проект я повинен:

- опрацювати технічну літературу з питань енергозбереження в системах опалення та інші джерела інформації;
- при виконання розрахунків працювати з нормативно-довідниковою літературою;
- ознайомитись з ринком опалювальної техніки і прийняти рішення щодо вибору обладнання системи опалення;
- обґрунтувати прийняті рішення;
- розвинути і закріпити навички самостійної роботи та оволодіти методиками, що пов'язані з виконанням виробничих функцій і типових задач діяльності тощо.

Вихідними даними для виконання проекту є план будинку, основні його характеристики.

1.2 Вихідні дані для проектування

Місто розташування будинку, для якого виконується проект: м. Київ.

Площа будинку:

- загальна – 147,83 м²;
- житлова – 88,9 м²;

Кількість поверхів 1 з мансардою (1,5 поверховий);

Кількість мешканців - 3 чол.

Характеристика огорожувальних конструкцій (матеріал, товщина шару):

1) Горищне перекриття:

- гідробар'єр $\delta = 1$ мм;
- поперечна соснова дошка $\delta = 30$ мм;
- поздовжня соснова балка $\delta = 200$ мм;
- мінеральна вата;
- гідробар'єр $\delta = 1$ мм;
- підшивка сосною дошкою $\delta = 10$ мм;
- гіпсокартон $\delta = 9,5$ мм;
- штукатурка $\delta = 2$ мм;

покриття будинку – шифер азбестоцементний 8-ми хвильовий.

2) Зовнішні стіни:

- штукатурка цементно-піщана $\delta = 20$ мм;
- шлакоблок $\delta = 190$ мм;
- провітряний прошарок $\delta = 50$ мм;
- кладка з цегли силікатної $\delta = 120$ мм.

Зовнішня стіна прибудова:

- штукатурка цементно-піщана $\delta = 20$ мм;
- кладка з цегли силікатної $\delta = 120$ мм;
- утеплювач пінополістирольні плити.

3) Вікна: двокамерний склопакет.

4) Двері вхідні: подвійні, утеплені.

5) Підлога – на ґрунті:

- бетона стяжка на ґрунті $\delta = 100$ мм
- утеплювач – екструдовані полістирольні плити
- цементно-піщана стяжка $\delta = 30$ мм
- покриття – плитка керамічна $\delta = 6$ мм

Кліматичні характеристики міста Київ [5]:

- барометричний тиск $P_6 = 990$ кПа;
- розрахункова температура зовнішнього повітря – -22 °С;

- середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря – $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- швидкість вітру – $V = 4,2\text{ м/с}$;
- зона вологості – С;
- тривалість опалювального періоду – $n_{\text{оп}} = 176$ діб;

Розрахункові значення температури внутрішнього повітря:

- загальна кімната, спальня – $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- кухня – $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ванна – $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- вбиральня – $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- розрахункове значення відносної вологості внутрішнього повітря – $\varphi_{\text{в}} = 55\text{ \%}$.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування прийнятих рішень

Завданням проекту передбачено запроєктувати систему опалення індивідуального житлового будинку із застосуванням відновлювальних джерел енергії. В цьому проекті я планую використовувати сонячні колектори

Переваги сонячних колекторів для будинку:

- Повна або часткова автономність.

Повна автономність - підігрів басейну або постійне гаряче водопостачання без газу; без електрики (при використанні бойлера).

Часткова автономність - колектор використовується як додаткове джерело теплоти, найчастіше для опалення.

- Економія.

Один з найбільш доступних альтернативних джерел енергії. При повної автономності, ясно, що після терміну окупності Ви станете володарем безкоштовної теплової енергії від сонячного колектора. При частковій автономності - економія грошей, величина якої залежить від основного джерела тепла і потреб.

- Термін окупності сонячних колекторів для будинку від 3 років.

Термін окупності залежить від поставленого завдання (ГВП, підігрів басейну або опалення): від кількості необхідної гарячої води на добу (якщо для ГВП); від типу басейну (закритий чи відкритий) і від об'єму води в ньому; від площі будинку (якщо для опалення); від типу основного джерело тепла і т.д.

- Безпека і екологічність.

Для роботи геліоколектора не використовується газ, вугілля або інше паливо, тому системи пожежо і вибухобезпечні.

- Надійність, довговічність та гарантія.

Геліоколектори мають великий термін експлуатації, виробники заявляють не менше 25 років роботи. Наша компанія надає 12 місяців безкоштовного сервісного обслуговування.

Сонячні колектори в Україні, порівняно, недавно почали набувати популярності. Раніше це було дорого, а зараз - доступно кожному! Ефективність. У країнах з помірним кліматом подібні обігрівачі дозволяють економити від 100 до 80 % стандартних енергоресурсів протягом усього року.

- Шумовий фон під час роботи практично відсутній, його мінімум обумовлений циркуляційним насосом системи.
- Тривалі експлуатаційні терміни мінімум 20 років, повністю виправдовують початкову вартість обладнання.
- Монтаж колекторів рекомендується проводити на даху, з сонячної сторони, для максимального поглинання тепла, а значить, немає необхідності виділення корисної площі під устаткування.

На даному етапі проектування системи опалення я зупинив свій вибір на :

Замкнутій двохтрубній системі опалення з примусовою циркуляцією теплоносія та нижнім розведенням.

Двохтрубна система опалення з нижнім розведенням

Така система має наступну схему транспортування теплоносія:

- Магістральний трубопровід, що подає, відходить від котла й проходить у підвалі або ж по підлозі на першому поверсі.
- Нагору від магістральної труби йдуть стояки, по яких у батареї попадає теплоносій.

- Остигла рідина по зворотному трубопроводу вертається в котел.
- Для того, щоб видаляти повітря з такої системи, використовується повітряна труба із двома петлями й крани Маєвського або розширювальний бачок на верхньому поверсі.

В основі такої схеми лежить примусова циркуляція за рахунок різниці тиску, який здійснюється насосом, останній в даному випадку називається циркуляційним.

Переваги такої системи

- Приміщення, які необхідно опалювати, нагріваються набагато швидше і, відповідно, необхідна температура повітря в приміщенні досягається набагато швидше;
- Опалювальні прилади в мережі нагріваються рівномірно. При природній циркуляції температура радіаторів опалення залежить від відстані до котла;
- З'являється можливість регулювати нагрівання в мережі по окремим ділянкам, а також перекривати частину ланцюга. Крім цього можна змінювати схему і монтаж компонування всієї опалювальної системи будівлі;
- Примусове опалення перешкоджає заводушності в трубопроводах системи опалення;
- Застосування насоса дає можливість зробити всю систему закритою, включивши в ланцюг мембранний розширювальний бачок. Наслідком цього є зменшення випаровування води в системі;
- Монтаж всієї системи спрощується. Відпадає необхідність ретельно вираховувати висоти, довжини, діаметри і ухил труб для нормальної циркуляції;
- Схема опалення з примусовою циркуляцією економить тепло. Отже витрата палива зменшується;

- Використання трубопроводів меншого діаметра дає економію при монтажі. При однаковій довжині ціна на труби меншого діаметру нижча, ніж на труби більшого діаметру.
- В закритих системах різниця температури на вході та виході нагрівального котла значно менше. За рахунок цього термін експлуатації котельного обладнання збільшується.

2.2 Розрахунок огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 3 °С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}, \quad (1)$$

де $R_{\Sigma пр}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \min}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Місто Київ розташоване в I температурній зоні експлуатації відповідно мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{q \min} \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ згідно [4] зі змінами №1 від 01.07.13 станове:

- зовнішні стіни – 3,3;
- горищні покриття – 4,95;
- світлопрозорі огорожувальні конструкції – 0,75;
- входні двері – 0,65.

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (2)$$

де $\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції (табл. 2.2.1), Вт/(м²·К), які приймаю згідно [4, додаток Е];

R_i - термічний опір i -го шару конструкції, м²·К/Вт;

λ_{ip} - теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно [4, додаток Л], Вт/(м²·К);

Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів огорожувальних конструкцій наводжу в таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.1 Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² · К)	
	$\alpha_{\text{в}}$	$\alpha_{\text{з}}$
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер	8,7	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12

Таблиця 2.2.2 Значення розрахункових теплофізичних характеристик будівельних матеріалів

Назва матеріалу	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації		
	теплопровідність λ_r , Вт/(м·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння s , Вт/(м ² ·К)	коефіцієнт паропроникності μ , мг/(м·год·Па)
Мати мінераловатні негорючі теплоізоляційні базальто-волокнисті	0,039	0,54	0,50
Листи гіпсокартонні	0,21	3,66	0,075
Сосна уздовж волокон	0,35	6,33	0,32
Розчин цементно-піщаний	0,81	9,76	0,12
Плити керамічні для підлоги	1,1	12,55	0,06
Цегла силікатна на цементно-піщаному розчині	0,87	10,9	0,11
Гідроізоляція на бітумній основі	0,22	5,69	0,008
Бетон на щебені з природного каменю	1,86	17,88	0,03
Цегла порожниста керамічна густиною 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,58	7,56	0,16
Шлакопемзобетон	0,44	6,73	0,11
Плити пінополістирольні	0,045	0,53	0,05

Визначаю опір теплопередачі зовнішньої стіни, м²·К/Вт:

$$R_{0z.c} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{ш.б}}{\lambda_{ш.б}} + R_{n.n} + \frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (3)$$

де $R_{n.n} = 0,14$ м²·К/Вт – термічний опір повітряного прошарку [4, табл. И.11].

$$R_{0z.c}^I = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,190}{0,44} + 0,14 + \frac{0,120}{0,87} + \frac{1}{23} = 0,891(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Оскільки опір теплопередачі $R_{\Sigma пр} < R_{q \text{ min}}$, то потрібно розрахувати товщину утеплювача. Для утеплення зовнішньої стіни пропоную плити пінополістирольні



від фірми «Століт 25 Тепла стіна» марка 35 фасад-підлога, які мають наступні технічні характеристики [6]:

Рисунок 1 -плити пінополістирольні

- щільність - 17...25 кг/м³;
- довжина: 1000 мм;
- ширина: 500 мм;
- товщина: 100 мм;
- теплопровідність - 0.039 Вт/(м·К);
- вологість - 12 %;
- водопоглинання за об'ємом за 24 години 2 %;
- міцність на стиск при 12% лінійній деформації 0.1 МПа;
- міцність при згині 0.20 МПа;
- властивості - тепло і звукоізоляція, не гниє, вологостійкість, біологічна стійкість, екологічність, пожежобезпечність, хімічна стійкість;
- ціна: 600 грн./м³.

Визначаю опір теплопередачі утеплювача, м²·К/Вт:

$$R_{ym} = R_{q\min} - R_0^{3.c} \quad (4)$$

де $R_{q\min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни.

$$R_{ym} = 3,3 - 0,891 = 2,409 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю товщину утеплювача для зовнішньої стіни, м:

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} \quad (5)$$

де λ_{ym} - теплопровідність утеплювача, матеріал плити пінополістирольні.

$$\delta_{ym} = 2,409 \cdot 0,039 = 0,093 (\text{м})$$

Приймаю стандартну товщину утеплювача 100 мм.

Тоді опір теплопередачі утеплювача, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, становить:

$$R_{ym} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = \frac{0,100}{0,039} = 2,564 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю загальний опір теплопередачі зовнішньої стіни з утеплювачем, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{03.c}^{ym} = R_0^{3.c} + R_{ym} = 0,891 + 2,564 = 3,455 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Таким чином виконується умова: $R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{q\min}$.

Визначаю опір теплопередачі зовнішньої стіни з утеплювачем (прибудова), $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{03.c} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_{um}}{\lambda_{um}} + \frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (6)$$

$$R_{03.c}^{II} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,120}{0,87} + \frac{0,100}{0,039} + \frac{1}{23} = 2,883 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю опір теплопередачі конструкції підлоги.

Опір підлоги, розташованої на ґрунті визначають за зонами шириною 2 метри, які паралельні зовнішнім стінам. Термічний опір кожної зони для не утепленої підлоги дорівнює:

I – 2,1 м²·°C/Вт; II – 4,3 м²·°C/Вт; III – 8,6 м²·°C/Вт; IV – 14,2 м²·°C/Вт.

Для підлоги з утепленням, опір теплопередачі визначаю за формулою, м²·К/Вт:

$$R_n^{ym} = R_{I,II} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} \quad (7)$$

де λ_{ym} - теплопровідність утеплювача.

Для утеплення підлоги пропоную плити екструзійні пінополістирольні фірми «Penobourд» марка XPS Екс.піноп.Penobourд 35-300, які мають наступні технічні характеристики [7]:



Рисунок 2 - плити екструзійні пінополістирольні

- область застосування - фасад, цоколь;
- призначення – теплоізоляція;
- довжина: 1200 мм;
- ширина: 600 мм;
- товщина: 50 мм;
- щільність 26...32 кг/м³;
- група горючості - Г3 (нормальногорючий);

- температура експлуатації -70...+75 °С;
- міцність на стиск при 10% деформації - 250 кПа;
- межа міцності при вигині - 0.25 МПа;
- теплопровідність (+25 градусів) - 0.029 Вт/(м·К)
- теплопровідність (А, Б) - 0.034 Вт/(м·К);
- водопоглинання - 0.2 %;
- коефіцієнт паропроникності - 0.011 мг/(м·г·Па);
- питома теплоємність - 1.45 Дж/(кг·К);
- ціна: 52,2 грн./шт.

Приймаю стандартну товщину утеплювача 50 мм.

$$R_I^{ym} = R_I + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = 2,1 + \frac{0,05}{0,029} = 3,824(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

$$R_{II}^{ym} = R_{II} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = 4,3 + \frac{0,05}{0,029} = 6,024(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю опір теплопередачі горищного перекриття, м²·К/Вт:

$$R_0^{z.n} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_{z.b}}{\lambda_{z.b}} + \frac{\delta_{дош.}}{\lambda_{дош.}} + \frac{\delta_{балк.}}{\lambda_{балк.}} + \frac{\delta_{z.b}}{\lambda_{z.b}} + \frac{\delta_{нід.дош.}}{\lambda_{нід.дош.}} + \frac{\delta_{зк}}{\lambda_{зк}} + \frac{\delta_{утт}}{\lambda_{утт}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (8)$$

$$R_0^{z.n} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{0,22} + \frac{0,030}{0,35} + \frac{0,200}{0,35} + \frac{0,001}{0,22} + \frac{0,010}{0,35} + \frac{0,0095}{0,21} + \frac{0,002}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,854(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Оскільки опір теплопередачі $R_{\Sigma пр} < R_{q \min}$ то потрібно розрахувати товщину утеплювача. Для утеплення горищного перекриття пропоную мінераловатні мати фірми «Edinye seti-Vostok, ChP» які мають наступні технічні характеристики [8]:



Рисунок 3 - мінераловатні мати

- товщина листа: 100 мм, 150 мм, 200 мм;
- довжина листа: 6 м, 4 м, 3 м;
- ширина листа: 1 м;
- горючість: негорючий;
- коефіцієнт теплопровідності: 0,039 Вт/м*С;
- щільність: 28 кг/м³;
- площа упаковки: 6 м², 5,1 м², 4 м²;
- призначення: для утеплення горищ, дерев'яних балкових перекриттів, підвісних стель, легких каркасних стін і перегородок, підлог на лагах;
- ціна: 107 грн.

Визначаю опір теплопередачі утеплювача, м²·К/Вт:

$$R_{ум} = R_{q\min} - R_0^{z.n} \quad (9)$$

де $R_{q\min} = 4,95$ м²·К/Вт - мінімально допустиме значення опору теплопередачі горищного перекриття.

$$R_{ум} = 4,95 - 0,854 = 4,096(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю товщину утеплювача для зовнішньої стіни, м:

$$\delta_{ym} = R_{ym} \cdot \lambda_{ym} \quad (10)$$

де λ_{ym} - теплопровідність утеплювача, матеріал мінераловатні мати.

$$\delta_{ym} = 4,096 \cdot 0,039 = 0,160(\text{м})$$

Приймаю стандартну товщину утеплювача 200 мм.

Тоді опір теплопередачі утеплювача, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, становить:

$$R_{ym} = \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} = \frac{0,200}{0,039} = 5,128(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Визначаю загальний опір теплопередачі горизонтального перекриття з утеплювачем, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$:

$$R_{0z.n}^{ym} = R_0^{z.n} + R_{ym} = 0,854 + 5,128 = 5,982(\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$$

Опір теплопередачі вікон станове $R_{вік.} = 0,62 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

Двокамерний склопакет фірми «Віконда» марка «Safe tech euro», має наступні технічні характеристики: Двокамерні склопакети SAFE tech euro відповідають європейським стандартам енергозбереження, а в поєднанні з профільною системою «SALAMANDER bluEvolution» - навіть стандартам майбутнього.

Аргон в склопакеті підвищує його енергозберігаючі характеристики. SAFE tech euro відрізняється підвищеною шумоізоляцією, а завдяки багатошаровому склу (триплексу), є необхідною умовою для комплексної безпеки будинку.

- конструктивна глибина: 60 мм;
- кількість камер: 2 камери;
- максимальна товщина склопакету: до 33 мм;
- теплоізоляція: $R_0 = 0,62 \text{ м}^2 \text{К} / \text{Вт}$;
- звукоізоляція: до $R_w, P = 40-44 \text{ дБ}$;
- зламобезпека: до класу 2 (ENV 1627);
- повітропроникність: клас 4 згідно з EN 12207;
- водонепроникність: до класу 9A згідно з EN 12208;

- ущільнення: EPDM;
- кількість контурів: 2 контури ущільнення притвору;
- ціна: 2774 грн.

Опір теплопередачі зовнішніх дверей станове $R_{зд} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Технічні характеристики зовнішніх дверей:

- Полотно, товщина, мм – 84
- Рама, шириною (монтажна глибина), мм – 135
- Рама, товщина, мм – 2
- Лист матеріалу на полотні, товщина, мм – 1,2-1,5
- Теплоізоляція полотна – Мінеральна вата
- Теплоізоляція рами – Мінеральна вата
- Ущільнювач – двохконтурний
- Ціна: 6048 грн.

Таким чином, опори теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку відповідають вимогам [4]. Результати розрахунків занесу в таблицю 2.2.3.

Таблиця 2.2.3 Опори теплопередачі огорожувальних конструкцій

Огороджувальна конструкція		$R_{q \min},$ ($\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$)	$R_{0,},$ ($\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$)	$1/R_{0,}$ $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$
Зовнішні стіни	R1	3.3	3.455	0.289
	R2		2,883	0,347
Огороджувальна конструкція		$R_{q \min},$ ($\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$)	$R_{0,},$ ($\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$)	$1/R_{0,}$ $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$
Горищне перекриття		4.95	5.839	0.171
Підлога	R1	2.1	3,824	0,262

	R2	4.3	6,024	0,166
Вікна		0.75	0.62	1.613
Двері		0.65	0.6	1.667

2.3 Розрахунок втрат тепла приміщеннями

Розрахункові втрати теплоти, що покриваються системою опалення Q_{on} , Вт, визначаються на підставі теплового балансу приміщення: сумою втрат теплоти через огорожуючі конструкції (трансмісійні тепловтрати) ΣQ_{oz} , витрати теплоти на підігрів вентиляційного повітря Q_v , зменшеної на вилічну сумарних «побутових» тепловиділень $Q_{ноб}$, [10].

$$Q_{on} = \Sigma Q_{oz} + Q_v - Q_{ноб} \quad (11)$$

До «побутових» відносяться тепловиділення від електропобутових і освітлювальних приборів, приладів для приготування їжі, гарячого водопостачання і людей, що перебувають у будинку:

$$Q_{ноб} = 10 \cdot F \quad (12)$$

$$Q_{ноб} = 10 \cdot 157,83 = 1578,3 (Вт)$$

Тепловтрати приміщеннями розраховуються окремо для кожної огорожувальної конструкції будівлі з врахуванням додаткових втрат тепла за формулою, Вт:

$$Q_{oz.k} = \frac{1}{R_0} \cdot F \cdot (t_v - t_z) \cdot n \cdot (1 + \Sigma \beta) \quad (13)$$

де R_0 – опір теплопередачі огороження, $m^2K/Вт$;

F – площа огороження, m^2 , визначена за відповідними правилами обміру;

t_v, t_z – розрахункова температура відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}C$;

n – коефіцієнт зменшення для підрахунку тепловтрат через різні типи огорожень [4];

$\sum \beta$ - додаткові втрати тепла (в долях від основних), що враховуються для зовнішніх вертикальних і похилих огорожень, що обдуваються вітром [17].

Втрати тепла на підігрів вентиляційного повітря визначаються для кожного приміщення, в якому є хоча б одне вікно за формулою, Вт:

$$Q_g = 0.337 \cdot F_{\text{під}} \cdot h \cdot (t_g - t_3) \quad (14)$$

де $F_{\text{під}}$ – площа підлоги, м²;

h – відстань від стелі до підлоги, м.

Втрати тепла на підігрів зовнішнього повітря, що надходить у коридор через зовнішні двері, розраховуються за формулою, Вт:

$$Q_{\text{зд}} = 0.7 \cdot (h + 0.8 \cdot P) \cdot (t_g - t_3) \quad (15)$$

де P – кількість людей у будинку, чол.

Розрахунок тепловтрат виконуються у формі таблиці 2.3.1

В таблиці прийняті наступні скорочення:

ЗС – зовнішня стіна;

ПД – підлога;

СТ – стеля;

Вік. – вікно;

ЗД – зовнішні двері.

Таблиця 2.3.1

Розрахунок тепловтрат приміщеннями

№ кімнати	Назва кімнати	Назва огорожень	Орієнтація	$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$t_{з}, ^\circ\text{C}$	Розмір, м	F, м ²	1/R ₀	Надбавки $\Sigma\beta$		1+ $\Sigma\beta$	n	Q _о , Вт	Q _в , Вт	Q _{зд} , Вт	ΣQ , Вт
									На орієнтації	Інші						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Спальня	ЗС1	Пн Сх	22	-22	3,5x3	10,5	0,289	0,1	-	1,1	1	146,87	570,46	-	1207,40
		ЗС2	Пд Сх			4,1x3	12,3	0,289	0,05	-	1,05	1	164,23			
		Вік.	Пн Сх			1,46x2	2,92	1,613	0,1	-	1,1	1	227,96			
		ПД I	-			3x2 + 3,6x2	13,2	0,262	-	-	1	0,6	91,30			
		ПД II	-			1,5x1	1,5	0,166	-	-	1	0,6	6,57			
2	Спальня	ЗС1	Пд Сх	22	-22	4,65x3	13,95	0,289	0,05	-	1,05	1	186,26	800,06	-	1329,68
		Вік.	Пд Сх			1,46x2	2,92	1,613	0,05	-	1,05	1	217,60			
		ПД I	-			4,3x2+3,6x2	15,8	0,262	-	-	1	0,6	109,29			
		ПД II	-			2,35x1,6	3,76	0,166	-	-	1	0,6	16,48			
3	Загальна кімната	ЗС1	Пн Сх	22	-22	4,625x3	13,87	0,289	0,1	-	1,1	1	194,01	999,76	-	1844,10
		ЗС2	Пн Зх			5,45x3	19,35	0,289	0,1	-	1,1	1	270,66			
		Вік.	Пн Сх			1,46x2	2,92	1,613	0,1	-	1,1	1	227,96			
		ПД I	-			4,1x2+4,95x2	18,1	0,262	-	-	1	0,6	125,19			
		ПД II	-			2,05x2,95	6,05	0,166	-	-	1	0,6	26,51			

Продовження таблиці 2.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Спальня	ЗС1	Пд Сх	22	-22	4x2,84	11,36	0,289	0,05	-	1,05	1	151,68	690,63	-	1233,16
		Вік.	Пд Сх			1,46x2	2,92	1,613	0,05	-	1,05	1	217,60			
		ГП1	Пн Сх			4,2x2,84	11,9	0,171	0,1	-	1,1	0,9	88,64			
		ГП2	Пд Зх			4,2x2,84	11,9	0,171	0,05	-	1,05	0,9	84,61			
5	Спальня	ЗС	Пн Зх	22	-22	4x2,84	11,36	0,289	0,1	-	1,1	1	158,90	749,59	-	1326,59
		Вік.	Пн Зх			1,46x2	2,92	1,613	0,1	-	1,1	1	227,96			
		ГП1	Пн Сх			4,6x2,84	13,06	0,171	0,1	-	1,1	0,9	97,28			
		ГП2	Пд Зх			4,6x2,84	13,06	0,171	0,05	-	1,05	0,9	92,86			
6	Кухня	ЗС1	Пн Зх	18	-22	3,1x3	9,3	0,289	0,1	-	1,1	1	130,08	878,11	-	1563,79
		ЗС2	Пд Зх			4,75x3	14,25	0,289	0,05	-	1,05	1	190,26			
		Вік.	Пн Зх			1,46x2	2,92	1,613	0,1	-	1,1	1	227,96			
		ПД I	-			4,3x2+4,1x2	16,8	0,262	-	-	1	0,6	116,20			
		ПД II	-			2,3x2,1	4,83	0,166	-	-	1	0,6	21,17			
7	Сходи	ЗС	Пн Сх	18	-22	1,5x3	4,5	0,289	0,1	-	1,1	1	62,94	-	-	168,69
		ПД I	-			1,5x2+1,5x2	6	0,262	-	-	1	0,6	41,50			
		ПД II	-			5,3x1,4	7,42	0,166	-	-	1	0,6	32,52			
		ГП	Пн Сх			1,5x2,84	4,26	0,171	0,1	-	1,1	0,9	31,73			
8	Ванна	ЗС	Пд Сх	25	-22	2x3	6	0,289	0,05	-	1,05	1	80,11	-	-	121,80
		ПД I	-			2x2	4	0,262	-	-	1	0,6	27,67			
		ПД II	-			1,6x2	3,2	0,166	-	-	1	0,6	14,02			
9	Вбиральня	ЗС	Пд Сх	20	-22	1,05x3	3,15	0,347	0,05	-	1,05	1	50,50	-	-	66,34
		ПД I	-			1,05x2	2,1	0,262	-	-	1	0,6	14,53			
		ПД II	-			0,15x2	0,3	0,166	-	-	1	0,6	1,31			

Продовження таблиці 2.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	Котельня	ЗС1	Пд Сх	18	-22	1,4x3	4,2	0,347	0,05	-	1,05	1	67,33	-	-	193,17
		ЗС2	Пд Зх			2,3x3	6,9	0,347	0,05	-	1,05	1	110,62			
		ПД I	-			1,1x2	2,2	0,262	-	-	1	0,6	15,22			
11	Коридор	ЗС1	Пд Зх	18	-22	5x3	15	0,347	0,05	-	1,05	1	240,47	487,01	160,16	1443,61
		ЗС2	Пн Зх			2,45x3	7,35	0,347	0,1	-	1,1	1	123,44			
		Вік.	Пд Зх			1,46x2	2,92	1,613	0,05	-	1,05	1	217,60			
		Двер.	Пн Зх			0,8x2	1,6	1,538	0,1	-	1,1	1	119,10			
		ПД I	-			4,65x2+2,15x2	13,6	0,262	-	-	1	0,6	94,07			
		ПД II	-			0,15x2,65	0,4	0,166	-	-	1	0,6	1,75			
Всього															10498,32	

Таким чином потужність системи опалення станове: $Q_{on} = 10498,32 - 1578,3 = 8920,02$ (Вт).

2.4 Вибір і розрахунок опалювальних приладів

Для опалення приміщень будинку я вирішив використати радіатор алюмінієвий радіатори фірми «Perfexim» марки PERFЕКТ PLUS FF-500, який має технічні характеристики:

- країна-виробник: Польща;
- вид радіатора: Литий;
- максимальний тиск: 30 атм.;
- конструкція радіатора: Секційна;
- тепловіддача секції/панелі: 165 Вт;
- ємність 10 секцій: 2,3 л;
- максимальна температура носія: 110 °С;
- ємність секції: 0,23 л;
- вага секції: 1,12 кг;
- колір: Білий;
- гарантія: 10 років;
- розміри(В*Ш*Г): 582*80*85 мм;
- ціна: 193,38 грн.

Рисунок 1 - Радіатор алюмінієвий PERFЕКТ PLUS 500/100

Технічні характеристики секцій радіатора наводжу в таблиці 2.4.1.

Таблиця 2.4.1 Технічні характеристики однієї секції.

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
			FF-500
1	Номінальний тепловий потік однієї секції при тепловому напорі 70 °С	Вт	165
2	Те ж при $\Delta T = 50$ °С	Вт	102
3	Робочій тиск	МПа	2,4
4	пробний тиск	МПа	3,6
5	Руйнівний тиск	МПа	10,0
6	Максимально допустима температура теплоносія	°С	110
7	Інтервал водневого показника теплоносія	pH	5-11
8	Внутрішній об'єм однієї секції	л	0,23
9	Вага однієї секції	кг	1,12
10	Відстань між осями приєднувальних трубопроводів	мм	500
11	Висота секції	мм	582
12	Ширина секції	мм	80
13	Глибина секції	мм	85
14	Коефіцієнт « <i>Km</i> »		0,5374
15	Коефіцієнт « <i>K</i> »		3875
16	Показник степені « <i>n</i> »		1,3422

17	Показник степені « <i>m</i> »		0
18	Показник степені « <i>d</i> »		1,4431
19	Площа зовнішньої поверхні нагріву	м ²	0,32
20	Номинальний коефіцієнт тепловіддачі	Вт/(м ² ·°С)	7,188
21	Приєднувальна різьба		G 1 ⁰
22	Колір покриття секцій		Білий
23	Ступінь блиску (відображення) фасадної поверхні ISO 2813 (кут нахилу джерела 60 °)	%	84±2
24	Умови експлуатації по ГОСТ 15150		1
25	Середній повний термін служби	років	50
26	Ціна	грн./сек.	193,38

При розрахунку кількості секцій тепловіддачу труб не враховують, так як вони прокладені в конструкції підлоги.

Кількість секцій радіатора визначається за формулою, шт:

$$n = \frac{Q_{np}^{прив} \cdot \beta_4}{Q_n \cdot \beta_3} \quad (16)$$

де β_3 , - коефіцієнт врахування кількості секцій в приладі, таблиця 2.4.2.

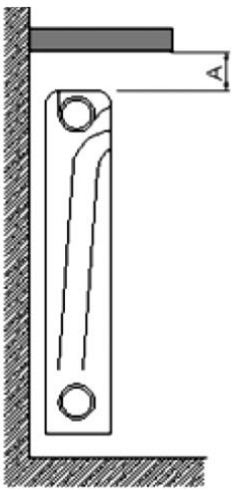
Таблиця 2.4.2 Визначення коефіцієнта β_3

Між осьова відстань	β_3 при кількості секцій в радіаторі					
	3	4	5,6	7-10	11-13	≥ 14
500	1,03	1,015	1	0,995	0,99	0,98

β_4 – коефіцієнт, що враховує розміщення приладу, при відкритій прокладці, таблиця 2.4.3.

Таблиця 2.4.3 Визначення коефіцієнта β_4

Ескіз	Спосіб установки приладу	Розмір «А», мм	β_4
-------	--------------------------	----------------	-----------

	Біля стіни, без ніші, під дошкою (підвіконника)	80	0,97
---	---	----	------

Q_H – номінальний тепловий потік від однієї секції радіатора, Вт, таблиця 2.4.4.

Таблиця 2.4.4 Визначення теплового потоку

Марка	Температурний напір, °С								
	25	30	35	40	45	50	55	60	65
BM500	40,4	51,6	63,5	76,0	89,0	102,5	116,5	131,0	145,8

Витрата води через прилад визначається за формулою, кг/год:

$$G_{np} = \frac{Q_{мет}}{c \cdot (t_{ex} - t_{vux})} \cdot 3600 \quad (17)$$

де $Q_{мет}$ – тепловтрати приміщення (кімнати), Вт;

$c = 4187$;

t_{ex} і t_{vux} – температура води на вході і виході в опалювальний прилад, $t_{ex} = 80^\circ\text{C}$, $t_{vux} = 60^\circ\text{C}$.

Розрахунковий температурний напір знаходиться за формулою:

$$\Delta T = \frac{t_{ex} + t_{vux}}{2} - t_e \quad (18)$$

де t_{ex} і t_{vux} – температура води на вході і виході в опалювальний прилад, $t_{ex} = 80^\circ\text{C}$, $t_{vux} = 60^\circ\text{C}$;

t_e – температура внутрішнього повітря приміщення за призначенням.

Розрахунок кількості секцій радіатора виконую у формі таблиці 2.4.5.

Таблиця 2.4.5 Розрахунок кількості секцій опалювальних приладів

№ кім.	Назва приміщення	$Q_{вт},$ Вт	ΔT	$Q_{ну}$	n, шт.	Кількість	$G_{пр},$ кг/год
1	Спальня	1207,4	48	97,1	7,1	7	51,91
2	Спальня	1329,7	48	97,1	7,8	8	57,16
3	Загальна кімната	1844,1	48	97,1	11,1	11	79,28
4	Спальня	1233,2	48	97,1	7,3	7	53,01
5	Спальня	1326,6	48	97,1	7,8	8	57,03
6	Кухня	1563,8	52	108,1	9,2	9	67,23
7	Сходи	168,69	52	108,1	0,9	-	7,25
8	Ванна	121,8	45	89,0	0,7	-	5,24
9	Вбиральня	66,34	50	102,5	0,4	-	2,85
10	Котельня	193,17	52	108,1	1,1	-	8,30
11	Коридор	1703,1	52	108,1	10,0	10	73,22

У ванній кімнаті передбачаю установку гладко трубного радіатора ВМ 700x550, хромований, який має наступні технічні характеристики:

- довжина – 700 мм;
- ширина – 550 мм;
- відстань між осями – 500 мм;
- висота – 30 мм;
- потужність – 1044 Вт;
- туди 4+4+5;
- ціна – 775 грн.

У кімнаті під №11 (коридор) збільшую тепловтрати додаючи суму тепловтрат кімнат вбиральні та котельні $Q_{вт} = 66,34 + 193,17 + 1443,61 = 1703,1$ (Вт), таким чином збільшую кількість секцій в коридорі.

2.5 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Мета гідравлічного розрахунку – підібрати такі діаметри трубопроводів, які б забезпечували проходження розрахункових витрат теплоносія для передачі заданої кількості теплоти кожному опалювальному приладу.

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є викреслена розрахункова схема системи опалення. На схему системи опалення наношу теплові навантаження кожного опалювального приладу (рівні тепловтратам приміщення). Крім того, вказую довжину кожної розрахункової ділянки. Розрахунковою ділянкою називається відрізок трубопроводу одного діаметра з постійними витратами теплоносія.

Послідовність гідравлічного розрахунку насосної системи опалення:

В системах водяного опалення з насосною циркуляцією рух води по трубах відбувається за рахунок тиску, що розвивається насосом, p_n , а також внаслідок гравітаційних сил, що виникають при охолодженні гарячої води в нагрівальних приладах і трубопроводах. P_e . для таких систем розрахунковий перепад тиску визначається по формулі:

$$P_p = P_n + P_e \cdot B \quad (19)$$

В насосних системах з нижнім розведенням величиною p_e можна знехтувати.

Розрахунковий перепад тиску для даної системи опалення визначаю виходячи із максимально допустимих швидкостей теплоносія в трубах (до 1,5 м/с) і можливості ув'язки втрат тиску в циркуляційних кільцях.

Порядок розрахунку.

1. Визначаю головне циркуляційне кільце – найбільш віддалене і найбільш навантажене.
2. Орієнтуючись на витрату теплоносія і граничнодопустиму швидкість $V=1\text{м/с}$ назначаю діаметри ділянок трубопроводу.

3. На основі таблиць для гідравлічного розрахунку [12], для кожної ділянки визначаю питомі втрати тиску на тертя R , Па/м і втрати тиску в місцевих опорах z . Па. Загальні втрати тиску на ділянці становлять, Па:

$$\Delta p = R \cdot l + z \quad (20)$$

Потім знайдені втрати тиску сумую для всього кільця, ці втрати і будуть відповідати розрахунковому перепаду тиску в системі.

5. Аналогічно розраховую решта кілець.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконуюю у формі таблиці 2.5.1 та 2.5.2.

Таблиця 2.5.1

Гідравлічний розрахунок системи опалення

№ ділянки	Q, Вт	G, кг/с	L, м	Д _{зхS} , мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	Σξ	Z, Па	ΔP _i , Па	ΣΔP _i , Па	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Головне циркуляційне кільце												
1	8920	383,5	1,6	20x2,25	0,566	321,7	514,72	19	463,1	977,8	6432,1	
2	7062,8	303,6	3,05	20x2,25	0,447	211,5	645,08	0,3	29,4	674,5		
3	5733,1	246,5	3,5	20x2,25	0,358	142,8	499,8	0,3	17,7	517,5		
4	5611,3	241,2	1,445	20x2,25	0,358	142,8	206,35	1,3	75,4	281,7		
5	3051,5	131,2	4,451	20x2,25	0,209	55,7	247,92	2,3	43,7	291,6		
6	1844,1	79,3	4,8	16x2	0,168	51,4	246,72	44	385,8	632,5		
5'	3051,5	131,2	4,451	20x2,25	0,209	55,7	247,92	3,4	64,6	312,5		
4'	5611,3	241,2	1,445	20x2,25	0,358	142,8	206,35	0,9	53,1	259,4		
3'	5733,1	246,5	3,5	20x2,25	0,358	142,8	499,8	0,9	53,1	552,9		
2'	7062,8	303,6	3,05	20x2,25	0,447	211,5	645,08	0,9	88,2	733,3		
1'	8920	383,5	1,6	20x2,25	0,566	321,7	514,72	20,5	683,6	1198,3		
Циркуляційне кільце												
7	3305,5	142,1	3,286	20x2	0,209	55,7	183,03	2,3	43,7	226,7	1452,0	
8	1602,4	68,9	4,1	16x2	0,164	48	196,8	2,8	33,6	230,4		
9	1563,8	67,2	2,48	16x2	0,164	48	119,04	45	397,8	516,8		
8'	1602,4	68,9	4,1	16x2	0,164	48	196,8	2,8	33,6	230,4		
7'	3305,5	142,1	3,286	20x2	0,209	55,7	183,03	3,4	64,6	247,6		
Циркуляційне кільце												

11	2559,8	110,0	2,82	20x2	0,164	36,95	104,2	17,5	25,8	130,0		
----	--------	-------	------	------	-------	-------	-------	------	------	-------	--	--

Продовження таблиці 2.5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	1326,6	57,0	9,946	16x2	0,14	29,4	292,41	48,5	381,5	673,9	957,9	
11'	2559,8	110,0	2,82	20x2	0,164	36,95	104,2	19	49,8	154,0		
10	168,69	7,3	0,25	14x2	0,023	4,1	1,025	44,5	98	99,03	404,53	
13	1233,2	53,0	0,7	16x2	0,13	23	16,1	44,5	289,4	305,50		
Всього:											9246,58	

Таблиця 2.5.2

Розрахунок втрат тиску на місцевих опорах

№ ділянки	Назви місцевих опорів	ξ	$\Sigma\xi$
1	запір.к., кут 90 ⁰ , розгал.	0,15+1,5+1,5	3,15
2	трій.прох.жив.	0,3	0,3
3	трій.прох.жив.	0,3	0,3
4	трій.від.жив.	1,3	1,3
5	кут 90 ⁰ , трій.прох.жив., звуж.	1,5+0,3+0,5	2,3
6	кут 90 ⁰ , кут 90 ⁰ , кут 90 ⁰ , кут 90 ⁰ , термо., запір.к., раді.	1,5+1,5+1,5+1,5+23+0,15+3	32,2
5'	роз., трій.прох.пов., кут 90 ⁰ ,	1+0,9+1,5	3,4
4'	трій.від.пов.	0,9	0,9
3'	трій.прох.пов.	0,9	0,9

2'	трій.прох.пов.	0,9	0,9
----	----------------	-----	-----

Продовження таблиці 2.5.2

№ ділянки	Назви місцевих опорів	ξ	$\Sigma\xi$
1'	проти., кут 90^0 , запір.к.	3+1,5+0,15	4,65
7	кут 90^0 , трій.прох.жив., звуж.	1,5+0,3+0,5	2,3
8	кут 90^0 , трій.від.жив.	1,5+1,3	2,8
9	обхід, кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , термо., запір.к., раді.	1+1,5+1,5+1,5+1,5+23+0,15+3	33,2
8'	трій.від.жив., кут 90^0 ,	1,3+1,5	2,8
7'	роз., трій.прох.пов., кут 90^0 ,	1+0,9+1,5	3,4
11	запір.к., розгал., звуж.	0,15+1,5+0,5	2,15
12	кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , термо., запір.к., раді.	1,5+1,5+1,5+1,5+1,5+1,5+1,5+1,5+23+0,15+3	38,2
11'	розшо., проти., запір.к.,	1+3+0,15	4,15
10	звуж., кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , термо., запір.к., раді.	0,5+1,5+1,5+1,5+1,5+23+0,15+3	32,7
13	кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , кут 90^0 , термо., запір.к., раді.	1,5+1,5+1,5+1,5+23+0,15+3	32,2

Ув'язку тисків по кільцях виконую за допомогою термостатичних клапанів через дальнє кільце, де втрати тиску найбільші.

Використовую прямий клапан марки RTD-N з попередньою настройкою. Клапани RTD-N застосовують в двотрубних насосних системах водяного опалення. Для легкого розпізнавання клапани RTD-N мають захисні ковпачки червоного кольору. Корпус клапана виготовляють з латуні та покривають нікелем.

RTD-N оснащені вбудованим пристроєм попередньої настройки пропускної спроможності в межах таких діапазонів [13]:

RTD-N 10 – $k_v = 0,04 - 0,50 \text{ м}^3/\text{год}$.

RTD-N 15 – $k_v = 0,04 - 0,60 \text{ м}^3/\text{год}$.

RTD-N 20, 25 – $k_v = 0,10 - 0,83 \text{ м}^3/\text{год}$.



Рисунок 2 - Терморегуляторний клапан з попередньою настройкою RTD-N

Усі термостатичні елементи серії RTD можна комбінувати з усіма клапанами RTD-N. З'єднувальна гайка забезпечує просте і надійне кріплення термостатичного елемента до корпусу клапана.

Для терморегулятора я вибрав термостатичний елемент серії RTD – R 3110 – автоматичний регулятор температури прямої безперервної дії з малою зоною пропорційності (Xp), що працює без допоміжної енергії. Модель RTD-R має функцію захисту від замерзання і пристрій для обмеження або фіксування

температурної настройки. Термостатичний елемент монтують без додаткової з'єднувальної деталі на радіатори із вмонтованими термостатичними клапанами (компактні радіатори) таких виробників [13]:

- De Longhi, Buderus, Vogel & Noot, Brugman, Northon тощо;
- діапазон температурного налаштування - 6– 26 °С. Температури встановлені для $X_p = 2 \text{ K}$, тобто клапан повністю закриється, коли температура в приміщенні перевищить необхідну на 2 °С;
- колір - RAL 9010 (чисто-білий).



Рисунок 3 - Термостатичний елемент RTD-R 3110

Щоб уникнути можливого відкладення солей і корозії, хімічний склад теплоносія в системах опалення, у яких застосовують клапани RTD-N, повинен відповідати нормам VDI 2035.

Визначаю перепад тиску для приладів:

У приладі під №1 який знаходиться на найвіддаленіший ділянці, загальній кімнаті, термостатичний клапан відкритий повністю.

$$2) \Delta P = \Delta P_{\text{№1}} = 0,6(\text{кПа});$$

$$3)\Delta P = \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{5'} + \Delta P_{4'} = 1,8(\text{кПа});$$

$$4)\Delta P = \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{5'} + \Delta P_{4'} + \Delta P_{3'} = 2,8(\text{кПа});$$

$$5)\Delta P = (\Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{5'} + \Delta P_{4'} + \Delta P_{3'} + \Delta P_{2'}) - (\Delta P_7 + \Delta P_{7'}) = 3,8(\text{кПа});$$

$$6)\Delta P = (\Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{5'} + \Delta P_{4'} + \Delta P_{3'} + \Delta P_{2'}) - (\Delta P_7 + \Delta P_8 + \Delta P_{10} + \Delta P_{8'} + \Delta P_{7'}) = 3,2(\text{кПа});$$

$$7)\Delta P = (\Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 + \Delta P_{5'} + \Delta P_{4'} + \Delta P_{3'} + \Delta P_{2'}) - (\Delta P_7 + \Delta P_9 + \Delta P_{7'}) = 3,3(\text{кПа});$$

$$8)\Delta P = (\Delta P_6 + \Delta P_5 + \Delta P_{5'}) - (\Delta P_{12} + \Delta P_{11} + \Delta P_{11'}) = 0,3(\text{кПа});$$

$$9)\Delta P = (\Delta P_6 + \Delta P_5 + \Delta P_{5'}) - (\Delta P_{13} + \Delta P_{11} + \Delta P_{11'}) = 0,3(\text{кПа});$$

Положення клапана визначаю по діаграмі [13] залежно від витрати та перепаду тиску, отримані результати записую в таблицю 2.5.3.

Таблиця 2.5.3

Налаштування клапанної вставки

№ приладу	Витрата G, кг/год	Перепад тиску Δp , Па	Положення клапану
1	79,28	-	-
2	51,91	0,6	7
3	5,24	1,8	1
4	57,16	2,8	6
5	73,22	3,8	6
6	7,25	3,2	1
7	67,23	3,3	6
8	57,03	0,3	7
9	53,01	0,3	7

2.6 Визначення витрат тепла на гаряче водопостачання

Розрахункові витрати теплоти на гаряче водопостачання в житлових будинках визначаються за формулою, Вт:

$$Q_{зв} = k \cdot \frac{a \cdot m \cdot c \cdot (t_2 - t_x)}{T \cdot 3600} \quad (21)$$

Де k - коефіцієнт годинної нерівномірності споживання гарячої води, приймається $k=0.5$;

m – кількість споживачів гарячої води, що проживають в будинку;

a – середньодобова норма споживання гарячої води, станове 105 л/доб на 1 проживаючого;

t_x – температура води в мережі холодного водопостачання, $t_x=5^\circ\text{C}$;

t_2 – розрахункова температура гарячої води, $t_2=60^\circ\text{C}$;

$T = 24$ год, для жилих будинків.

$$Q_{зв} = 0,5 \cdot \frac{105 \cdot 3 \cdot 4187 \cdot (60 - 5)}{24 \cdot 3600} = 419,79(\text{Вт})$$

2.7 Підбір допоміжного обладнання

Допоміжним обладнанням системи являються: опалювальний котел, Сонячний колектор.

Для своєї системи я обрав Електрокотел “Настінний”

Виробник: Дніпро

Модель: КЭО-Н

Характеристики

1. Напруга живлення, В - 380
2. Споживана потужність, кВт - 9
3. ККД, % не менше – 95
4. Двохконтурний

5. Габаритні розміри, мм

- a) Висота – 680
- b) Глибина – 220
- c) Ширина – 510
- d) Патрубки, дюйм – 3\4
- e) Маса, кг, - 30

Комплектація електрокотла:

- 1. Насос
- 2. Малошумні контактори
- 3. Запобіжний клапан
- 4. Компенсаторний бак
- 5. Датчик тиску
- 6. Термоманометр
- 7. Терморегулятор
- 8. Комутація
- 9. Теплоізоляція

Ціна такого котла становить : 8100 грн

Сонячний колектор який я обрав це Progress-XXI тип СКВ-НР-58/1800-24

Технічні характеристики сонячного колектора

- 1. Довжина труб і зовнішній діаметр труби – 1800мм, 58мм
- 2. Товщина скла стінки труби – 1,6 мм
- 3. Матеріал труби – боросилікатне скло
- 4. Коефіцієнт теплового розширення матеріалу – $3,3 \cdot 10^{-6}$ ос
- 5. Поглинаюче покриття - А-N\A
- 6. Коефіцієнт поглинання - >90%
- 7. Випромінююча здатність – 7%(100 ° C)

8. Вакуум - $P < 5 \times 10^{-3} \text{ Па}$
9. Опір вітру – 30 м/с
10. Температура стагнації - $< 220 \text{ }^\circ \text{C}$
11. Тепловтрати - $< 0,8 \text{ Вт / м}^2 \times \text{ }^\circ \text{C}$
12. Відбивач – алюмінієвий
13. Матеріал рами – алюміній, нержавіюча сталь
14. Тиск випробування – $1,0 \text{ МПа}$
15. Робочий тиск – $0,6 \text{ МПа}$
16. Працює при температурі – до $-30 \text{ }^\circ \text{C}$

2.8 Розрахунок і вибір геліоустановки

В даний час існує багато різних інженерних методик розрахунку геліосистем теплопостачання. Методики розрахунку геліосистем теплопостачання пропонують розбивати вирішення проблеми на наступні основні етапи: подання кліматичних даних, розрахунок основних складових частин геліосистеми (колектора, акумулятора теплоти і т. д.), ув'язка всіх складових у систему і визначення частки заміщення теплового навантаження системи теплопостачання. Розрахунок геліосистеми ускладнюється коливанням кліматичних даних і зміною в роботі системи залежно від її параметрів. Існує кілька методів розрахунку частки заміщення теплового навантаження в системі теплопостачання залежно від характеристик системи. Інженерні методики базуються на реалізації складних математичних моделей геліосистем теплопостачання, які дозволяють отримати спрощені залежності, наприклад, метод f-діаграми.

Оптимальна геліосистема теплопостачання має забезпечувати покриття частки f опт річної навантаження системи теплопостачання при мінімальних витратах на одиницю теплової енергії. Розрахунок по f-методу заснований на середньомісячних

значеннях метеорологічних параметрів і може використовуватися для визначення довгострокових теплових характеристик системи сонячного теплопостачання залежно від основних конструктивних параметрів системи. На базі цього методу розроблені інженерні методики розрахунку геліосистем. Як і при підборі будь-якого іншого обладнання для системи теплопостачання, при проектуванні сонячної системи, насамперед, визначають мета розрахунку. Оскільки сонячна система майже завжди є частиною системи теплопостачання, метою, по суті, є визначення частки навантаження на систему теплопостачання, покривається за рахунок сонячної енергії (частка заміщення теплового навантаження), тобто бажане з точки зору енергетичної потреби співвідношення між сонячною енергією і традиційною. У наших кліматичних умовах сонячна система без додаткового джерела теплоти не може забезпечити надійне теплопостачання. Тому частина системи теплопостачання, яка підключена до традиційного джерела енергії, розраховується незалежно від сонячної системи. Тим не менш, взаємодію між різними джерелами теплоти має найважливіше значення для досягнення максимальної ефективності системи в цілому і, отже, для ефективного енергозбереження.

Таким чином, середня очікувана витрата води на гаряче водопостачання в літні місяці і є основною величиною для розрахунку сонячної системи гарячого водопостачання.

Максимальне водоспоживання, як правило, в 2 рази вище фактичного. Для проектування системи гарячого водопостачання необхідно, по можливості, вимірювати витрати води на гаряче водопостачання протягом тривалого часу. Однак це не завжди можливо. Якщо неможливо визначити точні дані для одного споживача, то витрата оцінюється наступним чином.

У приватному будинку рекомендоване значення складає 22 л на людину при температурі 60 ° С. Вищенаведеними значеннями витрат можна скористатися у разі, коли геліосистема є частиною системи теплопостачання, отже має додаткове джерело тепла.

Влітку досягається практично повне розрахункове покриття навантаження на гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії. Невикористані надлишки теплоти знаходяться в допустимих межах, споживач використовує сонячне тепло і протягом тривалого часу обходиться без підігріву води опалювальним котлом. З техніко-економічної точки зору більш висока частка покриття навантаження на гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії в приватному будинку недоцільна.

Для досягнення високої частки покриття навантаження на гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії (до 60 відсотків) ємнісний водонагрівач сонячної системи повинен містити кількість води, що дорівнює подвоєному очікуваному денному споживанню на гаряче водопостачання. Розміри колектора сонячної енергії визначаються за умови, що весь обсяг ємнісного водонагрівача за сонячний день (близько 5 повних сонячних годин) нагрівається до 60°C . Це дозволить забезпечити навантаження на гаряче водопостачання в наступний день з більш слабкою інсоляцією. З цієї точки зору визначають співвідношення між обсягом водонагрівача і площею колектора.

У приватних будинках сонячні системи розраховують на максимальну продуктивність — максимальна кількість теплоти з одного квадратного метра колектора. Площа геліополя повинна бути розрахована таким чином, щоб не було стагнації (скипання теплоносія), іншими словами, щоб не проводився надлишок тепла, який не може бути використаний.

Сонячну систему слід розраховувати на мінімальне споживання тепла на гаряче водопостачання в літній період (місяць з мінімальної розрахункової тепловим навантаженням). Тому кількість теплоти, виробленої за рахунок сонячної енергії, повністю споживається в системі гарячого водопостачання в будь-який час року.

Для подальших розрахунків визначальною величиною є добова витрата гарячої води з температурою 60°C , у л/м² площі колектора. Для сонячної системи гарячого водопостачання багатоквартирних будинків, це значення має прийматися не нижче 60 л гарячої води на квадратний метр площі колектора. На основі цієї

величини визначається площа колектора. Якщо сонячна система оптимізована по даній величині, частка заміщення навантаження на гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії обмежується значенням близько 35%. Підвищення частки сонячної енергії призведе до виробництва надлишків тепла і зниження питомої продуктивності сонячної системи.[59]

Оптимальну розрахункову площу колектора необхідно узгодити з розмірами і конфігурацією даху. При розташуванні колекторів на даху слід по можливості використовувати панелі колекторів однакового розміру.

Проектна точка	м. Київ
Широта проектної точки, град.	50
Довгота проектної точки, град.	30
Кут нахилу сонячного колектора, град.	45
Параметри гарячого водопостачання	
Потрібна кількість гарячої води, л/добу	200x1=200
Бажана температура гарячої води, °С	60
Використання геліосистеми в тиждень, діб	7
Використання геліосистеми в рік, діб	365
Температура вхідної холодної води:	
- мінімальна, °С	5
- максимальна, °С	15
Кількість енергії, яка необхідна на нагрівання гарячої води за добу, кВт*год	147,8
Тип сонячного колектора Progress-XXI тип СКВ-НР-58/1800-24	
Кількість сонячних колекторів	1 шт.
Корисна площа поглинання сонячних променів	35,44м ²

Кількість сонячної енергії, що падає на 1 м² горизонтальної поверхні в кВт/добу

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє
1.07	1.87	2.95	3.96	5.25	5.22	5.25	4.67	3.12	1.94	1.02	0.86	3.10

Кількість тепла, яку виробляє геліосистема, кВт/добу

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє
1.17	1.63	3.11	4.4	5.1	5.2	5.2	4.6	3.1	1.65	1.2	0.98	3.1

Покриття геліосистемою потреб на ГВП в місяць, %

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє
4.17	7.23	11.5	15.4	20.4	20.35	20.47	18.24	12.1	7.56	3.85	3.35	12,08

Рис. 4 Схема геліосистеми

До установки приймаю геліосистему для нагріву води «Промінь 200».

Продуктивність теплової енергії геліосистемою в рік складає 2428 кВт

1. Вакуумний трубчастий сонячний колектор Progress-XXI тип СКВ-НР-58/1800-24 з тепловими трубами типу НР на 24 трубки. (1 шт.) ціна: 19670 грн
2. Бак-акумулятор Progress-XXI з нержавіючої сталі об'ємом 200л з одним мідним змійовиком. (1 шт.) ціна: 12690 грн
3. Контролер геліосистеми SR868C8. (1 шт.) ціна: 2580 грн
4. Насосний вузол геліосистем PS-P, однотрубний, в комплекті з насосом WILO, витратоміром, запобіжним клапаном і вимірювальним приладами. (1 шт.) ціна: 7990 грн
5. Розширювальний бак для геліосистем ZILMET 12 л. (1 шт.) ціна: 799 грн
6. Гофрована труба з нержавіючої сталі DN-16, максимальний робочий тиск 15 бар з каучукової ізоляцією K-FLEX товщиною 19 мм, температура застосування від -40°C до $+175^{\circ}\text{C}$. У комплекті гайка (6 шт.), Прокладка (6 шт.), Сегмент (6 шт.) ціна: 3800 грн
7. Комплект монтажних кріплень геліоколектора (1 шт.) ціна: 1000 грн
8. Комплект фінтингів геліоколектора (1 комп.) ціна: 2460 грн
9. Теплоносій на основі пропіленгліколю Темпро-30 П з інгібіторами корозії (-30°C) 10 л. ціна: 580 грн

Повна вартість геліосистеми 48989 грн

2.9 Визначення річних витрат тепла і електроенергії

Річні витрати тепла на опалення, кВт визначаються за формулою:

$$Q_o^{pi4} = Q_{oc} \cdot n_{on} \cdot 24 \quad (22)$$

де n_o – тривалість опалювального періоду, діб;

Q_{oc} – витрата тепла на опалення при середній температурі опалювального періоду, кВт, визначається як

$$Q_{oc} = Q_o \cdot \frac{t_{\theta} - t_c}{t_{\theta} - t_p} \quad (23)$$

де t_{θ} – внутрішня температура повітря, °С;

t_c – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, °С;

t_p – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С.

$$Q_{oc} = 10498,32 \cdot \frac{20 - (-0,1)}{20 - (-22)} = 5024,196(\text{кВт})$$

$$Q_o^{pi4} = 5024,196 \cdot 176 \cdot 24 = 21222203,9(\text{кВт})$$

Опалення електрикою

Електрокотел ТЕНовий

При використанні електричного ТЕНового котла його загальне енергоспоживання на опалення приватного будинку за опалювальний сезон складе 42 000 кВт х год / рік.

Тариф на електроенергію для населення в місті (споживання понад 800 кВт х год / міс.,

Для індивідуального будинку становить 95,76 коп. / кВт х год І льготний тариф , будинок, де немає газу "обладнаний в установленому порядку електроопалювальними установками та кухонними електроплитами споживання до 3600 кВт / год електроенергії на місяць (у тому числі в сільській місцевості):" тариф становить 21,54 коп / кВт.х год.

Тоді загальні витрати складуть

$$42000 \text{ кВт х год / рік} * 21,54 \text{ коп. / кВт х год} = 9046 \text{ грн. / Рік}$$

3 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Загальні положення по енергозбереженню

Енергозбереження – це впровадження нових технологій, що потребують менших затрат енергії. Енергозбереження не є окремою галуззю економіки, а являється сферою, що охоплює практично всі галузі національного господарства та міжгалузеві відносини. Майже на кожному підприємстві або об'єкті є потенціал економії енергоресурсів.[23]

Енергозбереження стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг. Енергозбереження відрізняється від енергоефективності, яке стосується використання меншої кількості енергії в тій самій послугі. Наприклад, менше користуватись авто — енергозбереження, а пересісти на авто з меншою витратою палива — енергоефективність. Але і енергозбереження, і енергоефективність є техніками зменшення використання енергії.

Хоч енергозбереження і зменшує споживання енергетичних послуг, його результатом може бути зростання якості довкілля, національної безпеки, та особистої фінансової безпеки. Енергозбереження знаходиться на вершині сталої енергетичної ієрархії.

Сучасні будівельні технології можуть дозволити користувачам енергії, комерційним та приватним, графічно бачити, як їхнє споживання енергії впливає

на їхню роботу чи домівку, а більш просунута технологія — і допомагати економити енергію.[24]

На сьогоднішній день в Україні зростає вплив чинників, що спонукають юридичних та фізичних осіб до енергозбереження: постійне зростання цін на енергоносії, підвищення адміністративної та економічної відповідальності за перевитрати, нераціональне та неефективне використання паливо-енергетичних ресурсів, тощо. Світова тенденція проблем забезпечення в необхідному обсязі енергоносіями ставить пріоритетне завдання щодо зниження енергоспоживання, як у житловій, бюджетній так і у промисловій сфері.[23]

В Україні, як і в інших країнах колишнього СРСР, важливим є зменшення споживання в усіх галузях економіки, але найбільш критичним лишається енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. У 1994 р. прийнято Закон про енергозбереження, в якому цей термін (енергозбереження) визначається як «діяльність, яка спрямована на раціональне використання та економне споживання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів». У свою чергу, «раціональне використання» енергоресурсів в даному Законі визначено як «досягнення максимальної ефективності використання енергетичних ресурсів при існуючому рівні розвитку техніки і технології».[24]

3.2 Енергозбереження в системах опалення

Організація обліку й контролю з використання енергоносіїв

Організація приладового обліку теплової енергії й витрат теплоносія дозволяє виявити фактичне споживання теплової енергії, що може відрізнятися від проектного теплового навантаження будівель і споруд. Ця відмінність за даними, отриманими в результаті експлуатації систем тепlopостачання, обладнаних вузлами обліку теплоспоживання, може становити до 30% від планових (проектних) показників. Перевищення планового теплоспоживання, як правило,

пов'язане з погіршеними характеристиками огорожувальних конструкцій. За відсутності приладового обліку теплопостачальні організації часто використовують систему тарифів і питомих нормативів опалення й ГВП із понижуючими коефіцієнтами, що призводить до перевищення обсягів теплової енергії, за яку платить споживач. Організація обліку й контролю повинна стимулювати впровадження енергозберігаючих заходів, об'єднаних у групи 3-4.

Об'ємно-планувальні, будівельно-конструктивні заходи щодо енергозбереження

Об'ємно-планувальні, будівельно-конструктивні заходи щодо енергозбереження пов'язані зі зменшенням теплових втрат і теплопостачання. Конкретна їх реалізація може бути пов'язана з:

- вибором орієнтації будинку щодо сторін світу;
- вибором форми будинку в плані й по вертикалі, застосуванням сонцезахисних пристроїв;
- зменшенням витрат енергії на штучне освітлення;
- вибором ступеня й характеру застосування.

Другий фактор заходів з енергозбереження з цієї групи пов'язаний зі зменшенням витрати інфільтруючого повітря (герметизація прорізів і стиків). У цілому ці заходи передбачаються на стадії проектування будинків.

Технічні заходи з енергозбереження: удосконалення інженерних систем і їхніх елементів: місцевого й центрального теплопостачання, водопостачання, опалення, гарячого водопостачання (ГВП), вентиляції, кондиціонування;

Енергозбереження за допомогою вдосконалення інженерних систем і їхніх елементів. До цієї групи заходів з енергозбереження можна віднести, наприклад:

- уточнення розрахункових умов (вибір розрахункових температур зовнішнього й внутрішнього повітря, правильний вибір необхідної кількості свіжого повітря);

- зменшення інфільтрації (створення підпору, повітряних завіс і т.д.);

- зниження втрат (ізоляція трубопроводів і повітроводів, зменшення коефіцієнтів гідравлічних й аеродинамічних втрат, виключення витоків теплоносія, підвищення ККД устаткування);

- використання попереднього нагрівання й охолодження теплоносіїв;

- комбінування систем між собою (наприклад, центральна й автономна системи кондиціонування повітря) і з іншими системами (наприклад, комбінування ВКВ і системи опалення);

- автоматизація процесів теплопостачання й підготовки повітря;

- якісне й кількісне регулювання.[25]

Енергозбереження шляхом утилізації природної теплоти й холоду, використання вторинних енергоресурсів, зменшення теплових втрат.

Енергозбереження утилізацією природної теплоти й холоду, використанням вторинних енергоресурсів. Ці заходи містять:

- пасивне й активне використання сонячної енергії;

- використання природної теплоти й холоду (води, зовнішнього повітря, ґрунту);

- використання внутрішніх джерел теплоти й холоду (теплоти й холоду повітря, теплоти джерел освітлення, нагрівальних приладів, стічних вод тощо);

- використання теплонасосних установок з метою підвищення потенціалу природних джерел теплоти.

Енергозберігаючі заходи щодо термінів окупності умовно ділять на:

- довготермінові, які потребують значних капіталовкладень (високозатратні), з терміном окупності більше ніж 5 років;

- середньотермінові заходи з терміном окупності від 2 до 5 років (середньозатратні);

- першочергові заходи з терміном окупності до 2 років (низькозатратні).

До довготермінових заходів відносять:

- прокладку нових або капітальний ремонт існуючих теплових мереж з використанням труб з пінополіуретановою або іншою теплоізоляцією, що забезпечує зниження теплових втрат у 2-3 рази;

- утеплення зовнішніх стінових огорожень будинків з використанням твердих плит, гнучких матів й інших матеріалів, заміна віконних блоків тощо.

Середньотермінові заходи в частині економії палива на котельнях включають:

- впровадження оптимальних графіків регулювання витрати й температури теплоносія з використанням засобів автоматизації й контролю;

- заміну найбільш зношених ділянок теплових мереж, що перебувають в аварійному стані, на труби із заводською теплоізоляцією на основі пінополіуретану;

- ущільнення віконних і дверних прорізів.

Першочергові заходи характеризуються малим терміном впровадження й невеликим терміном окупності (до 2 років). Це можуть бути, наприклад, організаційні заходи, що дозволяють зацікавити споживачів теплової енергії в економії палива, технічні заходи щодо забезпечення необхідної якості мережної води тощо.

Ці заходи, виходячи з обсягу інвестицій, можуть бути також поділені на високовитратні, низьковитратні й безвитратні.[26]

3.3 Заходи по енергозбереженню

Під час виконання дипломного проєкту для мене постало питання як краще ізолювати будинок та яке обладнання буде найбільш ефективним в даному будинку. Розглянувши багато матеріалів мені необхідно було обрати найбільш ефективні та відносно дешеві.

Застосування теплової ізоляції горищного перекриття дало можливість привести опір теплопередачі до нормативного значення. В якості утеплювача для горищного перекриття я обрав мінеральну вату оскільки у неї низький коефіцієнт теплопровідності, вона не займає ться та не просідає під час тривалої експлуатації.

Рисунок – Мінеральна вата



Поверх неї лежить гідробар'єр який запобігає потраплянню вологи на мінеральноватну плиту оскільки єдиний мінус даного утеплювача полягає в високому волого поглинанню, що призведе до погіршення її роботи як теплоізолятора.

Утеплення стін проведено за рахунок декількох шарів матеріалів які затримують тепло. Шлакоблок і силікатна цегла між якими знаходиться прошарок повітря дуже добре ізолюють будівлю від тепловтрат. Окрім цього в якості утеплювача для зовнішньої стіни було обрано піно полістирольні плити, що в сумі дає нам дуже гарну ізоляцію стін будівлі.

Рисунок – Шлакоблок, силікатна цегла

Для утеплення вікон було прийнято рішення встановити двокамерний склопакет, який окрім звукоізоляції значно зменшує втрати тепла в порівнянні з звичайними вікнами.

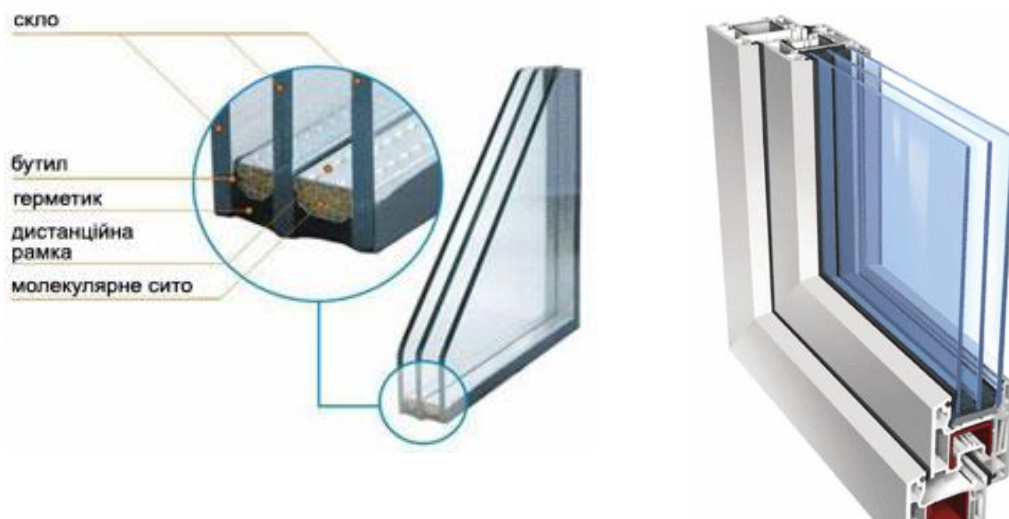


Рисунок – Двокамерний склопакет

Тепловтрати через вхідні двері були вирішені установкою подвійних утеплених дверей, між якими є прошарок повітря, що значно зменшує тепловтрати.

Рисунок – Подвійні утеплені двері



Втрати тепла через підлогове покриття були зменшені за рахунок бетонного прошарку та укладанням полістерольних плит в підлогу будинку.



Рисунок – Полістерольні плити

Сонячна енергія є безкоштовним і невичерпним енергоресурсом. Геліосистема допомагає ефективно використовувати енергію

сонця в системах опалення та приготування гарячої води для дому. Застосування геліосистем значно скоротить витрати на електроенергію, а також витрати на різні види органічного палива. Солнечний водонагрівач або колектор - пристрій, який поглинає сонячну енергію у вигляді інфрачервоного випромінювання, і перетворює її в теплову енергію.

Рисунок – Солнечний колектор

3.4 Визначення вартості основного та допоміжного обладнання

Кошторис - комплекс розрахунків, необхідних для визначення розміру витрат на проект.

Для складання загального кошторису необхідно розрахувати суму прямих та додаткових витрат.

Прямі витрати формують основну частину вартості робіт.

- витрати на основне та допоміжне обладнання;
- витрати на основні та допоміжні матеріали;

- витрати на виконання проектних робіт і т.д.

Таблиця 5.1.1 Визначення вартості основного та допоміжного обладнання

№ п.п	Найменування обладнання		Одиниці виміру	Ціна/од. грн	Кількість	Сума
1	Гелиосистема “Промінь 200”		шт.	48989	1	48989
2	Котел КЕО-Н		шт.	8100	1	8100
3	Радіатор алюмінієвий PERFEKT PLUS FF-500		сек.	193,38	60	11603
4	Полотенцесушитель BM700x550		шт.	775	1	775
5	Металопластикові труби	PE-Хб/AL/PE 20x2,25 мм	150м	29,87	1	29,87
		PE-Хб/AL/PE 16x2 мм	200м	14,52	1	14,52
6	Термостатичний елемент RTD-R 3110		шт.	377	9	3393
7	Клапан з попередньою настройкою RTD-N 15		шт.	292,2	9	2629,8
8	Кран кульовий PN40		шт.	89,8	13	1167,4
№ п.п	Найменування обладнання		Одиниці виміру	Ціна/од. грн	Кількість	Сума
9	Витяжка ВЕНТС 100 М		шт.	527	1	527
	Разом					77528

3.5 Визначення вартості основних та допоміжних матеріалів

Для складання загального кошторису необхідно розрахувати суму витрат на основні та допоміжні матеріали.

Таблиця 5.2.1 Визначення вартості основних та допоміжних матеріалів

№ п.п	Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Ціна/од. грн	Кількість	Сума
1	Мати мінераловатні «Edinye seti-Vostok, ChP»	шт.	107	24	2568
2	Плити пінополістирольні «Століт 25 Тепла стіна»	м ³	600	225	135000
3	Плити екструзійні пінополістирольні XPS Екс.піноп.Penobourд 35-300	шт.	52,2	150	7830
4	Лист гіпсокартону Bau Gips 2500x1200x9,5	шт.	82,8	56	4636,8
5	Плити керамічні Carpets 84 031 430x430 мм	кв.м	177	572	101244
6	Гідроізоляція Silver 96	м ²	8,5	150	1275
7	Вікна «Віконда» марка «Safe teach euro»	шт.	2774	7	19418
8	Двері	шт.	3468	2	6936
9	Разом				278908

3.6 Визначення вартості виконання проектних робіт

Для складання зведеного кошторису необхідно розрахувати суму витрат на виконання проектних робіт.

Таблиця 5.3.1 Визначення вартості виконання проектних робіт

№ п.п	Найменування робіт	Одиниці виміру	Ціна/од. грн	Кількість	Сума
1	Сумарна вартість виведення точки середньої складності (розетка, вимикач, розподільча коробка, щиток)	шт.	70	40	2800
2	Монтаж газового котла	шт.	350	1	350
3	Монтаж радіатора опалення	шт.	250	9	2250
4	Монтаж терморегулятора на радіатор опалення	шт.	110	9	990
5	Монтаж геліосистеми та установка обладнання.	шт.	450	1	450
6	Разом				6840

3.7 Зведений кошторис

Зведений кошторис витрат - всі витрати на реалізацію проекту у грошовій формі.

Таблиця 5.4.1

Зведений кошторис

№ п.п	Найменування статей	Сума
1	Вартості основовного та допоміжного обладнання	77528
2	Вартості основовних та допоміжних матеріалів	278908
3	Вартості виконання проектних робіт	6840
	Разом	363276

Кошторис витрат для системи опалення індивідуального житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії складає 363276 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Завдання розділу

5.1.1 Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

5.1.2 Основними завданнями управління охороною праці є:

- 1) опрацювання заходів щодо здійснення державної політики з охорони праці на об'єкті, що проектується;
- 2) підготовка, прийняття та реалізація заходів, спрямованих на забезпечення:
 - належних, безпечних і здорових умов праці;
 - утримання в належному стані теплоенергійного устаткування, будівель і споруд, інженерних мереж, безпечного ведення технологічних процесів;
 - необхідних засобів індивідуального захисту для працівників та мешканців житлового будинку;
 - організації і проведення навчання працівників з питань охорони праці;
 - пропаганди охорони праці;
 - обліку, аналізу та оцінки стану умов і безпеки праці;
 - професійного добору працівників окремих спеціальностей;
 - страхування працівників від нещасного випадку на виробництві та профзахворювань;
- 3) організаційно-методичне керівництво на регіональному та галузевому рівнях.

4) стимулювання інтеграції управління охороною праці в єдину систему загального управління організацією виробництва.

5) широке впровадження позитивного досвіду у сфері охорони праці.

5.1.3 Основні функції управління охороною праці:

а) організація та координація робіт у галузі охорони праці;

б) облік, аналіз та оцінка показників стану умов та безпеки праці;

в) планування та фінансування робіт;

г) контроль за дотриманням вимог нормативно-правових актів з питань охорони праці;

Котел та гелиосистема, яку я підібрав за розрахунками проекту, відповідає всім вимогам нормативно правових актів з охорони праці, вони є безпечними у щоденному використанні для мешканців житлового будинку.

5.2 Характеристика умов праці

5.2.1 Електрокотел “Настінний” модель КЭО-Н в закритому кожусі під яким знаходиться основне та допоміжне обладнання. Котел потужністю 9кВт з коефіцієнтом корисної дії 95%, напруга живлення, 380в . КЕО-Н нагріває теплоносій в системі опалювання до заданої температури за допомогою трубчастих нагрівальних елементів, з’єднаних в блоки.[розд. 2.7].

5.2.2 Цей котел виконаний по ступеню захисту номер один (із заземлюючим затискачем). Він характеризується сучасним дизайном, компактними габаритами, невеликою вагою і широкими функціональними можливостями, що дає змогу забезпечити зручність й комфортне тепlopостачання та ГВП в помешканнях.

5.2.3КЕО-Н є стаціонарним виробом, умови безпечної роботи якого повинні бути забезпечуються обслуговуючим персоналом, що дотримується вимог ДНАОП 0,00-1,21-98 “Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів”[49] і “Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів”(ПТЕ).[49]

5.2.4 Наявні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

- шум, вібрація усунена за рахунок конструктивних особливостей обладнання;
- гарячі поверхні (геліоустановка) усуваються за рахунок захисного кожуху в системі геліоустановки;
- ураження електричним струмом вирішується за допомогою застосування ізоляції струмопровідних частин електроустановок, а в особливих випадках подвійна чи посилена, перешкоджає появі струму на металевих неструмопровідних частинах електроустановки, протіканню на землю, а також забезпечує захист людини від впливу електричного струму під час випадкового дотику її до струмоведучих частин;

5.2.5 Мікроклімат виробничих приміщень - це сукупність параметрів робочої зони у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці на її робочому місці.

Нормування параметрів мікроклімату здійснюється згідно ДСТУ 12.1.005-88.[55] Встановлені оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

Оптимальні - найбільш сприятливі (комфортні) забезпечують роботу системи терморегуляції без напруги.

Допустимі - допускають напругу реакції терморегуляції організму у межах її пристосування без шкоди для здоров'я [51].

Температура робочої зони повинна складати 18 °С, відносна вологість повітря 55%, це є зручна розрахункова температура для роботи топочної.

5.3 Заходи промислової санітарії

5.3.1 При проектуванні системи опалення житлового будинку я використовую котел малої потужності якого вистачає на опалення будинку та ГВП. Котел облаштований в окремому приміщенні (кімнаті), що відповідає санітарно-

гігієнічним вимогам та інструкції з експлуатації та монтажу котла. 5.3.2 Малі габарити котла не потребують засобів захисту від вібрації та шумоізоляції, в котел вмонтовано насос малої потужності. Система опалення закритого типу, то не потрібне очищення води перед злиттям в каналізацію. Також вода яка використовується на гаряче водопостачання не потребує спеціальної підготовки, тому що вона береться з міського водогону підігрівається в теплообміннику і подається на споживання, температура води може регулюватися у геліоколекторі в межах 40 – 65 °С. Таким чином, температура води після її використання не більше 40 °С, тому може спускатися в стоки.

5.3.3 Загальні вимоги і норми для облаштування приміщення топочної виконані при проектуванні:

- а) в одному приміщенні розміщений один котел;
- б) заборонено зберігання в приміщенні горючих і вибухових речовин;
- в) стіни повинні бути бетонними або цегляними, підлога бетонною (можна покрити металевим листом) ;
- г) слід виконати облицювання підлоги та стін кахельною плиткою, допускається покриття поверхонь негорючою мінеральною штукатуркою;
- д) опалювальний котел жодної із сторін не трокається до стін (вільний простір між стінами і котлом необхідний експлуатаційних і ремонтних робіт) ;
- е) вентиляційна система розрахована правильно, у відповідності з параметрами опалювального котла;
- ж) на вхід у топочну необхідно встановити двері, які відкриваються назовні, їх обов'язково потрібно зробити з вогнестійкого матеріалу.

5.3.4 При заміні котла врахований об'єм води в системі опалення, вибраний котел заводського виготовлення з постановою по експлуатації та техпаспортом.

5.3.5 Котел встановлюється на стіну за допомогою кронштейнів, стіна повинна бути вогнетривкою та негорючою (в моєму проекті стіна виготовлена з силікатної цегли, на лицьовій стороні нанесена цементно-піщана штукатурка).

5.3.6 Перед котлом повинен бути прохід шириною не менше 1м.

5.3.7 Монтаж електричного котла допускається без наявності димохода, електричний котел не має продуктів згорання.

Монтаж і пуск котла допускається тільки після завершення будівельних робіт. Котел встановлюється і експлуатується в приміщенні, що обладнане припливно-втяжною вентиляцією.

Приміщенн, в якому встановлюється котел, повинно відповідати вимогам “Правил безпеки і кондиціювання”.

Встановлена вентиляція для підтримки потрібного мікроклімату в топочній, тим паче в моєму проекті топочної не має вікна. Тому я пропоную монтаж примусової вентиляції серія ВЕНТС Сіленто М продуктивністю 86-345 м³/год, ціна якого складає 527 грн.

Вентиляційна система не створює шуму за рахунок спеціальної конструкції, обладнана захистом від перегріву.

Корпус і крильчатка виконані з високоякісного і міцного пластика, стійкого до ультрафіолету, наявна захисна сітка від комах, управління ручне.

Вентилятор управляється за допомогою кімнатного вимикача освітлення (можливе постійне експлуатування).

Вентиляційна система обладнана електричним блоком управління БУ-1-60, (вбудований таймер затримки вимкнення дозволяє вентилятору працювати від 2 до 30 хв після зупинки його вимикачем);

Якщо вологість у приміщенні перевищить встановлену на датчику значення від 60 до 90%, то вентилятор автоматично включиться і продовжить роботу до тих пір, поки вологість не прийде в норму; далі вентилятор відпрацьовує час, встановлений на таймері, і автоматично вимикається;

Якщо датчик виявить рух у зоні своєї дії то вентилятор автоматично включиться і продовжить роботу по таймеру від 2 до 30 хв. Дальність виявлення до 4 метрів, кут виявлення максимальний 100 °;

5.3.8 На Робочому місці топочної обладнане штучне освітлення, вікон в топочній немає.

У загальному випадку рівномірність освітлення вдається забезпечити тоді, коли відстань між центрами світильників не перевищує подвійної висоти їх встановлення. У той же час висота, на якій облаштовуються світильники, залежить від висоти приміщення, потужності лампи, класу світильника і системи освітлення. Найменша висота над підлогою світильників з числом люмінесцентних ламп до чотирьох - 2,6 м, а при чотирьох і більше - 3,2 м [52].

Освітлення топочної забезпечене світильником, який знаходиться на стелі люмінесцентною лампою типу ЛБ з потужністю 75 – 100 Вт, якої вистачає для освітлення робочої зони і відповідає санітарно-гігієнічним нормам. Люмінесцентна лампа типу ЛБ економічна і має найвищу світловіддачу, окрім того, за спектральними характеристиками максимально наближаються до природного світла.

5.4 Заходи з техніки безпеки

5.4.1 Мешканці житлового будинку та працівники зайняті при монтажі ознайомлені з інструкціями по експлуатації приладів з підвищеною небезпекою.

5.4.2 До обслуговування допускаються особи, які ознайомлені з будовою і правилами експлуатації котла, і пройшли інструктаж

5.4.3 Забороняється проводити технічне обслуговування і ремонт КЕО-Н при включених ланцюгах електроживлення. На лінії подачі електроживлення до КЕО-Н обов'язково встановлюють автоматичний вимикач.

5.4.4 Перед включенням електроживлення КЕО-Н, переконайтесь у відсутності якої-небудь загрози життю або здоров'ю, перевірте цілісність заземляючого провідника і надійність його контакту із затискачем заземлення. Проконтролюйте справність мережі електроживлення і її напругу.

5.4.5 Забороняється включення КЕО-Н не заповненого водою, перекритих вентилях підключення КЕО і у разі замерзання води в апараті і системі опалювання. Забороняється використовувати воду з системи опалювання для побутових потреб.

5.4.6 Відключайте КЕО-Н від електромережі автоматичним вимикачем в стаціонарній електропроводці на час:

- вологого прибирання;
- усунення несправностей;
- перемикання режиму роботи циркуляційної помпи насосу;
- тривалого відключення.

5.4.7 Для виключення порушень міцності і герметичності КЕО-Н при можливому підвищенні внутрішнього тиску у разі аварійних режимів роботи, необхідно встановлювати в систему опалювання запобіжні пристрої.

5.4.8 Для запобігання нещасних випадків усі роботи з встановлення, підключення, ремонту та обслуговуванню КЕО мають виконувати лише кваліфіковані спеціалісти, які мають компетенцію і повноваження на їх проведення.

5.4.9 Забороняється залишати без нагляду працюючий КЕО-Н на довгий час. [57].

5.4.10 Для запобігання нещасних випадків і пошкодження котла забороняється:

- включати котел дітям та особам, які не пройшли інструктаж з експлуатації;
- експлуатувати котел з несправною електричною автоматикою;
- користуватися гарячою водою з опалювальної системи для побутових цілей;
- включати котел без попереднього заповнення системи водою;
- натискати кнопку блоку автоматики і обертати ручку регулятора температури без потреби;
- зберігати у топочній легкозаймисті предмети: папір, ганчірки тощо;

- піднімати температуру води в котлі вище 90 °С і тиск більше 0,15 і 0,2МПа;
- заповненою, а також заповнювати систему опалення з водогінних мереж з метою запобігання підвищення тиску води в котлі більше 0,15 і 0,2 МПа;
- в системах опалення закритого типу експлуатувати котел без встановлення манометра для контролю тиску води в системі;
- При непрацюючому котлі кульові крани повинні бути закриті.

5.4.11 Приєднання котла до системи опалення необхідно виконати тільки за допомогою роз'ємних з'єднань (сталевих з'єднувальних муфт з контргайкою, накидних гайок або фланців). Приєднання не повинно супроводжуватися натяжкою труб. Осі з'єднувальних труб повинні збігатися з осями патрубків котла.

5.4.12 Підключення напруги до котла необхідно виконати за допомогою ізольованих кабелів, встановлений аварійний вимикач .

5.4.13 При встановленні електролічильника і регулятора струму враховано необхідну напругу для одночасної роботи всіх підключених електричних приладів.

5.4.14 При підключенні котла до системи опалення закритого типу передбачено мембранний компенсаційний бак, запобіжний клапан і манометр; Не допускати підвищення тиску в системі опалення вище 0.2 МПа.

5.4.15 Для видалення повітря, в системі опалення закритого типу встановіть повітровідвідник, що усуває циркуляцію повітря через котел.

5.4.16 Котел КЕО-Н оснащений системою безпеки («сухий хід») – вона автоматично відключає електроживлення у разі витoku теплоносія з системи опалення. (при цьому на лицьовій панелі спалахує індикація «вода»). Після заповнення системи теплоносієм електроживлення КЕО-Н автоматично відновлюється, а світлодіод «вода» аварійного відключення гасне.

5.4.17 Котел КЕО-Н оснащений термообмежувачем, автоматично відключає електроживлення блоків ТЕН у разі підвищення температури води в баку вище 110°С. Подальше включення електроживлення здійснюється уручну, натисненням червоної кнопки на термообмежувачі після усунення несправностей і зниженні температури води в баку нижче 80 °С.

5.4.18 Порухення вказівок по експлуатації і вимог з техніки безпеки може призвести до нещасного випадку [50].

5.5 Заходи пожежної безпеки

5.5.1 Пожежна безпека - це такий стан об'єкта чи території, при якому з максимальною ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі, великі та локальні. Проте наслідки пожеж не обмежуються лише матеріальними втратами. Найнебезпечнішими є соціальні наслідки, які пов'язані з загибеллю та травмуванням людей, а також пошкодженням їх фізичного та психологічного стану.

Вкрай важливими є екологічні наслідки пожеж. Це - забруднення навколишнього середовища продуктами горіння, засобами пожежогасіння та пошкодженими матеріалами, руйнування озонового шару, втрати атмосферою кисню, теплове забруднення, посилення парникового ефекту, тощо.

5.5.2 Для усунення можливостей виникнення аварійної ситуації а також можливості виникнення пожежі.

Котел обладнаний запобіжним клапаном, 3-ходовим вентилем, байпасом, автоматикою проти замерзання, захистом від заклинення насосу, датчик тиску води в системі опалення. Отже, конструктивні особливості котла, забезпечують повний захист від вибухів та пожежі.

5.5.3 Дії на випадок пожежі:

- негайно повідомити про пожежу рятувальній службі за телефоном 101. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта (місце проживання), місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;
- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- якщо пожежа виникла в повідомите сусідів про неї, та покликати на допомогу коли можливо загасити полум'я самотужки;
- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну тел.103, газову службу тел.104 тощо).

5.5.4 Мешканці будинку і працівники ознайомлені з правилами експлуатації запроєктованого обладнання та знають як діяти на випадок пожежі.

Для надання першої допомоги потерпілому, при необхідності:

- викличте швидку допомогу за телефоном 103;
- винесіть потерпілого на свіже повітря, тепло укутайте і не дайте заснути;
- при втраті свідомості дайте понюхати нашатирний спирт і зробіть штучне дихання (при відсутності дихання) і непрямий масаж серця (при відсутності пульсу).

5.6 Охорона навколишнього середовища

5.6.1 Охорона навколишнього середовища – це засоби і заходи щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки. Це сукупність державних, адміністративних, правових, економічних, політичних і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення і

збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Основними принципами охорони навколишнього природного середовища є:

а) пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість дотримання екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності;

б) гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я людей;

в) запобіжний характер заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;

г) екологізація матеріального виробництва на основі комплексності рішень у питаннях охорони навколишнього природного середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження новітніх технологій;

5.6.2 Перевага електричного котла в тому, що він не має викидів в атмосферу і високим ККД.

Даним дипломним проектом передбачаю установку:

- теплового лічильника;
- водяного лічильника;

лічильника електро енергії, та ін. прилади та обладнання для обліку ресурсів з точки зору їх економії;

– манометрів, термометрів та інших контрольних-вимірювальних приладів для покращення ефективної роботи обладнання та контролю за ним.

5.6.3 Таким чином, вплив негативних речовин на навколишнє середовище за рахунок обладнання, що пропонується зводиться до мінімуму.

ВИСНОВКИ

Отже, головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Створення безпечних і здорових умов праці сприяє підвищенню її продуктивності та зниженню собівартості продукції. Підвищення продуктивності відбувається за рахунок зниження стомлюваності працюючих протягом робочого часу, його раціонального використання. Собівартість продукції знижується при зменшенні витрат на компенсацію втрат робочого часу в зв'язку з тимчасовою або стійкою непрацездатністю, а також при зниженні витрат на оплату пільг за роботу в несприятливих умовах.

Проектування та монтаж системи опалення є однією з трудомістких, складних і дорогих інженерних робіт в будівництві індивідуального будинку. Від правильної установки залежить ККД системи, безпека, термін експлуатації і комфортне проживання.[55]

Перелік джерел посилань

1. Електронний ресурс доступу: http://herz.ua/docs/Lubarets_Zaitsev_ukr.pdf
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування «Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України»
3. Електронний ресурс доступу: http://ua-referat.com/Монтаж_двотрубноі_системи_опалення
4. Теплова ізоляція будівель ДБН в.2.6-31:2006 зі змінами
5. Будівельна кліматологія ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010.
6. Опалення і вентиляція жилого будинку - Васильєв В. Ф.
7. Електронний ресурс доступу: <http://stroim-dom.com.ua/ua/company-prais/ekstruzionnyu-penopolistiol-tekhnonikol-xps-carbon-35-300-1180-580-40-mm-wikibud-481587>
8. Електронний ресурс доступу: <http://wikibud.com.ua/ua/myneral-naya-y-bazaltovaya-vata/rockwool-megarok>
9. Пособие по проектированию автономных инженерных систем многоквартирных и блокированных жилых домов. М.: Торговый дом «Инженерное оборудование» под. Общ. Рук. А.И.Кунаховича., 1997, 68 с.
10. Проектування систем водяного опалення (посібник для проектування, інженерів і студентів технічних ВНЗ) Любарєць О. П., Зайцев О. М., Любарєць В. О., 2010, 201с.
11. Технічний каталог радіатори панельні Perfexim.

12. Проектирование и монтаж трубопроводов из ПВХ и ХПВХ, соединяемых методом склеивания, для холодного/горячего водоснабжения и отопления. Указания по проектированию и монтажу. Разработано Genova East Europe.
13. Технічний каталог радіаторні терморегулятори RTD Danfuss.
14. В. В. Прокопенко, О. М. Закладний, П. В. Кульбачний. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. - К.: Освіта України, 2008. - 438 с.
15. Технічний каталог радіатори секційні Perfexim.
16. Технічний каталог труби металопластикові Valtec.
17. Сканава А.Н. „Отопление” М: Стройиздат, 1988
18. Електронний ресурс доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Енергозбереження#>.
19. Електронний ресурс доступу: http://www.energoatom.kiev.ua/ru/about/strategy/general_provisions/.
20. Електронний ресурс доступу: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=583850#1>.
21. Гаряев А. Б., Данилов О. Л. та ін. Енергозбереження в енергетиці та технологіях: Енергозбереження в низькотемпературних процесах і технологіях. – М.: Видавництво МЭИ, 2002.
22. . Електронний ресурс доступу:<http://rem-bud.in.ua/budivnictvo/kotelnya-dlya-privatnogo-budinku.html>
23. ЦИВІЛЬНИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, №№ 40-44, ст.356)
24. Артем'єв С. П., Литвин Ю. М. Проектно-кошторисна справа - М.: Фінанси і статистика, 2003. - 208с.
25. Бойчик І.М., Харів П.С., Хопчан М.І. Економіка підприємств. – Львів: В-во «Сполом», 2007. – 212с.
26. Гойко А.Ф. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрямки їх реалізації. - К., 1999.
27. Мельничук М.М. Основи економічного аналізу. – К., 2005. – 360с.

28. Фецишин Б.П. Економіка енергетики. Навчальний посібник для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль, 2003 – 182 с.
29. Електронний ресурс доступу:
http://www.nl.ua/ru/otdelochnye_materialy/gipsokartonnye_sistemy/gipsokarton/gipsokarton_potolochnyi_Bau_Gips_2500x1200x9_5_mm.html
30. Електронний ресурс доступу: http://granad.com.ua/ua/company-prais/penoplast-vik-bud-psb-s-25-dstu-100-500-1000-mm-moya-hata-899430?utm_campaign=ibud.ua.im&utm_source=ibud.ua&utm_medium=cpc&utm_content=price-513&utm_term=priceID-899430
40. Електронний ресурс доступу: <http://wikibud.com.ua/ua/myneral-naya-y-bazaltovaya-vata/rockwool-megarok>
41. Електронний ресурс доступу: <http://www.rehau.com/ua-uk/fenster--fassadensysteme/fenstersysteme>
42. Електронний ресурс доступу: <http://stroim-dom.com.ua/ua/company-prais/ekstruzionnyu-penopolistiol-tekhnonikol-xps-carbon-35-300-1180-580-40-mm-wikibud-481587>
43. Електронний ресурс доступу: <http://hotplanet.com.ua/product/bumetallucheskaya-batareya-mirado>
44. Електронний ресурс доступу: http://eurounica.com/s-Metalloplastikovaya_truba_krasnaya_PERTALPE_16x2_0_Kisan-6-29-1265-2
45. Електронний ресурс доступу: http://eurounica.com/s-Metalloplastikovaya_truba_belaya_PEXbALPE_20x2_25_Kisan-6-29-1260-2
46. Електронний ресурс доступу: <http://texnodim.ibud.ua/ru/company-prais/gidrobarer-silver-silver-96-plotnost-texnodim-1175452>
47. Електронний ресурс доступу: <http://v-z.com.ua/category/cerija-vents-m/>
48. Електронний ресурс доступу: http://pidruchniki.com/15970122/bzhd/zavdannya_

funktsiyi_upravlinnya_ohoronoju_pratsi

49. ДНАОП “Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів” і “Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів”
50. Інструкція з експлуатації котел КЕО-Н
51. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.042-99. - К., 1999. – 15 с.
52. СНиП 2-4-79. Естественное и искусственное освещение.
53. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность.
54. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.
55. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
56. Купчик М.П. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. – 400 с.
57. ТОВ Підприємство «Теплотехніка» Керівництво до експлуатації.
58. Посібник з експлуатації.
59. Електронний ресурс доступу: <http://progress21.com.ua/ru/base-propositions/solar-collectors>