

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської роботи
на тему: Комбіновані схеми теплопостачання з альтернативними
джерелами теплової енергії на
прикладі приватного будинку з басейном

Виконав: студент групи ТГВ – 61м
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПП «Теплогазопостачання та вентиляція»

_____ Патій І.В.

Керівник _____ доц., к.т.н. Новицька О.С.

Рецензент _____ доц., к.т.н. Проценко С.Б.

Рівне 2023

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВЕЛИКИХ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ ПО КОМБІНУВАННЮ СХЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	6
1.1 Типи систем опалення приватних житлових будинків	6
1.2 Проектування системи опалення в приватному будинку	7
1.3.Комбіновані схеми теплопостачання приватних будинків.....	10
1.3.1 Комбінування різних теплогенераторів з сонячними колекторами	11
1.3.2 Комбінування газового та твердопаливного котлів	11
1.3.3 Комбінування газового та електричного котлів	12
1.3.4 Комбінування газового конденсаційного котла та теплового насосу	13
1.4 Особливості підігріву води в басейні приватного будинку.....	14
1.5 Комбіновані схеми джерел теплової енергії	15
1.6 Типові схеми застосування багатовалентних схем джерел теплової енергії	17
РОЗДІЛ 2. ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	27
2.1 Вихідні дані до проектування ситеми опалення та гарячого водопостачання приватного будинку.....	27
2.2 Розрахунок проєктного теплового навантаження будівлі	30
2.3 Розрахунок підлогового та радіаторної систем опалення будинку	35
РОЗДІЛ 3. КОМБІНОВАНА СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З БАСЕЙНОМ.....	43

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02- 14142563 МР			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата				
Зав. Каф.	Кізеєв М.Д				Комбіновані схеми теплопостачання з альтернативними джерелами теплової енергії на прикладі приватного будинку з басейном	Лист	Аркуш	Аркушів
Магістрант	Патій І.В.							70
Керівник	Новицька О.С.					НУВГП, ННІБА, ТГВ – 61м, м.Рівне, 2023		
Рецензент	Проценко С.Б.							
Н.контроль	Новицька О.С							

3.1. Багатовалентна схема теплопостачання з застосуванням конденсаційного котла та теплового насоса «повітря-вода»	43
3.2 Підбір теплового насоса «повітря-вода»	45
3.3 Розрахунок та підбір газового котла	46
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА БАГАТОВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ	49
4.1 Розрахунок техніко – економічних показників багатовалентної схеми газового котла та теплового насоса «повітря-вода»	49
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	55
5.1. Організація та управління охороною праці на підприємстві Права та обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці	55
5.1.1 Виробнича санітарія.....	60
5.1.2 Заходи з пожежної безпеки	61
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

Перелік і зміст графічної частини МР

№	Назви аркушів	Обсяг
1	Схема котельні до модернізації	1 аркуш А1
2	Схема котельні після модернізації	1 аркуш А1
3	Схема модернізації	1 аркуш А1
4	Використання альтернативного тепла	1 аркуш А1
5	Вплив викидів тепла на світ	1 аркуш А1
6	Теплові насоси та холодильні машини	1 аркуш А1
7	Графіки економічних розрахунків	1 аркуш А1

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02- 14142563 МР	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота магістранта Патія Івана Володимировича містить: 85 сторінок, рисунки, фото, таблиці, посилань на першоджерела. **Об'єктом дослідження** є традиційні та нетрадиційні джерела теплової енергії для приватних будинків з басейном.

Предметом дослідження є комбіновані схеми теплопостачання з альтернативними джерелами теплової енергії.

Метою роботи надати глибокий і всебічний аналіз застосування багатовалентних схем джерел тепла в приватних будинках, визначити їхню ефективність, економічну вигідність. Очікується, що результати дослідження сприятимуть покращенню систем теплопостачання та визначенню оптимальних рішень для приватних будинків.

Основні результати: обчислено техніко – економічні показники багатовалентної схеми теплового опалення. Знайдено найвигідніше рішення для опалення приватного будинку з басейном.

Ключові слова: багатовалентна схема, приватний будинок, газовий котел, тепловий насос, схема.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02- 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Зараз ми спостерігаємо не найкращу економічну ситуацію у світі і безпосередньо в Україні. Це впливає на формування цін та можливості постачання енергоресурсів із інших країн. Енергетична безпека нашої держави на даний момент є дуже хиткою і не стабільною. Вразливість наших енергомереж і їх нехватка, а також відмова від природного газу країни агресора, змушують шукати умови використання альтернативних джерел енергії.

Дане дослідження є актуальним, адже ми всі пережили часи блекаут і бачили нехватку електроенергії. Також велике підвищення вартості природного газу і погіршення політичної ситуації в Україні та світі, заставляють задуматись над енергетичною безпекою власної оселі та зменшені матеріальних затрат, а також її автономністю.

На сьогодні в світі часто використовується багатовалентні схеми призначені для опалення, вентиляції та ГВП, як для багатоквартирних так і для індивідуальних будинків.

Перевагою таких схем, насамперед є поєднання в собі різних джерел теплової енергії. Такі системи та обладнання дозволяють значно зекономити матеріальні та енергетичні ресурси. Тому у даній роботі були розглянуті актуальні економічні рішення, для опалення приватного будинку, що дозволить вирішити проблеми з надмірним енергоспоживанням та надасть актуальне економічне вирішення.

Метою магістерської роботи є визначення економічної та енергоефективної багатовалентної схеми системи тепlopостачання для опалення та гарячого водопостачання приватного житлового будинку з басейном на основі техніко – економічної оцінки.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ДЖЕРЕ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ З ВЕЛИКОЮ ПЛОЩЕЮ

1.1 Типи систем опалення приватних житлових будинків

Приватний житловий будинок - це окрема споруда, призначена для проживання окремої особи або домогосподарства. Як правило, розташований на власній земельній ділянці, приватний житловий будинок обладнаний усіма необхідними зручностями та інженерними комунікаціями для комфортного проживання. Архітектурно та конструктивно приватні житлові будинки можуть бути різними: одноповерховими або багатопверховими, з додатковими приміщеннями, такими як веранди, гаражі та інші. Власники приватних житлових будинків, як правило, мають права на прилеглу землю і можуть приймати рішення щодо благоустрою, архітектурного дизайну та інших аспектів власності.

Існує кілька типів систем опалення, які можна використовувати в приватному будинку. Вибір системи опалення залежить від таких факторів, як енергоефективність, вартість, доступність палива та особисті уподобання. Наведемо кілька найпоширеніших типів систем опалення для приватних будинків:

- 1.Опалення примусовим повітрям (печі).
- 2.Променеве опалення.
- 3.Опалення на основі котла (гідравлічне опалення).
- 4.Теплові насоси.
- 5.Дров'яні печі або каміни.
- 6.Електричне опалення.
- 7.Сонячне опалення.
- 8.Геотермальне опалення.

Оптимальний вибір залежить від різних факторів, включаючи клімат, місцеві ціни на паливо та вподобання власника будинку. Крім того, комбінування різних систем, наприклад, використання теплового насоса в

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

поєднанні з резервною піччю, може забезпечити гнучкість та енергоефективність.

1.2 Проектування системи опалення в приватному будинку

- Серед різноманіття методик опалення приватних житлових будинків виділяються кілька варіантів, які можуть забезпечити ефективне обігрівання приміщень. Перш ніж розглядати конкретне обладнання, рекомендуємо використовувати критерії вибору для спрощення пошуку відповідних систем опалення:

- **Бюджет.** Незважаючи на бажання вибрати найкраще, обмеження фінансовими ресурсами важливо враховувати. Заздалегідь визначте бюджет, щоб уникнути фінансових труднощів та вибирати опалювальне обладнання, що відповідає якості і доступності.

- **Характеристики будинку.** Для розробки ефективної опалювальної системи важливо враховувати параметри будинку: кількість кімнат, їх площа, наявність вікон, вентиляційних каналів та інші фактори

- **Тип системи.** На ринку опалювальної техніки представлено безліч варіантів для організації комфортного температурного режиму в приміщенні: від переносних обігрівачів і до повномасштабних систем опалення з установкою котла.

- **Потужність.** Важливо розуміти, що найпотужніше обладнання не завжди є оптимальним. Для невеликих будинків слід враховувати специфіку приміщення при виборі потужності..

- **Виробник.** Відомі бренди часто є перевагою, але важливо узгоджувати вибір із запланованим бюджетом та розглядати альтернативи від менш відомих виробників.

Розглянемо три найпопулярніші варіанти для облаштування автономного опалення.

Газовий котел. Котли, що працюють на газу вважаються найбільш популярними установками і для будинку, і для квартир. Завдяки простому

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

монтажу і помітному терміну служби, такий агрегат підійде для багатьох користувачів.

Однак, незважаючи на всі переваги, варто врахувати і деякі недоліки перед покупкою:

- дороге підключення газу до системи автономного опалення;
- необхідність додатково прокладати коаксіальний димохід;
- постійна необхідність безперебійної подачі газу і гідну якість енергоносія.

Як і будь-яке інше газове обладнання, такі котли вимогливі до дотримання правил безпеки, хоч у багатьох сучасних моделях передбачена система безпеки. Запорука тривалої та якісної роботи будь-якої техніки - це грамотна експлуатація!

Котли можуть розташовуватися як на підлозі, так і на стіні, що дозволить зручно розташувати всі домашні комунікації. Настінний газовий котел підійде для квартир і невеликих одноповерхових будиночків з відносно малим значенням площі, з огляду на скромні габарити такого пристрою.

Електричний котел. Такий різновид котлів опалення також має високу популярність. Вони можуть мати більш різноманітні форми та комплектації, дуже просто встановлюються, а також представлені на ринку великою кількістю конструкцій в різному ціновому сегменті.

Для даного апарату не потрібно додатковий простір і витрати на димохід і посилену вентиляцію. Електрокотел найбільш простий у використанні варіант, при цьому може автоматично підтримувати мікроклімат приміщень без стороннього втручання.

З недоліків можна виділити такі пункти:

- повна залежність від електроенергії;
- більш помітні витрати при експлуатації, що залежать від актуальних тарифів на електроенергію;
- необхідність забезпечити безпечну і надійну електропроводку.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

З таким пристроєм навантаження на мережу підвищується, тому в розробку проекту по опаленню за допомогою електричних пристроїв необхідно додати пункт про заміну і модернізацію проводки. Такий агрегат не рекомендується для установки, якщо в вашому населеному пункті є серйозні перебої з електрикою які не залежать від вас.

Електричний котел підходить під велику кількість приміщень, включно з офісами, складські простори, ресторани і магазини. Двоконтурні моделі забезпечують приміщення гарячим водопостачанням, підвищуючи загальний комфорт проживання/робочого процесу.

Твердопаливний котел. Даний вид техніки відмінно обігріває великі приміщення і використовує в якості палива вугілля, дрова, деревні брикети, гранули (пелети). Моделі з одним контуром часто зустрічаються на підприємствах, де для розпалювання можуть утилізувати безпечні відходи у вигляді паперу, а двоконтурний двоконтурний котел буде актуальний в тих приміщеннях, де необхідно безперебійне гаряче водопостачання.

Таке обладнання вважається найменш витратним на покупку дров або вугілля, навіть в порівнянні з газовими агрегатами, може працювати абсолютно автономно і не залежить від наявності електроенергії і газопроводу. Але важливо відзначити наступні недоліки:

- необхідність окремих приміщень для котельні та зберігання палива;
- постійний контроль за якістю дров, або вугілля;
- регулярне чищення і огляд приладу;
- необхідність контролювати наявність палива в котлі/буферній ємності.

Високаклопінтність таких котлів компенсується низькою вартістю експлуатації, автономністю і найшвидшою окупністю серед даного обладнання. Твердопаливний агрегат варто купити, якщо ви проживаєте в сільській місцевості, де немає постійного доступу до електрики і газу.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Альтернативні системи опалення, зокрема теплові насоси, викликають значний інтерес і конкурують з традиційними котлами. Основна перевага теплових насосів полягає в їхній унікальній системі збору тепла з ґрунту, повітря і води, що суттєво зменшує витрати енергії на нагрівання приміщень. Важливо також відзначити, що влітку таке обладнання може працювати в оберненому режимі, надаючи охолодження в приміщеннях будинку.

Встановлення теплового насоса через професіоналів не є складнішим завданням, і ефективність такої системи відчутна вже в перший день. Після налагодження обладнання, користувачеві потрібно тільки мінімально звертати увагу на його обслуговування, оскільки цей агрегат є не вимогливим і має довгий термін служби при невеликих витратах на утримання.

З серед недоліків можна відзначити залежність конструкції від електропостачання та значні початкові вкладення. Проте цей метод опалення приватного будинку є одним з найбільш ефективних з точки зору окупності та вважається дуже екологічно безпечним варіантом. При виборі такої системи, як і в разі вибору котлів, важливо враховувати площу будинку для правильного підбору потужності з максимальним коефіцієнтом корисної дії при низьких витратах електроенергії.

1.3 Комбіновані схеми теплопостачання приватних будинків

Існує безліч варіантів комбінацій, кожен із яких має свої переваги та недоліки. При виборі такої системи опалення найбільш розумним рішенням буде звернутися до кваліфікованих фахівців, які спеціалізуються на проектуванні та створенні інженерних систем «під ключ». Їхні знання та практичний досвід є гарантією успішної реалізації проекту. Чи йдеться про реконструкцію існуючої системи опалення чи створення нової в зовсім новому будинку, фахівці зможуть ефективно впоратися з будь-яким завданням.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо найбільш популярні **комбіновані системи опалення приватного будинку.**

1.3.1 Комбінування різних теплогенераторів з сонячними колекторами.

Сонячні колектори стрімко завойовують популярність в регіонах з високою активністю сонця. Вони успішно інтегруються в єдину систему з газовими, твердопаливними котлами, електричними обігрівачами і котлами на рідкому паливі.

Колектори – це досить вартісне обладнання, і для тих, хто прагне максимально швидко окупити їхнє придбання, оптимальним варіантом є їх комбінування з опалювальними приладами, що мають значні експлуатаційні витрати, такими як електроприлади і котли на рідкому паливі. В цьому випадку очікуваний економічний ефект буде досягнутий найшвидше.

Використання геліосистем разом із теплогенераторами, такими як твердопаливний або газовий котел, може не призвести до швидких економічних результатів, проте такий підхід також має сенс. Така **комбінована система опалення** дозволить в теплу пору року забезпечувати будинок гарячою водою абсолютно без експлуатаційних витрат, використовуючи для цього тільки сонячну енергію.

1.3.2 Комбінування газового та твердопаливного котлів

Використання в одній системі двох котлів на різних видів палива дозволяє значно підвищити надійність опалювальної системи. Маючи різні джерела тепла, ви стаєте менше залежними від можливих перебоїв у постачанні палива. Наприклад, при перерві в газопостачанні ви можете використовувати дрова для обігріву свого будинку, забезпечуючи комфортні умови. Якщо у вас є можливість відділятися часом для додавання дров та очищення твердопаливного котла, це також може призвести до економії, оскільки тверде паливо часто є доступним і відносно дешевим.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Існують два основних способи об'єднання цих котлів в одну систему. Перший включає в себе використання термогідравлічного роздільника у системі обігріву. Гідророзгалужувач вирівнює температуру теплоносія, регулює гідравлічний опір і ефективно узгоджує потоки тепла.

Другий варіант підходить для менш потужних опалювальних систем, де використовують паралельне підключення двох котлів з використанням зворотних клапанів для відокремлення контурів. Це дозволяє котлам працювати одночасно або по черзі, рівномірно розподіляючи навантаження.

Важливо враховувати багато індивідуальних параметрів функціонування котлів для грамотного їх підключення. Таке об'єднання краще довірити професіоналам, які зможуть розробити оптимальну схему для конкретного випадку, гарантуючи безперебійну та надійну роботу системи.

1.3.3 Комбінування газового та електричного котлів

При об'єднанні газового та електричного котлів в одну систему опалення важливо враховувати їхню потужність. Зазвичай газовий котел виступає основним теплогенератором у таких системах. Якщо потужність електродкотла приблизно рівна газовому та планується їх паралельне підключення, електричний котел може працювати автономно у випадку відключення газового котла.

У випадку, коли потужність електродкотла значно менша за потужність газового, і електродкотел використовується як додаткове обладнання без вбудованого циркуляційного насоса, застосовується послідовне підключення.

З економічної точки зору рекомендується інвестувати більше коштів на початковому етапі для проектування комбінованої системи та придбати електродкотел приблизно зі співвідношенням потужності до газового котла. Це забезпечить наявність двох незалежних джерел теплової енергії, які можуть взаємозамінювати одне одного та брати на себе навантаження за необхідності.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Також існують інші варіанти комбінованих систем опалення, які можуть об'єднуватись в одну систему:

- твердопаливні котли з електричними;
- газові теплогенератори з системами «тепла підлога»;
- теплові насоси в комбінації з газовими, електричними або твердопаливними котлами;
- ті ж складові плюс сонячні колектори.

Кожна з систем має право на життя і за умови грамотної схеми і якісного монтажу забезпечують високий рівень комфорту і надійності.

1.3.4 Комбінування газового конденсаційного котла та теплового насосу

Тепловий насос – пристрій, який переносить розсіяну теплову енергію в опалювальний контур з використанням інших видів енергії, зокрема електричної. Газовий котел – пристрій для отримання теплової енергії з метою, головним чином, опалення приміщень (об'єктів) різного призначення, нагріву води для господарських та інших цілей, шляхом згоряння газоподібного палива.

Газові котли можна комбінувати з тепловим насосом таких типів: вода-вода (геотермальний) та повітря-вода (повітряний). Установка теплового насосу з газовим котлом дозволяє знизити споживання газу і зменшити плату за опалення. Автоматика оптимально розподіляє теплове навантаження між джерелами тепла залежно від температури зовні відповідно до їх ККД при різних температурах. Максимальне значення ККД досягається в низькотемпературній схемі приладів опалення, наприклад, теплих підлог, конвекторів, фанкойлів. Виявилось, доцільно в міру похолодання, використовувати спочатку тепловий насос, а потім газовий котел: ККД конденсаційної котла залежить від температури приладів опалення, а ККД теплового насоса - від температури на вулиці.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Проектування і реалізація системи опалення – це складний процес і великий обсяг робіт, який вимагає компетентного підходу до вирішення поставлених завдань. Від грамотності організації системи, підбору опалювальних агрегатів і якості монтажних робіт залежать кліматичні умови в будинку і термін експлуатації обладнання.

Тому, з огляду на перераховані недоліки зазначених комбінованих систем опалення найбільш доцільніший варіант буде комбінування системи з використанням газового котла, теплового насоса.

1.4 Особливості підігріву води в басейні приватного будинку

Є різне обладнання для обігріву води в басейні. Задача власника зробити правильний вибір. Бажано щоб нагрів не “вилітав” в захмарну вартість, потребував мінімум обслуговування, був безпечним. А саме обладнання щоб мало розумну вартість.

Для підігріву басейну в приватному будинку можна використовувати різні системи опалення, в залежності від бюджету, енергетичної ефективності та індивідуальних умов. Важливо враховувати розмір басейну, кліматичні умови регіону, енергетичні можливості та вартість утримання систем.

Ось деякі популярні варіанти:

1. Газовий котел: Газові котли ефективні та швидкі в роботі. Вони можуть підігрівати воду для басейну досить швидко. Проте, ефективність може залежати від кліматичних умов і доступності газу.

2. Тепловий насос: Теплові насоси використовують тепло з навколишнього середовища (повітря, ґрунт, вода) для підігріву води. Вони є енергоефективними та екологічно чистими, хоча їхні витрати можуть залежати від кліматичних умов та типу теплового насосу.

3. Сонячні колектори: Сонячні системи можуть використовувати енергію сонця для підігріву води в басейні. Вони є екологічно чистими, але їхні витрати та ефективність можуть залежати від інтенсивності сонячної радіації.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Електричні обігрівачі: Електричні обігрівачі використовуються для точкового підігріву води та можуть бути додатковою системою до інших головних джерел опалення.

5. Геотермальна система: Геотермальні теплові насоси використовують тепло землі для опалення та охолодження. Вони можуть бути дорожчими в установці, але мають високу ефективність.

Перед вибором системи важливо провести аналіз ваших потреб, кліматичних умов і бюджету.

1.5 Комбіновані схеми джерел теплової енергії

Протягом останніх 20 років відмічена стійка тенденція збільшення загальної частки використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) в системах централізованого теплопостачання (ЦТ). Для окремих країн ЄС цей показник суттєво відрізняється. Лідерами в даному напрямі стали Ісландія, Данія, Франція, Швейцарія.

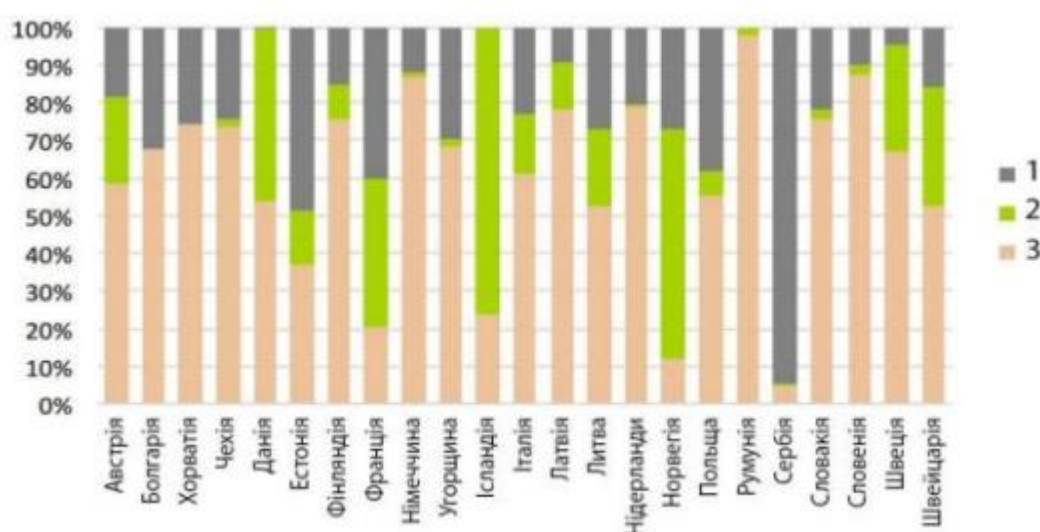


Рис.1.1 – Структура генерації теплової енергії в системах теплопостачання країнчленів ЄС (2017 р.)

1 – котельні на викопних паливах. Електрокотли та 1/3 ТЕ з теплових насосів; 2 – котельні на біомасі та інші установки на ВДЕ (крім ТЕЦ); 3 –

теплова енергія з ТЕЦ та когенераційних установок на всіх видах палива, а також скидна ТЕ промисловості та 2/3 ТЕ з теплових насосів

Широкого застосування набувають комбіновані системи теплопостачання. Такий тип систем поєднує в собі традиційні джерела теплоти і системи автономних джерел теплоти, що розташовані в будівлі. Перевага даних систем полягає в тому, що можна використовувати тепло з різних джерел енергії. Такі системи теплопостачання можуть включати в себе котли, що працюють на газі або рідкому паливі, а також альтернативні джерела – сонячні колектори, геотермальні теплові насоси та інші.

Комбіновані системи теплопостачання (КТС) дозволяють максимально ефективно використовувати тепло з тимчасово доступних джерел. Є очевидні недоліки різних видів тепла. Сонячна енергія буде лише при наявності сонця, а тепло від спалювання дров чи брикетів доступне лише тоді, коли горить вогонь. Геотермальні насоси, які надають теплову енергію вигідні лише в період зниження тарифів на комунальні послуги. А також, ускладненням є те, що температура води, яку забезпечують такі джерела теплової енергії може сильно коливатись.

КТС та її принципи роботи полягають в наступному: дві системи працюють паралельно, а саме газовий котел та тепловий насос. Гарячий теплоносій об'єднуються з обох систем, а потім циркулюють через систему опалення та водопостачання. Автоматизувавши дану систему, контролери можуть визначати, яке обладнання буде працювати. Все залежить від налаштувань і оптимізації системи.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

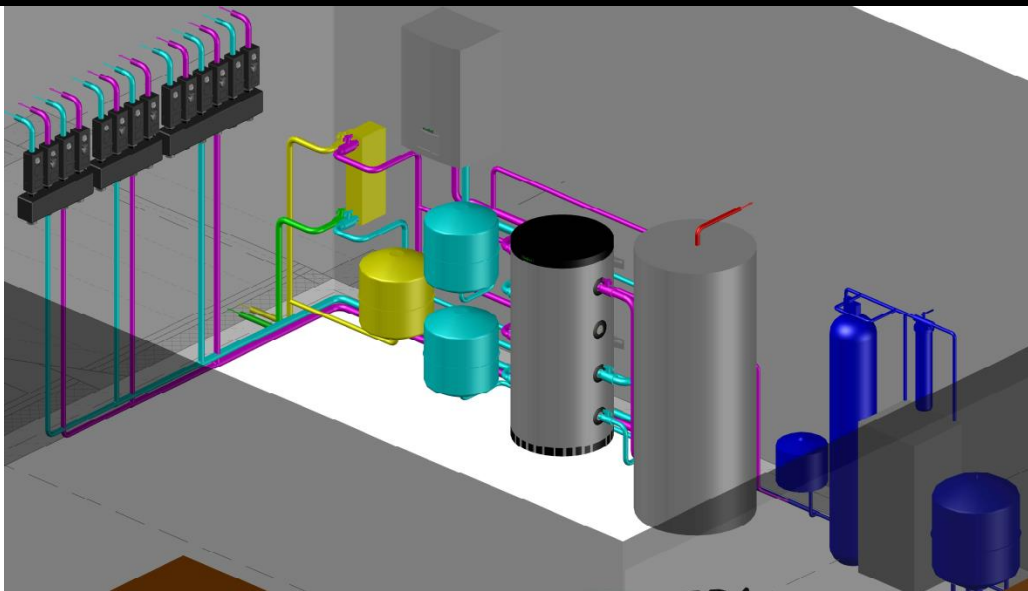


Рис.1.2 – Комбінована система теплопостачання

Насамперед, впровадження комбінованих систем в реальну практику є економічно виправданим і перспективним завданням. Також великим плюсом даної схеми є екологічність, оскільки теплові насоси – це поновлювальний ресурс, а значить значно скорочує кількість шкідливих викидів і атмосферу.

1.6 Типові схеми застосування багатовалентних схем джерел теплової енергії

Типова схема підігрівання гарячої води за допомогою сонячних колекторів. Систему з котлом центрального опалення найчастіше застосовують у нових приватних одноквартирних будинках. Основними елементами такого технологічного рішення є:

- батарея сонячних колекторів К;
- насосна група (приєднувально-запобіжна);
- бак-акумулятор з двома теплообмінними змійовиками та з електричним нагрівачем Z;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- два регулятори: один R1 взаємодіє з колекторами, другий R – з КОТЛОМ

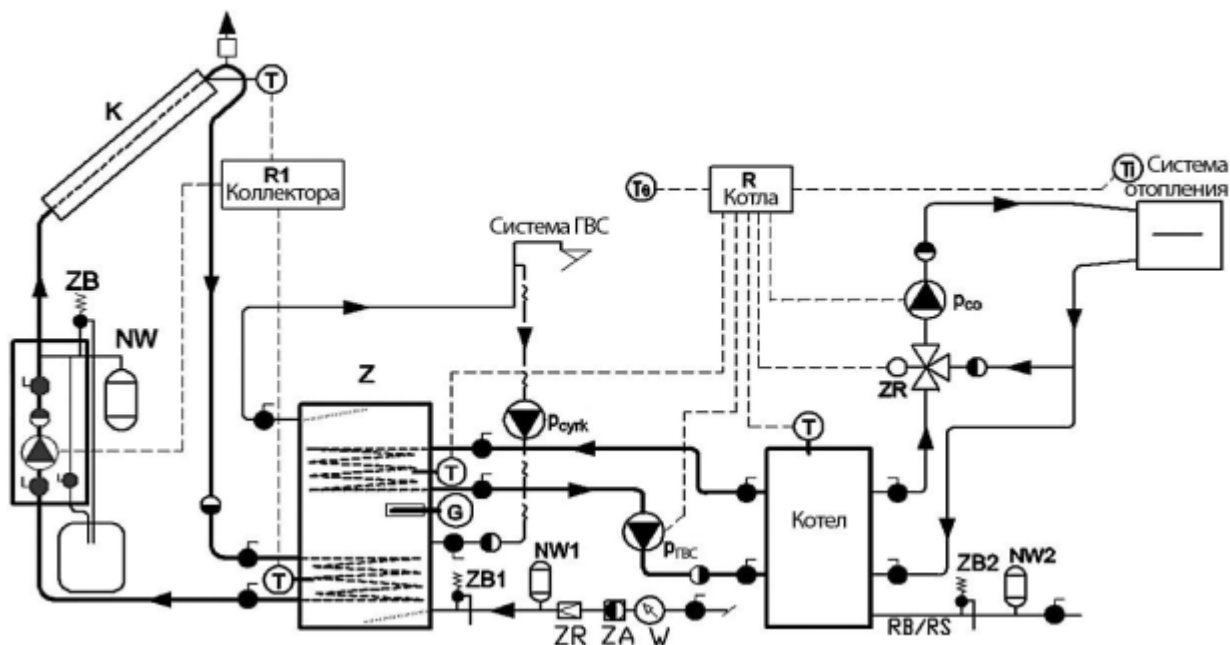


Рис. 1.3 – Комбінована схема сонячної установки підігрівання води з баком, що має два теплообмінні змійовики та електричний підігрівач і взаємодіє з котлом центрального опалення.

К – колектор; Z – бак-акумулятор; R1 – регулятор колектора; R – регулятор котла

Переваги такої схеми:

- ефективне використання площі котельні;
- низькі експлуатаційні видатки;
- можливість повного відключення джерела центрального опалення в літній період.

Схему сонячної установки з двома послідовно підключеними баками гарячої води (перший заживлюється від сонячного колектора, а другий – від

теплоджерела центрального опалення) застосовують при підключенні сонячної установки до існуючої системи ГВП.

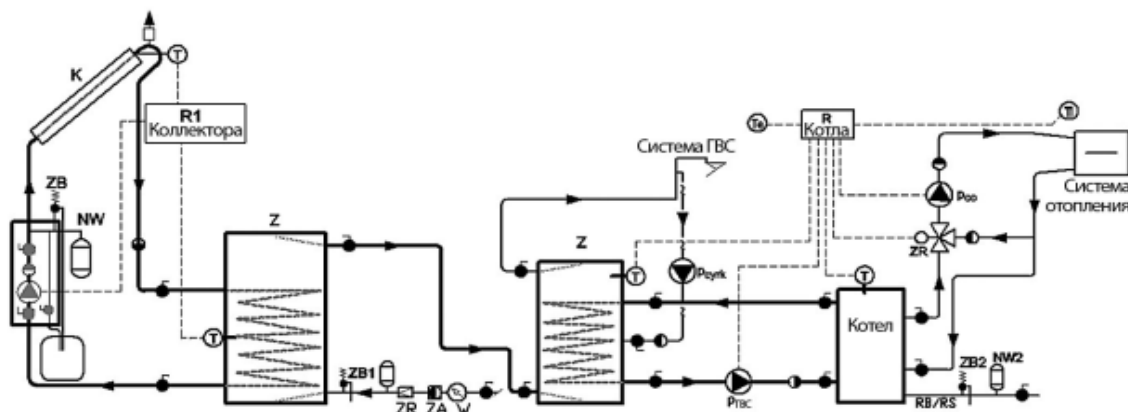


Рис.1.4 – Комбінована схема сонячної установки з двома послідовно підключеними баками: один заживлений від колектора, другий – від котла центрального опалення

Сонячні колектори використовуються для підігріву води у першому теплоаккумуляторі, що слугує баком для зберігання теплової енергії від колектора. В іншому резервуарі вода нагрівається до необхідної температури за допомогою теплоносія, що надходить із системи центрального опалення.

Перевагою такого рішення є зменшення гідравлічного впливу сонячної установки при її використанні в існуючій системі гарячого водопостачання. У цьому випадку взаємодія двох систем обмежується підключенням холодної води до сонячної установки та направленням підігрітої води до вузла підігрівання води від теплоджерела центрального опалення.

Схема сонячної установки з двома зовнішніми проточними теплообмінниками (один живиться від сонячних колекторів, а інший – від джерела тепла, що працює з пріоритетом приготування гарячої води) застосовується для систем гарячого водопостачання, які обслуговують велику кількість споживачів гарячої води. Бак у цій схемі використовується для накопичення сонячної енергії, при цьому тепло, необхідне для підігріву

води, що подається з бака до споживача, та для компенсації тепловтрат у циркуляційному контурі, генерується котлом.

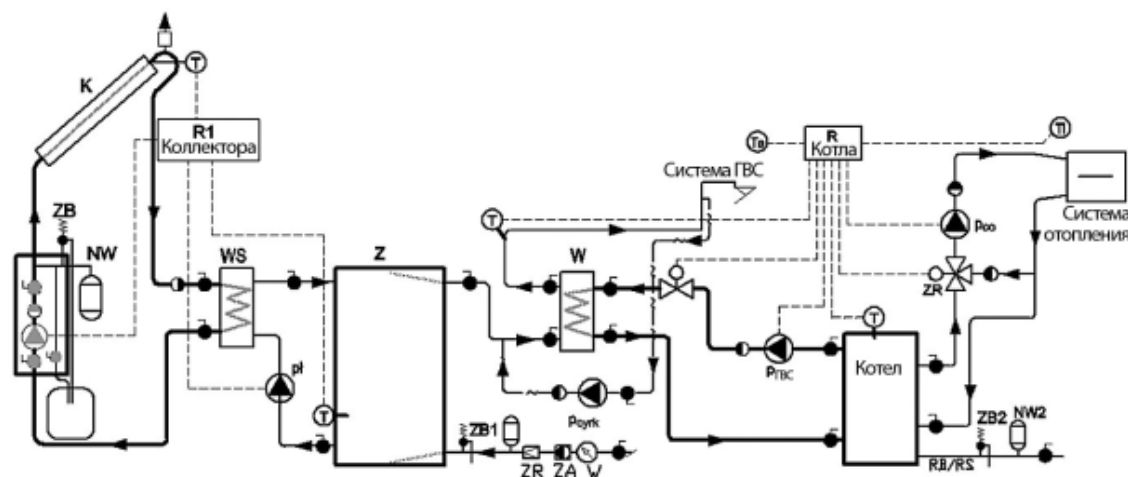


Рис.1.5 – Комбінована схема сонячної установки з двома зовнішніми проточними теплообмінниками: один заживлений від сонячних колекторів, другий – від котла центрального опалення

Комбіновані схеми з застосуванням теплових насосів

Теплові насоси для опалювання можна використовувати як у нових, так і в існуючих системах опалення. У місцевостях з помірним кліматом можливий моновалентний режим експлуатації, що означає, що навіть в найхолодніші дні можна відмовитися від додаткової традиційної системи опалення та від пов'язаних із цією системою додаткових витрат на капітал.

При вирішенні питання щодо можливості використання теплового насоса, важливо враховувати систему розподілу тепла, зокрема, необхідну температуру в подавальній лінії. Тепловий насос може постачати гарячу воду як для низькотемпературних, так і для звичайних радіаторних систем опалення.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

При проектуванні нових систем з тепловими насосами рекомендується використовувати низькотемпературні системи опалення з максимальною температурою на подачі $+55^{\circ}\text{C}$.

Існуючі установки з традиційним розподілом тепла, як правило, можна поєднувати з тепловим насосом без внесення додаткових змін у систему опалення. Зазвичай такі системи розраховані на максимальну температуру води в подавальній лінії $+90^{\circ}\text{C}$.

Проте ці системи часто розробляються з завищенням розрахункових параметрів, тому при проведенні додаткової теплової ізоляції будівлі в багатьох випадках можна використовувати нижчу температуру подачі води.

Теплові насоси не лише забезпечують обігрів будівлі, але й функціонують як економічні водонагрівальні пристрої. Спеціально адаптовані під теплові насоси додаткові приналежності, такі як компактні арматурні блоки та накопичувальні водонагрівачі (гідромодулі), забезпечують швидкий і надійний монтаж. Для управління переключенням між режимами опалення та приготування гарячої води застосовують системи автоматики.

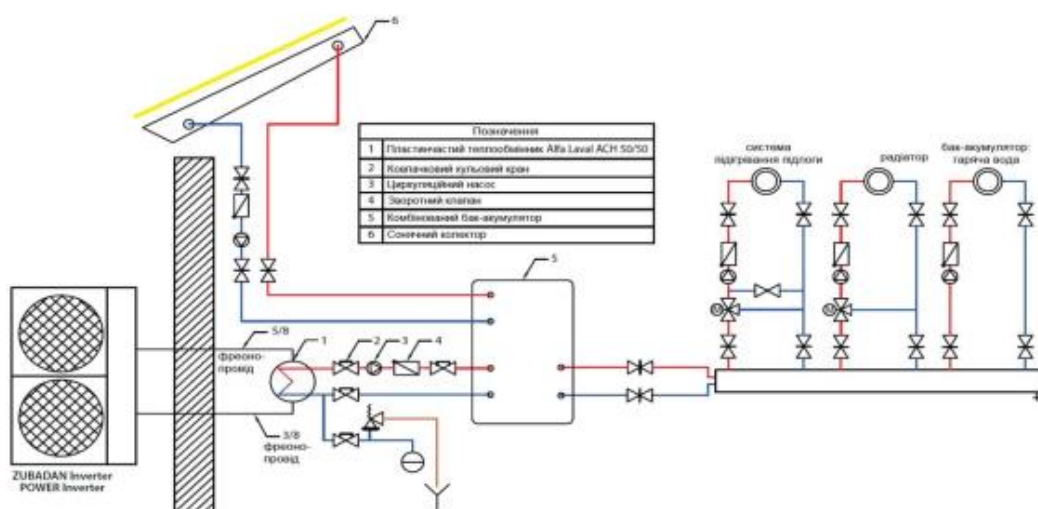


Рис. 1.6 – Комбінована схема опалення та ГВП з застосуванням теплового насоса «повітря-вода» та сонячних колекторів

Ця схема є найбільш раціональною для приватних житлових будинків, оскільки тепловий насос може забезпечити споживачів тепловою енергією для системи опалення. Її можна успішно поєднати з низькотемпературним опаленням, зокрема, теплою підлогою, де максимальна температура теплоносія в системі складає 60 °С.

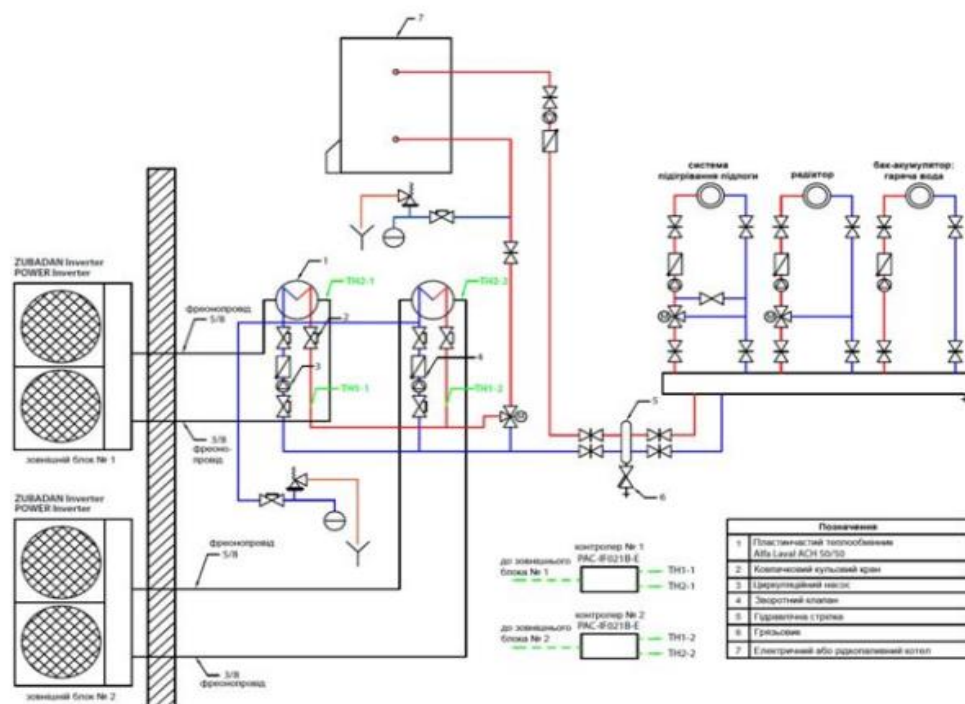


Рис.1.7 – Комбінована схема теплопостачання двома тепловими насосами та електричним або рідкопаливним котлом

Ця схема успішно використовується як для житлових, так і для будівель адміністративного призначення. При впровадженні цієї схеми велика увага приділяється вибору теплового насоса, оскільки правильний вибір і підбір обладнання забезпечать споживачів необхідною кількістю теплової енергії.

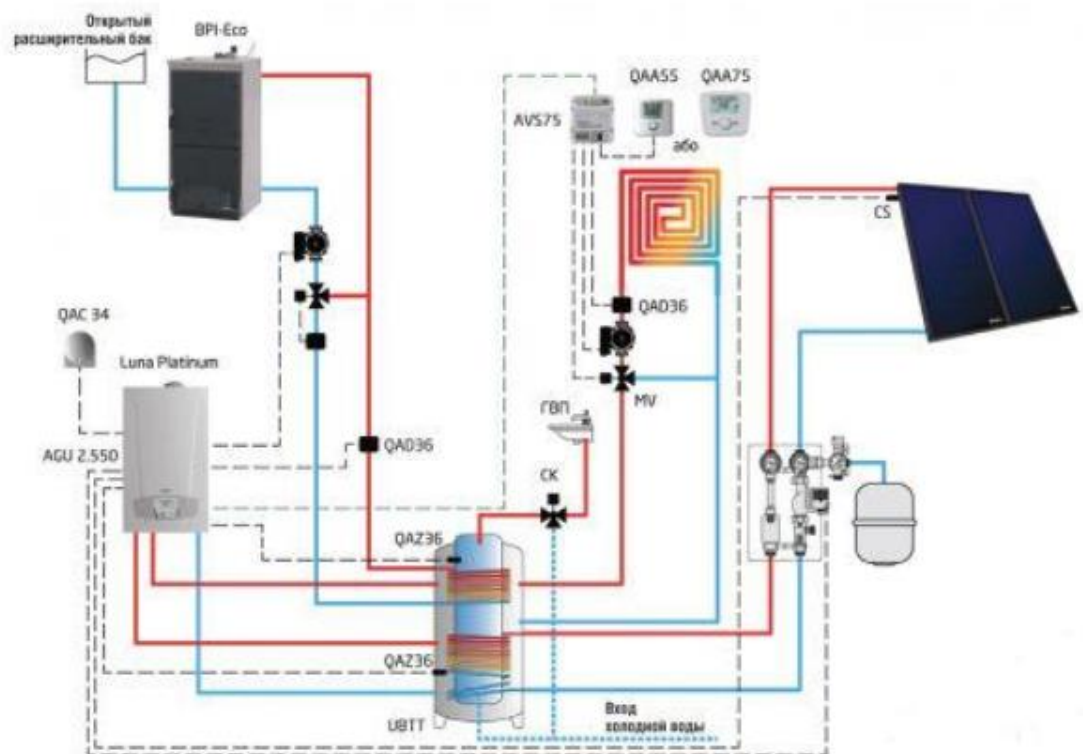


Рис.1.8 – Комбінована схема системи опалення з газовим котлом, твердопаливним котлом, сонячними колекторами для опалення і ГВП

У даній схемі газовий котел з електронним управлінням Luna Platinum виступає в ролі центрального нагрівального елемента. Резервним або паралельним теплогенератором виступають твердопаливний котел BPI-Eco і сонячний колектор. Контури нагрівачів в цій схемі повністю розділені, а теплообмін між ними здійснюється в бойлері непрямого нагріву з зовнішньою «сорочкою», в якій розміщені окремі теплообмінники теплоносія. Цей теплоносій включає в себе воду від твердопаливного котла і антифриз від сонячного колектора. Обидва теплоносії митимуться в «сорочці», через яку також циркулює теплоносій від газового котла. Цей теплоносій подається до споживачів системи опалення, яку на схемі позначено як контур «теплої підлоги». У центральній частині бойлера розташований резервуар для води, яка використовується як гаряча вода для опалення та ГВП, при цьому вода для системи опалення надходить окремо.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Комбінована схема для радіаторного опалення, теплої підлоги та підігріву води для басейну.

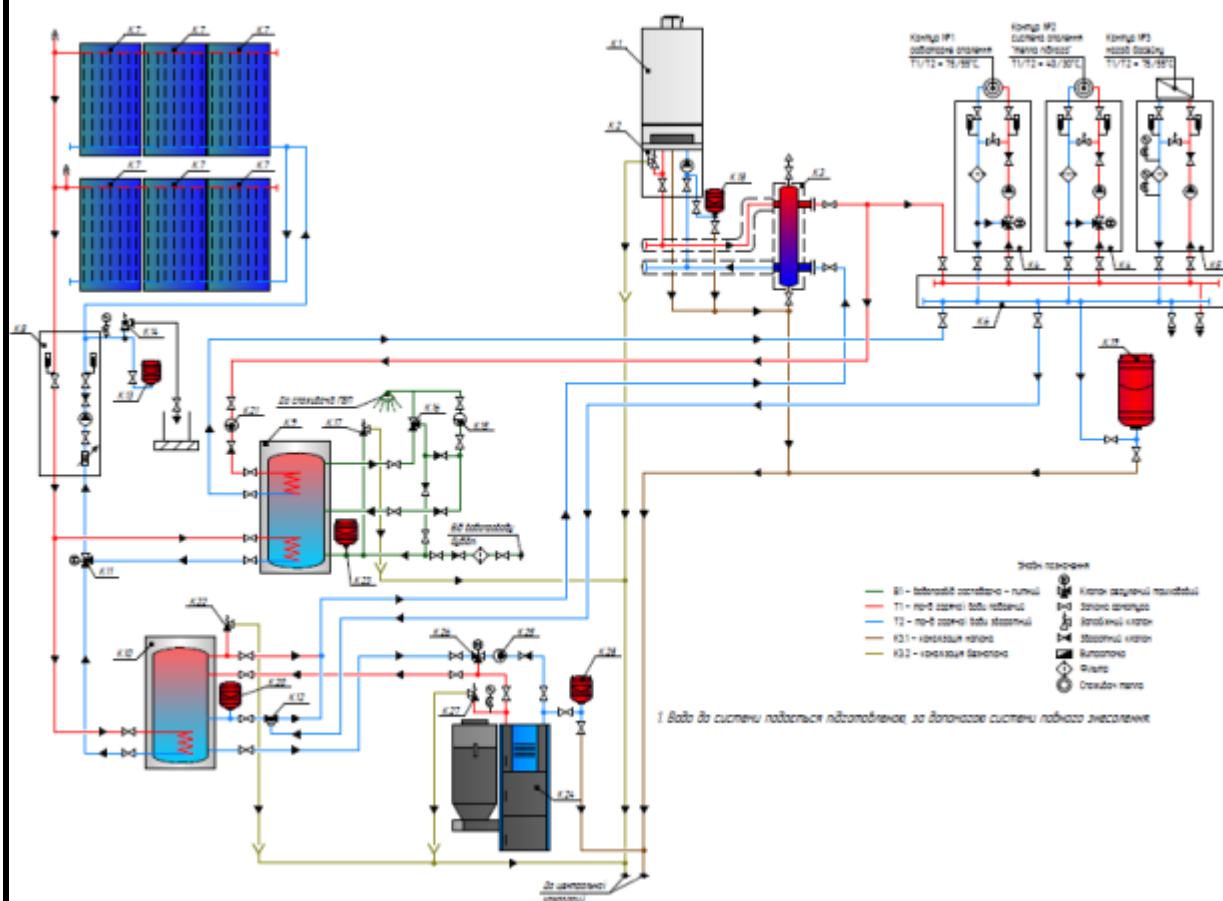


Рис.1.9 – Комбінована схема для радіаторного опалення, теплої підлоги та підігріву води для басейну

Для забезпечення гарячою водою приватного будинку (наприклад, приватного готелю) та опалення приміщень, використовується комбінована система опалення. Система включає настінний конденсаційний котел (поз. К.1), твердопаливний котел з автоматичною подачею палива (поз. К.24) і геліосистему з шести плоских геліоколекторів (поз. К.7), а також групу баків, таких як бівалентний бак для нагріву гарячої води (поз. К.9) та буферний бак-накопичувач (поз. К.10).

У цій схемі твердопаливний котел і геліосистема гідравлічно з'єднані з основним теплогенератором, конденсаційним газовим котлом, за допомогою буферно-байпасної схеми. Підігрів теплоносія в буферному баку-накопичувачі (поз. К.10) здійснюється в першу чергу за рахунок геліосистеми і твердопаливного котла (поз. К.24). Накопичене в буферному баку тепло направляється в систему опалення.

Комбінована схема системи опалення/охолодження

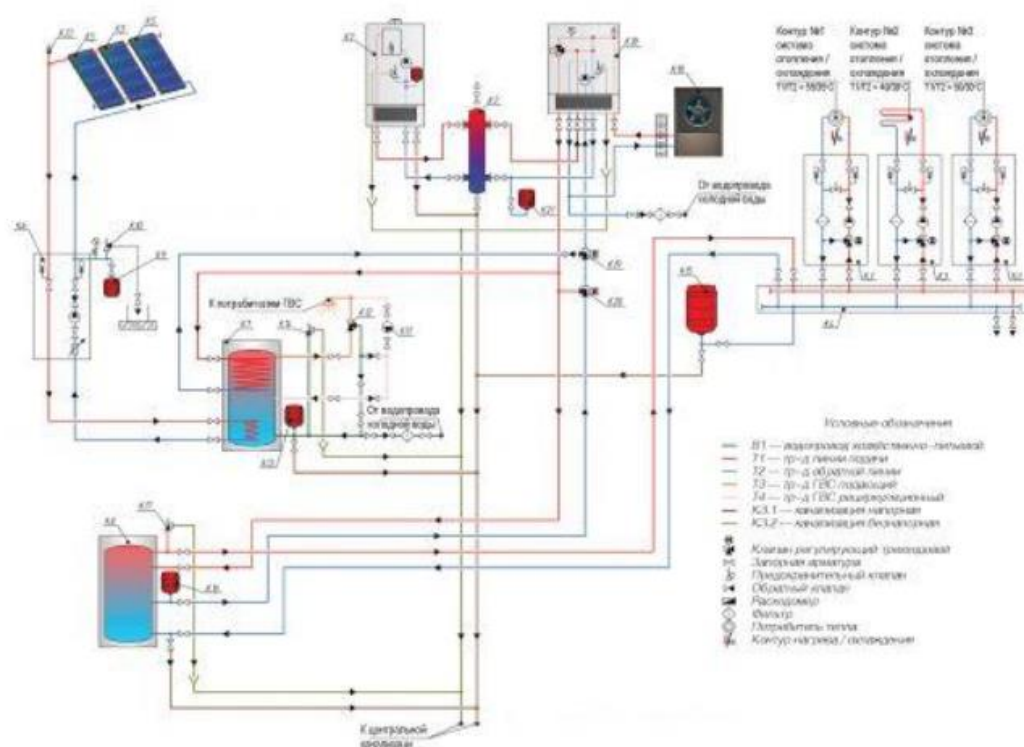


Рис.1.10 – Комбінована схема системи опалення / охолодження з використанням бівалентного теплового насоса «повітря-вода»

Використання реверсивного теплового насоса як основного теплогенератора, разом із системою опалення "тепла підлога" або фанкойлами (системи розподілу низькопотенційного тепла), дозволяє перетворити опалювальну систему в комбіновану для всього будинку. Це дозволяє максимально використовувати відновлювальні джерела природної енергії протягом усього року.

Основним джерелом енергії в цій схемі є тепловий насос "повітря-вода", який, в залежності від погодних умов, працює в реверсному режимі

для теплопостачання або охолодження будинку. У цій схемі тепловий насос використовується як частина комбінованої системи теплопостачання, спільно з додатковими теплогенераторами, такими як газовий котел, твердопаливний котел або електричний котел.

Додаткові теплогенератори, такі як газовий котел або твердопаливний котел з автоматичною подачею палива, служать для покриття "пікових" навантажень в режимі роботи теплового насоса на опалення. Важливо враховувати, що максимальна потужність додаткового котла не повинна перевищувати 35 кВт. Теплові насоси Logatherm WPL AR призначені для охолодження за допомогою конвекторів з вентиляторами (фанкойлів) або пасивного охолодження через системи опалення підлоги, стін або стелі.

Теплоносій від теплового насоса подається в буферний бак (поз. К.8), який володіє спеціальною високоефективною теплоізоляцією та призначений для зберігання як теплої, так і холодної води.

Буферний бак оснащений високоефективною теплоізоляцією з високою стійкістю до дифузії водяної пари, що дозволяє накопичувати в ньому холодну воду з температурою +10 °С, особливо в жарку пору року. Ця теплоізоляція також ефективно запобігає утворенню конденсату на поверхні бака.

Висновки до першого розділу

У цьому розділі розглянуті різноманітні можливі схеми багатовалентних джерел теплової енергії, призначених як для опалення, так і для нагріву води. Подані приклади їх використання у будівлях різного призначення. В магістерській роботі проведено дослідження трьох різновидів багатовалентних схем джерел теплової енергії для багатоквартирного житлового будинку в м. Рівне. За результатами техніко-економічної оцінки обрано оптимальний варіант багатовалентної схеми джерел теплової енергії.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

2.1 Вихідні дані до проєктування системи опалення та гарячого водопостачання приватного будинку

При розробці опалювальних систем для будівель усіх типів, необхідно провести точні розрахунки та подати детальну схему опалювального контуру. Особливу увагу на цьому етапі слід приділити розрахунку теплового навантаження для опалення. Для вирішення цього завдання важливо використовувати комплексний підхід та враховувати всі фактори, що можуть впливати на ефективність роботи системи. Зовнішні температурні умови, розміри та конструкцію будівлі, наявність і якість ізоляції, кількість та розташування вікон і дверей, а також потужність теплових джерел. Комплексний аналіз цих факторів дозволяє точно визначити необхідну потужність опалювальної системи для забезпечення оптимального теплового комфорту в будівлі.

Такий підхід до розрахунків теплового навантаження дозволяє ефективно використовувати опалювальні системи, забезпечуючи енергоефективність та економію ресурсів. Точність розрахунків теплового навантаження є важливим етапом у створенні оптимальних теплопостачальних систем для будь-яких типів будівель.

Для розрахунку теплового навантаження важливо враховувати характеристики кожного елемента конструкції будівлі:

- Система вентиляції: Правильно спроектована система вентиляції може значно вплинути на втрати тепла. Витрати тепла пов'язані з обміном повітря між внутрішнім і зовнішнім середовищем. Енергоефективна система вентиляції з рекуперацією тепла може зменшити ці втрати.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розміри будівлі: Обсяг приміщень і площа конструкцій, такі як вікна і зовнішні стіни, визначають обсяг інсоляції, а також кількість тепла, яке витікає через теплопровідні елементи будівлі.

- Кліматична зона: Географічне розташування будівлі визначає кліматичні умови, що впливають на теплові навантаження. Температурні коливання та вологість повітря впливають на необхідну потужність опалювальної системи.

- Усі ці параметри враховуються під час розрахунків теплового навантаження для визначення оптимальної потужності опалювальної системи та ефективності енергоспоживання будівлі.

В процесі визначення теплового навантаження для опалювальної системи важливо враховувати характеристики будинку, зокрема опір теплопередачі матеріалів, які використовуються для конструкції будинку.

Опір теплопередачі (R): Цей параметр є ключовим і визначає, наскільки ефективно будинок утримує тепло. Опір теплопередачі матеріалу обчислюється за формулою: $R=d/\lambda$, де d - товщина матеріалу, λ - теплопровідність матеріалу. Вищий опір вказує на менші тепловтрати.

Теплопровідність (λ): Це властивість матеріалу проводити тепло. Чим менша теплопровідність, тим краще матеріал утримує тепло.

Таким чином, вибір матеріалів для будівництва та їхніх товщин важливо впливають на ефективність теплоізоляції будинку. Розрахунок опору теплопередачі дозволяє точно визначити, наскільки будинок здатний утримувати тепло, і служить основою для подальших розрахунків теплового навантаження, зокрема втрат тепла через вікна, стіни, та інші конструкції.

Географічний пункт будівництва – м. Рівне. Кількість поверхів – 4.

Висота поверху (від підлоги до підлоги) - 3м.

Матеріал утеплювача огорожувальних конструкцій :

-утеплювач стіни – плити пінополістирольні густиною 35 кг/м³;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-утеплювач перекриття над підвалом і горищне перекриття – мати мінераловатні прошивні будівельні, 95 кг/м³;

Система опалення: водяна, двотрубна з нижнім розведенням.

Тип опалювальних приладів : радіатори сталеві, тепла підлога

Температурна зона будівництва – І зона

Тривалість опалювального періоду – 182 діб

Згідно з завданням приймаємо приймаєм теплове навантаження на ГВП 13 кВт, а також на підігрів води для басейну 10 кВт. Також, для первинного заповнення басейну потрібно 23 кВт.

Залежно від температурної зони експлуатації будинку для кожного виду зовнішнього огороження (зовнішня стіна, підвальне та горищне перекриття, вікна, входні двері, тощо) приймають за [13, зміна №1] мінімально допустимі значення опору теплопередачі, R_{qmin} , м²·К/Вт:

1. Зовнішні стіни: $R_{qminст} = 4,0$ м²·К/Вт

2. Перекриття опалювальних горищ (технічних поверхів): $R_{qminг.п} = 6,0$ м²·К/Вт

3. Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям $R_{qmin} = 5,0$ м²·К/Вт

Матеріал теплоізоляції підвального та горищного перекриттів – Мати мінераловатні прошивні будівельні, матеріал для утеплення стін – плити пінополістирольні .

Необхідну товщину шару утеплювача, м, визначають за формулою:

$$\delta_{ym} = \lambda_{ym} \times \left(R_{qmin} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right) \quad (2.1)$$

де λ_{ym} – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м·К);

R_{qmin} - мінімально допустиме значення опору теплопередачі даного огороження, м²·К/Вт; α_3 – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

огородження, [2, дод. Е], Вт/(м²·К); δ_i – товщина i -того шару огородження, м;

λ_{pi} – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності i -того шару огородження, Вт/(м·К);

α_s – коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні огородження, [13, дод.Е].

Значення обчислених товщин утеплювача наводимо в табл.2.5.

Таблиця 2.1 – Товщини утеплювача

Назва огородження	Товщина утеплювача $\delta_{ут}$, м.
Зовнішня стіна	0,09
Горищне перекриття	0,18
Підвальне перекриття	0,20

Знаючи товщину утеплювача, розраховуємо фактичний опір теплопередачі R_ϕ , який має бути більшим або рівним мінімально допустимому значенню для даного огородження, R_{qmin} , м²·К/Вт:

$$R_\phi = \frac{1}{\alpha_s} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}} + \frac{1}{\alpha_z} \quad (2.2)$$

i коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К):

$$R = \frac{1}{R_\phi} \quad (2.3)$$

2.2 Розрахунок проєктного теплового навантаження будівлі

Визначення теплових втрат в будівлі може бути здійснене за допомогою різних методів, але основні принципи зазначені у ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель". Цей стандарт передбачає використання методу, який базується на визначенні теплового

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

балансу будівлі. Основні етапи розрахунку теплових втрат можна сформулювати наступним чином:

- Вимірюємо площу зовнішніх стін, підлоги та перекриття в кожній кімнаті окремо. Визначаємо площу вікон та входних дверей.
- Розраховуємо теплові втрати через усі зовнішні огороження.

Дізнаємося, скільки теплової енергії витрачається на підігрів вентиляційного (інфільтраційного) повітря. Теплова потужність системи опалення залежить від тепловтрат будинку, які дорівнюють сумі розрахункових втрат тепла опалюваними приміщеннями Q , кВт.

До початку розрахунку на плані поверху нумеруємо усі приміщення, де будуть встановлені опалювальні прилади. Згідно ДБН п. 6.3.4. «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [14, п. 6.3.4.], теплове навантаження системи опалення слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 12831.

Проектне теплове навантаження всієї будівлі обчислюють за такою формулою:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i}, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де: $\sum \Phi_{T,i}$ – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через всі огороження будівлі, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт; $\sum \Phi_{V,i}$ – сума проектних вентиляційних втрат тепла, Вт; $\sum \Phi_{RH,i}$ – сума над- лишків теплової потужності, що необхідні для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення, Вт.

Згідно стандарту EN 12831 [6] розрахунок проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі визначаємо:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,ins} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.5)$$

де: $H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

простору (і) до навколишнього середовища (е) через оболонку будівлі, Вт/К; $H_{T,ie}$

– коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (і) до навколишнього середовища (е) через неопалювані простори (u), Вт/К; $H_{T,ij}$

– коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (і) до суміжного опалюваного простору (j) за різниці температур більше 3°C (тобто до суміжного опалюваного простору в тій самій частині будинку або в прилеглій частині будинку), Вт/К; $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (і), °C; θ_e – проектна зовнішня температура, °C.

Значення коефіцієнта втрат тепла $H_{T,ie}$ за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (і) до навколишнього середовища (е) залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відділяють опалюваний простір від зовнішнього середовища, таких як: стіни, підлоги, покриття, двері, вікна. Згідно зі стандартом EN 12831[15], також враховують вплив лінійних теплових мостів:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К} \quad (3.6)$$

де: A_k – площа елемента будинку (k), м²; U_k – коефіцієнт теплопередачі ого-родження (k) прирівнюємо до коефіцієнта теплопередачі, Вт/(м²·К) (див. п.2, табл..5); ψ_l – коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l), Вт/(м·К); l_l – довжина лінійного теплового мосту (l) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м; e_k , e_l – поправочні коефіцієнти на орієнтацію огороження з урахуванням впливів таких факторів, як тип ізоляції, абсорбція вологи елементами будівлі, швидкість вітру та температура повітря

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

(у випадку, якщо ці впливи не були враховані раніше при визначенні коефіцієнта U_k).

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ враховує втрати тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) за суттєвої різниці температур. У випадку розрахунку втрат тепла в суміжний опалюваний простір з нижчою температурою не враховують вплив теплових мостів. Суміжним опалюваним простором може бути сусіднє приміщення в тій самій квартирі або приміщення в іншій квартирі чи навіть у прилеглому будинку.

Коефіцієнт $H_{T,ij}$ обчислюють за таким виразом:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/К} \quad (3.7)$$

де: f_{ij} – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою суміжного опалюваного простору та проектною зовнішньою температурою, який визначають за виразом:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_j}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.8)$$

де: $\theta_{int,i}$ – проектна внутрішня температура опалюваного простору (i), °C; θ_j

– температура прилеглого опалюваного простору, °C; θ_e – проектна зовнішня температура, °C.

Розрахунок проектних вентиляційних втрат тепла опалюваного простору:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт} \quad (3.9)$$

де: $H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Мінімальна об'ємна витрата повітря, згідно з гігієнічними вимогами, надходить в опалюваний простір (i), може бути обчислена за таким виразом:

$$\dot{V}_{\min,i} = n_{\min} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (3.10)$$

де: $n_{\min}$ – мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год^{-1} , в курсовому проекті приймаємо $n_{\min} = 0,5 \text{ год}^{-1}$ [16, табл. 12]; V_i – об'єм опалюваного простору (i), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м^3 .

Запас теплової потужності для компенсації наслідків пониження продуктивності опалення визначається за виразом:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт} \quad (3.11)$$

де: A_i – внутрішня площа підлоги опалюваного простору (i), м^2 ; f_{RH} – питома надбавка нагрівання, $\text{Вт}/\text{м}^2$. У курсовому проекті приймаємо постійний тепловий режим, тому величину питомої надбавки приймаємо нулю. Обрахунок тепловтрат будинку проводимо в програмі Audytor OZC 6.11.

Провівши всі необхідні обчислення ми отримуємо витрати теплової енергії для всіх приміщень.

Підсумкове значення навантаження (табл. 2.2) на опалювальну систему приватного будинку площею 821 м^2 складатиме для цокольного поверху 13180 Вт , для першого поверху 12140 Вт , для другого поверху 7670 Вт , та для третього поверху 5190 Вт , що в сумі складає 38180 Вт або $38,1 \text{ кВт}$. Додавимо 13 кВт на обігрів басейну та 10 кВт на ГВП. В сумі маємо $61,1 \text{ кВт}$.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Загальні теплові навантаження кімнат

№ кімнати	Тип кімнати	Теплове навантаження, Вт.
1	Мамак	1575
2	Сауна	900
3	Санвузол	700
4	Котельня	5
5	Тех. Приміщення	600
6	Басейн, тренажерна, коридор	9400
7	Гараж	2600
9	Технічне приміщення кухня	1400
10	Кімната - санвузол	1100
11	Санвузол	800
12	Кухня	740
13	Вітальня	4000
14	Гостьова спальня	1500
15	Гардеробна	1050
17	Санвузол	700
18	Санвузол	800
19	Майстер – спальня - гардероб	1620
20	Спальня - гардеробна	1800
21	Спальня дитяча - гардеробна	1950
23	Коридор	800
24	Кабінет	1500
25	Ігрова	2040
26	Майстерня	1650
	Сума	38180

2.3 Розрахунок підлогової та радіаторної систем опалення будинку

В проекті поєднано підлогове опалення та радіаторне. Ці два типи опалення доповнюють один одного, для забезпечення ідеального оптимального комфорту та енергоефективності. Критеріями вибору кімнат в яких буде встановлено радіатори слугували : розмір, теплові потреби. Менші кімнати у яких обмежений доступ до підлоги, та кімнати в яких необхідно

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

використовувати високу температуру були оснащені радіаторами, а саме :
мамак, санвузли, басейн, вітальня, ігрова, та спальні кімнати. Для обігріву
використовувались радіатори різних типів. В якості провідника теплоносія
було використано поліетиленові зшиті трубопроводи $d_n = 16 \times 2$, для теплої
підлоги, $d_n = 16 \times 2,2$, для радіаторів, та $d_n = 32 \times 3$, для ГВП.

Таблиця 2.3 – Теплове навантаження підлогового опалення цокольного
поверху

Тип приміщення	Температура приміщення $t^{\circ}\text{C}$	Теплове навантаження Вт	крок вкладання T_u , м.	площа теплої підлоги А, м.
Мамак	21	1575	-	-
Сауна	21	900	0,1 0,1	6,5 6,4
Санвузол	24	595	0,1 0,2	8,8 2,0
Котельня	18	5	0,2	18,8
Тех.прим.	16	600	0,15	11,8
Басейн, тренажерні, коридор	24	574	0,1	7,8
		574	0,15	8,3
		574	0,1	7,2
		574	0,1	6,2
		574	0,1	5,9
		574	0,1	8,2
		574	0,15	9,4
		574	0,15	9,3
		574	0,15	15,6

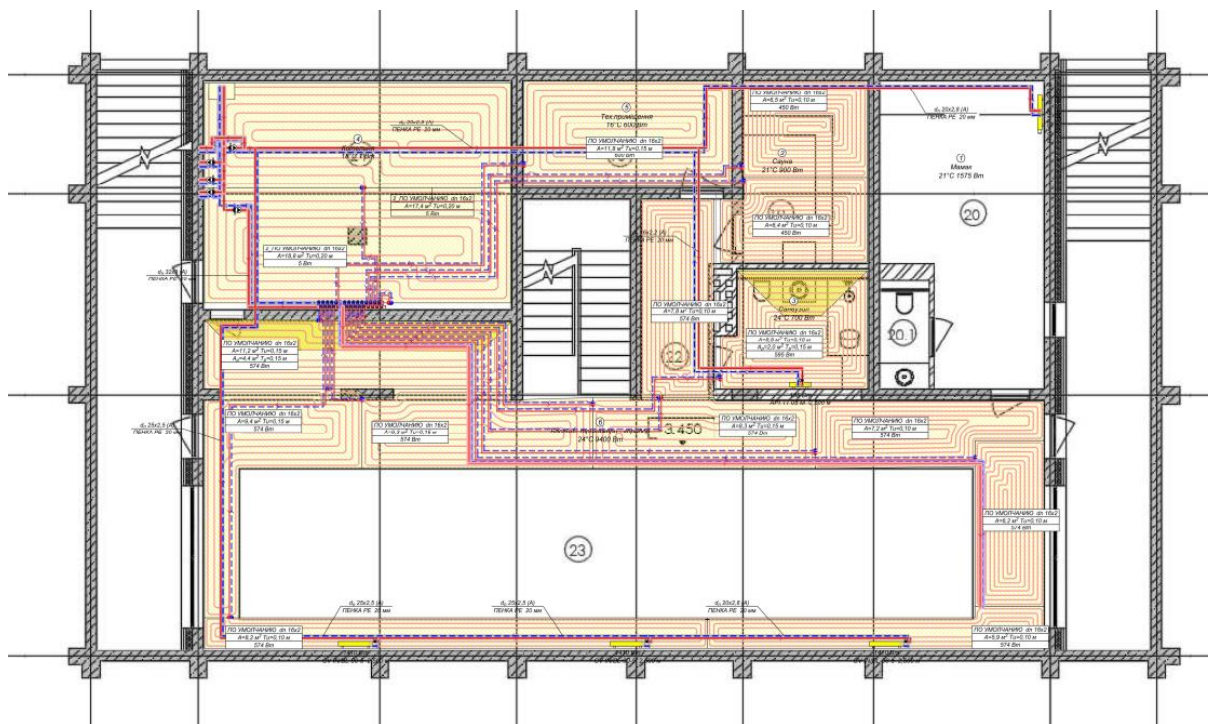


Рис.2.1 – План цокольного поверху

Таблиця 2.4 – Теплове навантаження підлогового опалення першого поверху

Тип приміщення	Температура приміщення t°C	Теплове навантаження Вт	крок вкладки T _u , м.	площа теплої підлоги A, м.
Гараж	18	867	0,2	15,7
		867	0,2	14,8
		867	0,2	17,1
Гардеробна	21	525	0,15	7,7
			0,1	2,9
		525	0,15	7,9
Коридор	20	350	0,1	4,9
Санвузол	24	680	0,1	12,5
			0,15	6,8
Гостьова спальня	21	500	0,15	11,0
			0,1	5,5
		500	0,15	11,0
			0,1	3,1

Вітальня	21	450	0,1	8,2
		450	0,1	6,9
		450	0,1	7,7
		450	0,1	7,7
		450	0,15	8,5
		450	0,15	8,5
Кухня	20	740	0,1	11,4
			0,15	6,2
Технічне приміщення кухня	21	467	0,1	6,7
		467	0,15	1,8
		467	0,1	7,1
Кімната - Санвузол	21	220	0,15	6,5
		220	0,1	6,1
		220	0,1	6,2

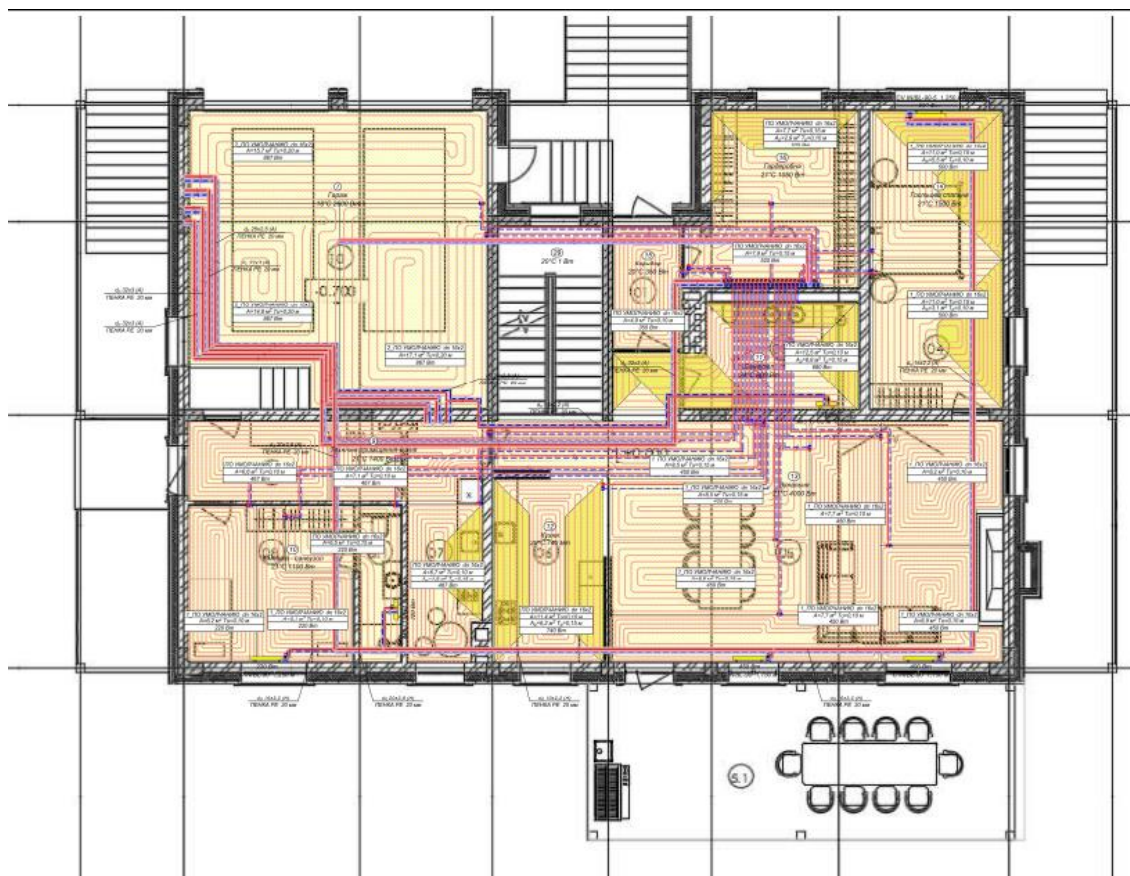


Рис.2.2 – План першого поверху

					Арк.
					38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР

Таблиця 2.5 - Теплове навантаження підлогового опалення другого поверху

Тип приміщення	Температура приміщення t°С	Теплове навантаження Вт	крок вкладання T _у , м.	площа теплої підлоги А, м.
Санвузол	24	560	0,1 0,15	8,0 0,9
Коридор	20	800	0,15	12,6
Санвузол	24	640	0,1 0,1	10,3 4,2
Майсер – спальня - гардеробна	21	405	0,1	8,6
		405	0,1	8,3
			0,15	1,4
		405	0,1	7,9
Спальня - гардеробна	21		0,15	2,6
		600	0,1	9,4
		600	0,1	9,2
		600	0,1	9,0
Спальня дитяча - гардеробна	21		0,15	3,1
		650	0,1	10,2
			0,15	1,7
		650	0,1	10,3
			0,15	1,0
		650	0,1	10,6
			0,15	1,5

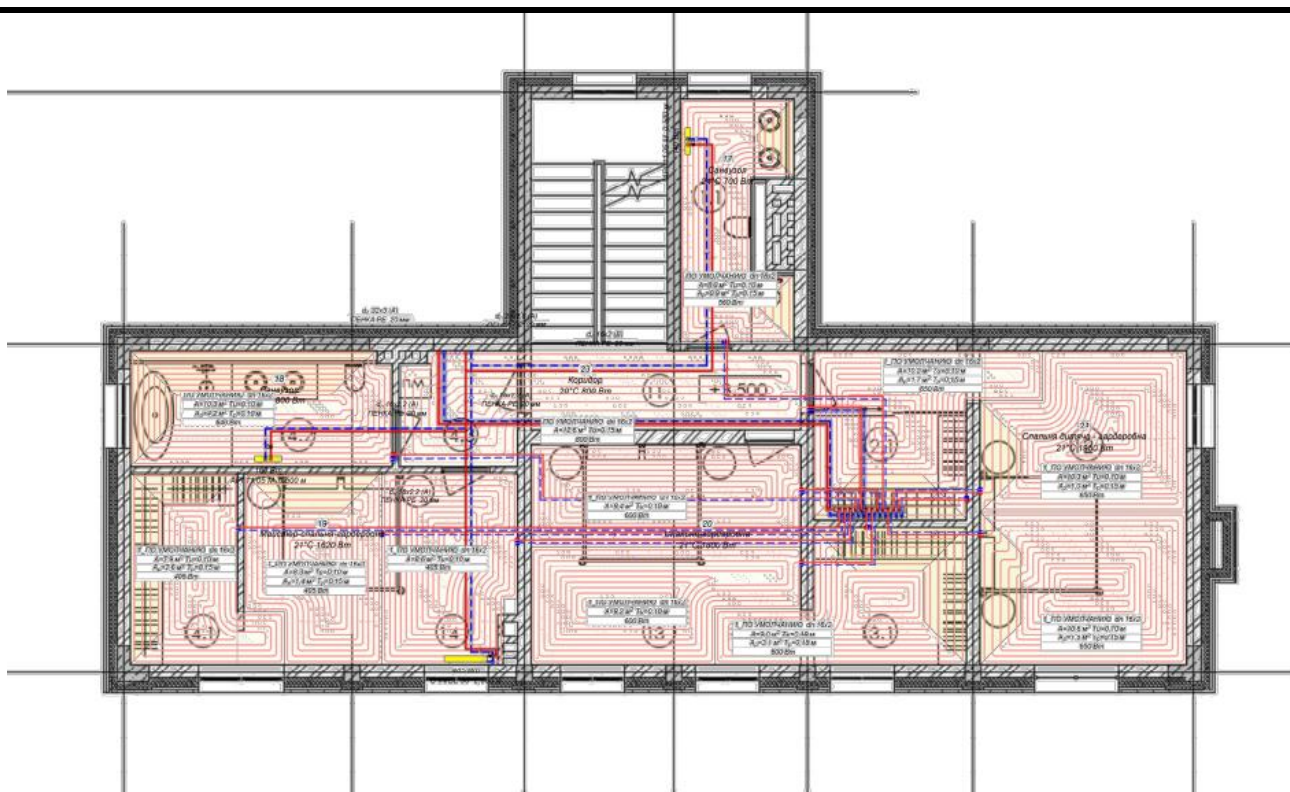


Рис.2.3 – План другого поверху

Таблиця 2.6 - Теплове навантаження підлогового опалення третього поверху

Тип приміщення	Температура приміщення $t^{\circ}\text{C}$	Теплове навантаження Вт	крок вкладання $T_u, \text{м.}$	площа теплої підлоги $A, \text{м.}$
Ігрова	25	340	0,15	8,7
		340	0,15	7,7
		340	0,15	7,7
		340	0,15	7,6
		340	0,15	7,9
Майстерня	21	536	0,1	9,3
		536	0,1	8,0
Кабінет	21	375	0,1	7,7
		375	0,1	8,0
		375	0,1	8,5



Таблиця 2.7 - Теплове навантаження радіаторів

Поверх	Тип приміщення	Температура приміщення t°C	Теплове навантаження Вт
Цокольний	Санвузол	24	105
	Басейн	24	4234
Перший			
	Гостьова Спальня	21	500
	Санвузол	24	120
	Вітальня	21	850
	Кімната - санвузол	21	440

Другий	Санвузол	24	140
	Майстер – спальня - гардеробна	21	405
	Санвузол	24	160
Третій	Ігрова	21	680
	Кабінет	21	375

Висновок до другого розділу

Провівши всі необхідні обчислення ми отримуємо витрати теплової енергії для всіх приміщень. Підсумкове значення навантаження на опалювальну систему приватного будинку площею 821 м² складатиме для цокольного поверху 13180 Вт, для першого поверху 12140 Вт, для другого поверху 7670 Вт, та для третього поверху 5190 Вт, що в сумі складає 38180 Вт або 38.1 кВт. Додаємо 13 кВт на обігрів басейну та 10 кВт на ГВП. В сумі маємо 61,1 кВт. Визначені значення теплового навантаження для підлогової та радіаторної систем опалення.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

РОЗДІЛ 3. КОМБІНОВАНА СХЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З БАСЕЙНОМ

3.1 Багатовалентна схема теплопостачання з застосуванням конденсаційного котла та теплового насосу «повітря-вода»

Оскільки розрахункова теплова потужність становить 61,1 кВт, було прийнято рішення розподілити теплову енергію між різними джерелами. На рис. 3.1. видно, що навантаження на систему опалення та гаряче водопостачання розподілено між газовим котлом та тепловим насосом "повітря-вода". Газовий котел буде відповідати за більшу частину - 52 кВт, тоді як тепловий насос "повітря-вода" буде мати 12,2 кВт.

Температурний режим для системи опалення прийнято з параметрами теплоносія 80-60 °С та перепадом температури $t = 20$. Для системи гарячого водопостачання прийнята температура 60 °С.

При розрахунках враховано економічно-технічні показники газового котла, а саме витрату газу на 1м² опалювального приміщення. Данні котла вказані нижче в Таблиця 4.2 – Технічні характеристики газового котла Vaillant ecoTEC plus VU 656/5-5

Тепловий насос, який працює на спільне опалення та гаряче водопостачання, обраний типу "повітря-вода" через його простий монтаж та високий коефіцієнт перетворення (COP).

Нижче приведена схема застосування у приватному будинку. На ній детально видно всі елементи, котрі застосовуються в даному поєднанні. Всі компоненти були підібрані із оптимальним економічним застосуванням, ціна– якість, та технічними характеристиками, для забезпечення потреб будинку.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

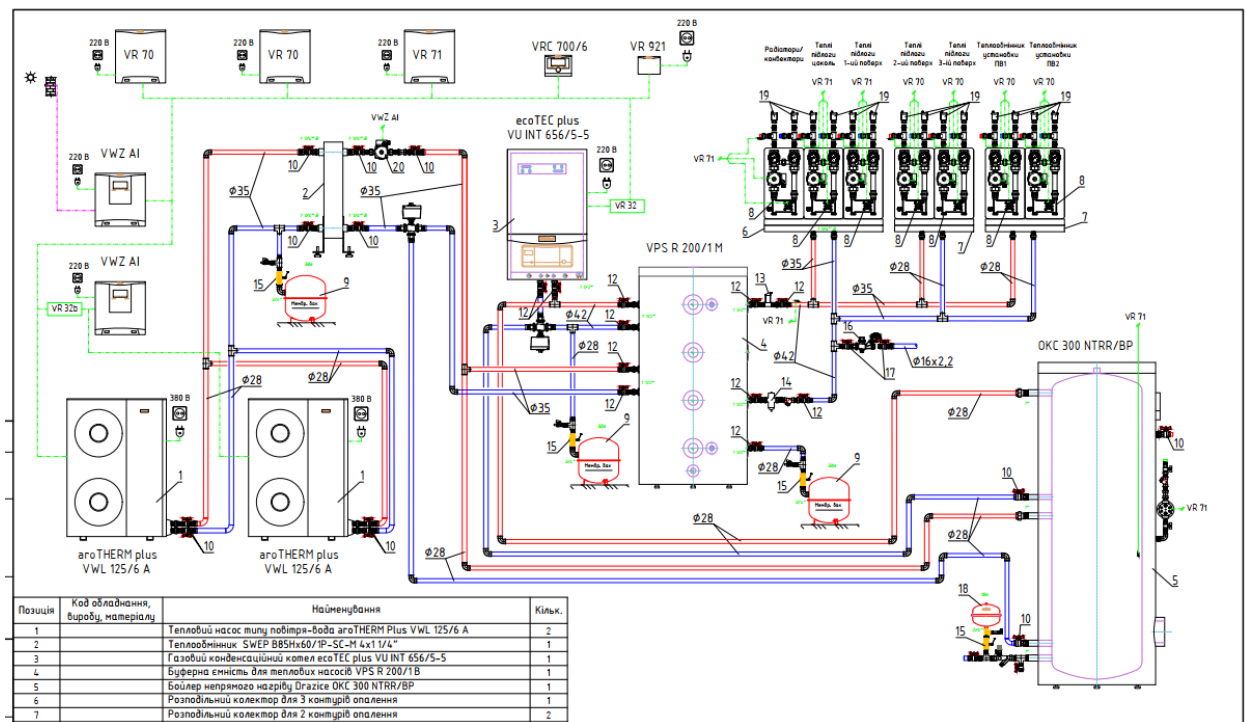


Рис. 3.1. – Схема котельні

1. Тепловий насос типу повітря-вода aroTHERM Plus VWL 125/6 A 2
2. Теплообмінник SWEP B85Hx60/1P-SC-M 4x1 1/4" 1
3. Газовий конденсаційний котел ecoTEC plus VU INT 656/5-5 1
4. Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1 B 1
5. Бойлер непрямого нагріву Drazice OKC 300 NTRR/BP 1
6. Розподільний колектор для 3 контурів опалення 1
7. Розподільний колектор для 2 контурів опалення 2
8. VDM 25 M Насосна група для регульов. контуру опалення 7
9. Розширювальний бак Reflex NG 50, 6 bar 3
10. 0980100S Кран з "Американкою" 1" з прокладкою 13
11. Зворотний клапан 1" 2
12. Кран з "Американкою" 1 1/2" з прокладкою 11
13. Форсований сепаратор повітря XStream Vent, BP 1 1/4", Flamco 1
14. Форсований сепаратор бруду XStream Clean, BP 1 1/4", Flamco 1
15. Клапан для підключ. розширювального бака Afriso 3/4"x3/4" 4

16. Арматура для наповнення 1/2" FAM 1
17. Кран з "Американкою" 1/2" з прокладкою 2
18. Розширювальний бак Refix DE 18 1
19. Автоматичн. повітрявідвідник Flamco Flexvent 1/2" 14
20. Циркуляційний насос Yonos MAXO 25/0,5-7 PN 10 1

3.2 Підбір теплового насоса «повітря-вода»

Тепловий насос «повітря-вода» підбирають за тепловим навантаженням ($Q_H = 36$ кВт), прийнято тепловий насос фірми Vaillant (табл.4.1) з мінімальною тепловою потужністю в режимі опалення 5,4 кВт



Рис.3.2. – Тепловий насос Vaillant «повітря-вода»

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

**Таблиця 3.1. – Технічні характеристики теплового насоса Vaillant типу
«повітря-вода»**

Фірма виробник	Vaillant
Країна виробник	Німеччинна
Тип теплового насоса	Повітря - вода
Теплова потужність	12.2 (кВт)
Холодопродуктивність	7.8 (кВт)
Споживання електроенергії	1,57 (кВт)
COP (коефіцієнт перетворення)	2,7
Режим роботи	Нагрів/охолодження
Максимальна температура подачі теплоносія	75,0 (°C)
Мінімальна температура довілля	-20,0 (°C)
Максимальна температура довілля	43,0 (°C)
Рівень шуму	58,0 (дБ)
Напруга	230-400 (В)

3.3 Розрахунок та підбір газового котла

При розрахунку враховується вартість 1 м³ газу для населення, який становить – 7,96 грн/м³

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

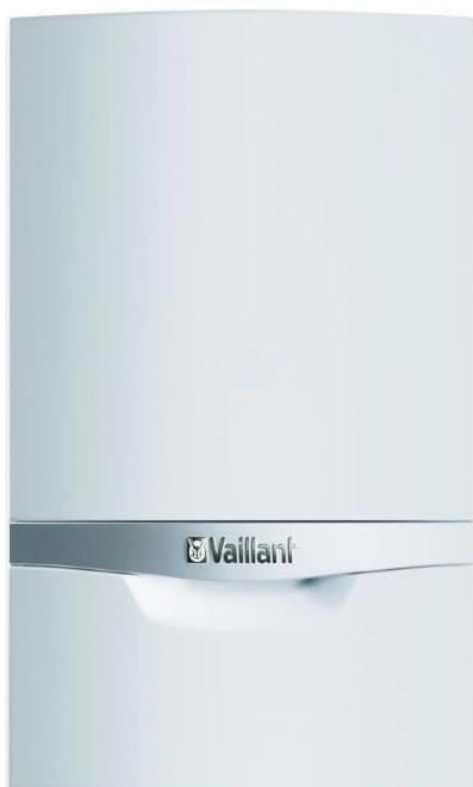


Рис.3.2. – Газовий котел Vaillant ecoTEC plus VU 656/5-5

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики газового котла Vaillant ecoTEC plus VU 656/5-5

Виробник	Vaillant
Країна виробник	Німеччина
Мінімальна потужність	12.2 (кВт)
Теплоносій	Вода
Витрата газу, м ³ /год	1.19 - 6.32
Тиск газу на вході в котел	13,0 (мбар)
Матеріал теплообмінника	Нержавіюча сталь
Корисна потужність кВт	63.5 кВт

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ККД	108%
Об'єм розширювального бака	10.0 (л)

Висновок до третього розділу

В даному розділі ми взяли номінальні характеристики компенсаційного котла та теплового насоса. Оцінили їхні цінові характеристики, та зупинились на схемі котельні де використовуються дані прилади для опалення приватного будинку з басейном.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА БАГАТОВАЛЕНТНОЇ СХЕМИ ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

4.1 Розрахунок техніко – економічних показників багатовалентної схеми газового котла та теплового насоса «повітря-вода»

При розрахунку комплексної схеми джерел теплової енергії, що включає газовий котел та тепловий насос "повітря-вода", враховані наступні параметри: капітальні витрати (див. табл. 4.1), експлуатаційні витрати, витрати на опалення та гаряче водопостачання, а також витрати в опалювальний і неопалювальний періоди.

Таблиця 4.1. – Капітальні витрати для схеми з застосуванням газового котла, теплового насоса «повітря-вода» та сонячних колекторів

Найменування обладнання	Вартість, грн.
Тепловий насос типу повітря-вода aroTHERM Plus VWL 125/6 A 12,2 кВт	530 000 грн.
Теплообмінник SWEP B85Hx60/1P-SC-M 4x1 1/4"	23 300 грн.
Газовий конденсаційний котел ecoTEC plus VU INT 656/5-5	130 000 грн.
Буферна ємність для теплових насосів VPS R 200/1 B 200 л.	40 000 грн.
Бойлер непрямого нагріву Drazice OKC 300 NTRR/BP 300 л.	36 000 грн.
VDM 25 M Насосна група для регульов. контуру опалення	22 100 грн.
Форсований сепаратор повітря XStream Vent, BP 1 1/4", Flamco	13 000 грн.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Продовження табл. 4.1.

Форсований сепаратор бруду XStream Clean, ВР 1 1/4", Flamco	11 000 грн.
Циркуляційний насос Yonos MAXO 25/0,5-7 PN 10	20 500 грн.
Розподільний колектор для 2 контурів опалення	5 200грн/шт.×2 шт.=10 400грн.
Розподільний колектор для 3 контурів опалення	6000 грн.
Інше обладнання	15 000 грн.
Монтаж обладнання	60 000 грн.
Разом	917 300

Експлуатаційні витрати при влаштуванні газового котла становлять:

Витрата газу становить:

$$V_{\text{газу}} = V_{\text{год}} \cdot S \cdot n_{\text{оп}}, \text{м}^3/\text{оп. сезон} \quad (5.1)$$

де $V_{\text{год}}$ – витрата 1 м³ газу на 1 м² опалюваної площі, витрата газу 4,84 м³;

S – опалювальна площа будинку, ($S=921$ м²);

$n_{\text{оп}}$ – тривалість опалювального періоду, 6 місяців.

$$V_{\text{газу}} = 4,2 \cdot 921 \cdot 6 = 23209 \text{ м}^3/\text{оп.сезон}$$

Вартість становить:

$$B_{\text{газу}} = V_{\text{газу}} \cdot T_{\text{н}}, \text{грн/оп. сезон} \quad (5.2)$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_n - тариф газу для населення, 7,96 грн/м³

$$B_{\text{газу}} = 23209 \cdot 7,96 = 184743 \text{ грн/оп.сезон}$$

Робота автоматики:

$$P_{\text{ав}} = E_{\text{ав}} \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{год/оп. сезон} \quad (5.3)$$

де $E_{\text{ав}}$ - потреба в електроенергії для мотора шнека, кВт·год.

$$P_{\text{ав}} = 1,2 \cdot 18 \cdot 182 = 3931 \text{ кВт/оп.сезон}$$

Вартість становить:

$$B_{\text{ав}} = 3931 \cdot 1,42 = 5582 \text{ грн/оп.сезон}$$

Амортизація обладнання становить:

$$A = KB \cdot 12\%, \text{ грн/рік} \quad (5.4)$$

де KB – капітальні витрати на влаштування обладнання, грн..

$$A = 130000 \cdot 12\% = 15600 \text{ грн/рік}$$

Витрати на поточний ремонт становлять:

$$P = KB \cdot 1\%, \text{ грн/рік} \quad (5.5)$$

$$P = 200000 \cdot 1\% = 1300 \text{ грн/рік}$$

РАЗОМ ЗА РІК : $184743 + 5582 + 15600 + 1300 = 41225$ грн/рік.

Експлуатаційні витрати при влаштуванні теплового насоса «повітря-вода» складуть:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потреба в електроенергії теплового насоса на опалення становить:

$$E_{\text{тноп}} = E_{\text{п.тн}} \cdot T \cdot n, \text{кВт/оп. сезон}$$

(5.6.)

де $E_{\text{тноп}}$ - потреба в електроенергії для ТН, кВт/оп.сезон;

$E_{\text{п.тн}}$ – електрична потужність ТН, кВт/год;

T – тривалість роботи ТН, (прийнято 18 годин);

n – тривалість опалювального періоду, 182 доби [12, табл.2].

$$E_{\text{тноп}} = 12,2 \cdot 18 \cdot 182 = 39967, \text{кВт/оп.сезон}$$

при $\text{COP} = 2,7$ витрата електроенергії складе:

$$E_{\text{ТН}} = \frac{e_{\text{ТН}}}{\text{COP}}, \text{кВт/оп. сезон}$$

(5.7)

де $E_{\text{ТН}}$ – витрата ТН в електроенергії, кВт·год/оп.сезон;

$e_{\text{ТН}}$ – потреба в електроенергії теплового насоса на опалення, кВт/оп.сезон;

COP – коефіцієнт перетворення, дорівнює 2,7

$$E_{\text{ТН}} = \frac{39967}{2,7} = 14802 \text{ кВт/оп.сезон.}$$

Вартість становить:

$$B_{\text{еТН}} = E_{\text{ТН}} \cdot T_{\text{н}}, \text{грн/оп. сезон}$$

(5.8)

де $B_{\text{еТН}}$ - вартість електроенергії для ТН, ;

$T_{\text{н}}$ – тариф в електроенергії для населення при споживанні більше 100 кВт, грн./кВт

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$B_{\epsilon TH} = 14802 \cdot 1,68 = 24867 \text{ грн/оп.сезон}$$

Електроенергія в неопалювальний сезон становить:

$$E_{TH_{ГВП}} = e_{TH} \cdot t_{p.гвп} \cdot T_p, \text{ кВт/рік} \quad (5.9)$$

де $E_{TH_{ГВП}}$ – витрата ТН в електроенергії, кВт/рік;

e_{TH} – потреба в електроенергії теплового насоса на ГВП, кВт/год;

T_p – тривалість неопалювально періоду, дорівнює 183 днів;

$t_{p.гвп}$ – тривалість роботи ТН, для потреб ГВП, год/добу.

$$E_{TH_{ГВП}} = 12,2 \cdot 12 \cdot 183 = 26791 \text{ кВт/рік}$$

При COP = 2.7 витрата електроенергії за формулою 5.7 складе:

$$E_{TH} = \frac{26791}{2,7} = 9922 \text{ кВт/оп.сезон.}$$

Вартість за формулою 5.8 становить:

$$B_{\epsilon TH} = 9922 \cdot 1,68 = 16668 \text{ грн/оп.сезон}$$

Амортизація обладнання за формулою 5.4 становить:

$$A = 530000 \cdot 12\% = 63600 \text{ грн/рік}$$

Витрати на поточний ремонт за формулою 5.5 становлять:

$$P = 530000 \cdot 1\% = 5300 \text{ грн/рік}$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РАЗОМ ЗА РІК : $24867 + 16668 + 63600 + 5300 = 110435$ грн/рік.

Період окупності визначають за формулою:

$$ПО = KB / (EB_{Б.В.} - EB_i) \quad (5.28)$$

де: KB – капітальні витрати;

$EB_{Б.В.}$ - експлуатаційні витрати базового варіанту джерела теплопостачання;

EB_i - експлуатаційні витрати кожного з джерел теплопостачання

Період окупності для комбінованої схеми з використанням газового котла та теплового насоса «повітря-вода» :

$$ПО = 660000 / (110435 - 41225) = 9,53 \text{ р}$$

Також порахуємо амортизацію на все обладнання : $63600 + 15600 = 79\,200$ грн/рік

Висновок до четвертого розділу

В даному розділі ми проводили економічні розрахунки. Тепер ми знаємо, яку суму нам потрібно для даної теплової схеми. Ми прорахували амортизацію, яка становить 79 200 грн/рік для газового конденсаційного котла та теплового насоса «повітря – вода». Ми прорахували окупність нашої схеми, що становить 9,53 роки. Склали таблицю цін на обладнання, яке потрібне для схеми.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Організація та управління охороною праці на підприємстві Права та обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці

Кожен керівник зобов'язаний створити відповідні умови праці в кожному структурному підрозділі та на робочому місці відповідно до вимог нормативних актів і гарантувати дотримання прав працівників, які закріплені в законодавстві про охорону праці.

З цією метою власник забезпечує ефективне функціонування системи управління охороною праці, здійснюючи наступні дії:

Створює відповідні служби та призначає посадових осіб, які вирішують конкретні питання з охорони праці. Затверджує їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій.

Розробляє комплексні заходи з досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, використовує досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, дотримується вимог ергономіки та впроваджує позитивний досвід в охороні праці.

Забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків та професійних захворювань, виконує профілактичні заходи, визначені комісіями після розслідування цих причин.

Організовує проведення лабораторних досліджень умов праці та атестації робочих місць на відповідність нормативам з охорони праці в строк і порядку, встановлених законодавством. Контролює виконання заходів щодо усунення небезпечних та шкідливих для здоров'я виробничих факторів.

Обов'язки, права та відповідальність посадових осіб за виконання покладених на них функцій з питань охорони праці повинні бути чітко визначені у посадових інструкціях, форма яких розроблена

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Держнаглядохоронпраці та узгоджена з Державним комітетом по стандартизації, метрології та сертифікації, а також Головним архівним управлінням при Кабінеті Міністрів України.

У рамках цих заходів посадова особа зобов'язана:

Знати та дотримуватися вимог нормативних актів з охорони праці, а також правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використовувати засоби колективного та індивідуального захисту;

Виконувати зобов'язання щодо охорони праці, визначені колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

Проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

Співпрацювати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто застосовувати заходи щодо усунення будь-якої виробничої ситуації.

Види інструктажів

За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж провадиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на постійну чи тимчасову роботу, а також з працівниками, які перебувають у відрядженні на підприємстві і беруть безпосередню участь у виробничому процесі.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи з працівником, новоприйнятим на підприємство.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах з підвищеною небезпекою один раз у квартал, на інших роботах — один раз на півріччя.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Позаплановий інструктаж проводиться при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, внесенні змін та доповнень до них, а також при зміні технологічного процесу, зміні або модернізації устаткування. Також цей інструктаж проводиться при порушенні працівником нормативних актів про охорону праці.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками при виконанні разових робіт, не пов'язаних з їх безпосередніми обов'язками за фахом (навантаження, розвантаження, разові роботи за межами підприємства тощо).

Відповідальність роботодавця та працівника щодо порушення вимог з охорони праці.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці та створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, винні особи можуть бути притягнуті до різних видів відповідальності згідно із законом.

Дисциплінарна відповідальність, регульована Кодексом законів про працю, включає покарання у вигляді догани та можливість звільнення.

Адміністративна відповідальність, регульована Кодексом про адміністративні правопорушення, може передбачати накладення штрафів у розмірі від 2 до 14 неоподаткованих мінімумів доходів громадян на службових осіб або громадян-власників.

Матеріальна відповідальність передбачає відшкодування збитків, завданих підприємству працівником або завданих підприємством працівникам (або членам їх сімей) в результаті нещасного випадку або професійного захворювання.

Кримінальна відповідальність може бути застосована до посадових осіб підприємств або громадян - суб'єктів підприємницької діяльності, винних у порушенні вимог законодавства про охорону праці. Штрафи

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можуть становити до 50 неоподаткованих мінімумів доходів громадян, а також може бути нараховано виправні роботи на термін до 2 років. У випадках, коли порушення призводить до загибелі людей, посадові особи можуть бути позбавлені волі на термін до 7 років.

Соціальне страхування працівників

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що може призвести до втрати працездатності.

Поширення соціального страхування на працівників є нормою відповідно до законодавства. Всі працівники мають обов'язок участь у загальнообов'язковому державному соціальному страхуванні.

Право громадян на державне соціальне страхування базується на ст. 46 Конституції України та Основах законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, затверджених 14 січня 1998 року. Соціальне страхування поширюється на всіх працівників різних видів підприємств і організацій, незалежно від характеру трудових відносин, соціального стану і інших обставин. Працівники зобов'язані сплачувати страхові внески для участі в системі соціального страхування.

Щодо безпеки праці в системі опалення житлового будинку, виконання таких робіт, як електрозварювальні, газополум'яні, наплавочні і паяльні роботи, контроль за зварювальними з'єднаннями, обслуговування агрегатів і котлів, роботи, пов'язані з обслуговуванням, експлуатацією та ремонтом компресорних та холодильних установок, вимагають високого рівня обізнаності та дотримання відповідних заходів з безпеки для запобігання нещасних випадків та забезпечення безпечних умов праці.

- Випробування та обслуговування парових і водогрійних котлів, економайзерів, паропроводів, трубопроводів гарячої води,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пароперегрівників, теплообмінників, тепломеханічного устаткування, посудин, що працюють під тиском.

Підставою для страхових виплат є акт «Н1»

Виплати надають:

1. Підприємство%

- допомога при тимчасовій непрацездатності;
- виплата у разі переведення на простішу роботу;
- виплати у разі смерті.

2. Пенсійний фонд:

- пенсія по інвалідності, її розмір залежить від зарплати, страхового стажу, та групи інвалідності, та не повинна перевищувати середній заробіток;
- у разі загибелі працівника, виплачується членам сім'ї, які мають на це право.

3. Виплати дотаційного фонду соціального страхування від надзвичайних випадків:

- одноразова та щомісячна соціальна виплата до повернення працездатності;
- компенсація на медичну та соціальну допомогу;
- щомісячні виплати під час реабілітації;
- одноразова виплата сім'ї та утриманцям у разі смерті потерпілого, у розмірі 100 мінімальних заробітних плат, 30 мінімальних на кожного утриманця, окрім того оплачується лист непрацездатності.

4. Фонд із тимчасової втрати працездатності%

Виплачується за медичним листом лікаря. Також цей фонд виплачує кошти у разі не виробничого травматизму, або виробничого травматизму не пов'язаного із виробництвом.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

5.1.1 Виробнича санітарія

Мікроклімат приміщень житлового будинку

Мікроклімат у житлових будівлях формують наступні параметри:

- температура повітря;
- вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність інфрачервоного випромінювання.

Розрізняють такі види мікроклімату:

1. Нагріваючий - це мікроклімат, який може призвести до перегрівання організму
2. Охолоджуючий - це мікроклімат, який може призвести до переохолодження організму
3. Оптимальний - це мікроклімат, який при тривалому систематичному впливі забезпечує нормальне почуття комфорту .
4. Допустимий - це мікроклімат, який при тривалому і систематичному впливі може викликати скороминучі зміни теплового стану організму, що супроводжуються дискомфорними тепловими відчуттями.
5. Гранично-допустимий - це мікроклімат, який при тривалому і систематичному впливі може привести до стійких змін теплового стану організму.

При оцінці мікрокліматичних умов житла, ключове значення має його температурний режим. У зимовий період оптимальна температура в приміщенні повинна становити 18-19 °С (для помірного поясу) і 17-18 °С (для жаркого). Відносна вологість повітря при температурі 18-20 °С повинна знаходитися в межах 40-60%. Третій компонент мікроклімату - швидкість руху повітря в зимовий період не повинна перевищувати 0,2-0,3 м/с.

Для регулювання та нормалізації мікроклімату в тепловому пункті використовується ECL Comfort 310 – це електронний регулятор для

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

контролю температури в системах централізованого тепло- та холодопостачання.

Загалом, вимоги до мікроклімату в житлових приміщеннях націлені на забезпечення комфортних умов для людини, яка перебуває в приміщенні тривалий час, вдягнена в легкий одяг і взуття та знаходиться в малорухливому стані. Мета - уникнення неприємних відчуттів охолодження чи перегрівання.

5.1.2 Заходи з пожежної безпеки

Класифікація будівель за ступенями вогнестійкості

Житловий будинок згідно класифікації відноситься до 3 класу. За СНиП 2.01.02-85 Пожежні норми житлові будівлі 3 класу повинні бути запроектовані по довговічності і стійкості основних конструкцій не нижче 3 ступеня вогнестійкості. Необхідні границі займистості і мінімальні межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій (в годинах) наведені в табл. 6.1.

Таблиця 5.1 – Класифікація будівель за ступенями вогнестійкості

Ступінь вогнестійкості будинку	Основні будівельні конструкції			
	Несучі стіни і стіни сходових клітин	Сходові площадки і марші в сходових клітках	Внутрішні несучі стіни та перегородки	Конструкції міжповерхових і горищних перекриттів
	Вогнетривкі 2	Вогнетривкі 1	Вогнетривкі 1	Вогнетривкі 0,75

Завданням на проектування передбачені стіни цегляні ефективної кладки, перекриття та сходи - залізобетонні, перегородки - гіпсобетонні. Фактичні групи займистості і ступінь вогнестійкості основних конструкцій житлового будинку наведені в таблиці 6.2

Таблиця 5.2 – Фактичні групи займистості і ступінь вогнестійкості основних конструкцій житлового будинку

Стіни із звичайної глиняної цегли $\delta \geq 380$ мм	Сходові площадки і марші зі збірного залізобетону	Гіпсобетонні перегородки товщина > 3 см	Залізобетонні збірні плити (арматура зі сталі класів А-I; А-II; А-IV)
Вогнетривкі 1,1	Вогнетривкі 1,1	Вогнетривкі 2,2	Вогнетривкі 0,9

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Розглянемо декілька надзвичайних ситуацій у табличній формі, таблиця 6.3

Таблиця 6.3 – Надзвичайні ситуації

Код	Назва
10213	НС унаслідок пожежі, вибуху у будівлі або споруді житлової призначеності
10640	НС унаслідок руйнування будівлі чи споруди житлової призначеності
20321	НС, пов'язана з дуже сильним морозом (температура повітря мінус 30° С і нижче)
30400	УСТАНОВЛЕННЯ ВИБУХОВОГО ПРИСТРОЮ У БАГАТОЛЮДНОМУ МІСЦІ, УСТАНОВІ (ОРГАНІЗАЦІЇ, ПІДПРИЄМСТВІ), ЖИТЛОВОМУ СЕКТОРІ, ТРАНСПОРТІ

Основними надзвичайними ситуаціями, які можуть виникнути на нашому об'єкті, є надзвичайні ситуації, спричинені пожежею або вибухом у будівлі або споруді житлової призначеності.

У разі виникнення пожежі, яка є надзвичайною ситуацією об'єктового рівня, застосовується Державний класифікатор надзвичайних ситуацій (ДКНС), де пожежі та вибухи у будівлях та спорудах громадського призначення мають код 10213.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Основні дії людей та персоналу при пожежі включають у себе:

Негайне повідомлення пожежної охорони, передаючи точну адресу та характер об'єкта пожежі.

Зустріч пожежної охорони та надання їм необхідної інформації.

Виклик пожежної команди при будь-якому прояві диму в будівлі, навіть якщо небезпека пожежі знаходиться в недоступному для огляду місці, або якщо причина диму невідома.

Важливо враховувати, що швидке реагування та виклик пожежної команди сприяють більш успішній локалізації пожежі та зменшенню можливих збитків.

Для безпеки в разі пожежі слід дотримуватися таких порад:

Якщо поруч знаходяться дорослі, відразу викликайте їх на допомогу, особливо якщо ви є дитиною.

Не використовуйте воду для гасіння палаючих електроприладів та електропроводки під напругою, оскільки це небезпечно для життя.

Якщо ви усвідомлюєте, що не можете самотійно впоратися з вогнем, і пожежа стає загрозливою, терміново залиште приміщення.

Ніколи не ховайтеся в задимленому приміщенні.

Якщо ви помітили пожежу досить пізно і наявних вогнегасних засобів недостатньо, намагайтеся затримати розповсюдження вогню. Закрийте двері і вікна, вимкніть газ та електроенергію. Дихайте через мокру тканину в разі нагнітання диму і рухайтесь ближче до підлоги, де менше диму. Дбайте про дітей, які можуть сховатися в затишних місцях.

Перш ніж відкривати зачинені двері у палаючому будинку, торкніться їх зворотною стороною долоні, щоб визначити температуру. Не відчиняйте двері, якщо вони гарячі. Допоможіть евакуювати людей з будинку та не намагайтеся витягти з собою цінні речі.

Вибирайте найбезпечніший шлях евакуації і утримуйте паніку. Не користуйтеся ліфтами під час пожежі, використовуйте тільки сходи. Ніколи

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

не біжіть безладно. Повністю підпорядковуйтеся командам пожежників при їх прибутті. Не повертайтеся в палаюче приміщення, доки це не буде визнано безпечним.

Правильне та повне повідомлення про пожежу грає важливу роль у забезпеченні ефективного реагування пожежних служб. Для надання допомоги та ліквідації пожежі необхідно передати наступну інформацію:

Місце виникнення пожежі: Визначте точне місце події та адресу. Детальний опис допомагає екіпажам швидше знайти об'єкт.

Зовнішні ознаки пожежі: Опишіть характер диму, вогню, а також будь-які інші ознаки пожежі. Це може допомогти пожежникам у визначенні масштабів та характеру пожежі.

Наявність загрози людям: Якщо є небезпека для життя та здоров'я людей, обов'язково повідомте про це. Це допоможе пожежникам визначити пріоритетні завдання.

Зручний проїзд: Укажіть шляхи, які можуть бути використані пожежниками для швидкого доступу до об'єкту.

Повідомлення про себе: Назвіть своє прізвище. Це може бути важливо для отримання додаткової інформації або для зворотного зв'язку.

Щодо правила щодо організації зустрічі пожежних, важливо дотримуватися його, оскільки від цього залежить ефективність та оперативність надання допомоги. Якщо ви викликаєте пожежних, дайте їм точні вказівки та підготуйтеся зустріти їх, надаючи додаткову інформацію, яка може бути корисною.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 (EN 15450:2007, MOD). Інженерне обладнання будинків і споруд. Чинний від 02.02.2010 р. № 37 К.: Мінрегіонбуд України. 2010. 57 с.
2. Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2019 (BN01:2096-8774-2945-8417) – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.
3. ДБН В.2.5-67:2013 (BN01:4974-7272-9966-3171) "Опалення, вентиляція та кондиціонування" – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.
4. ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія". – К.: МінрегіонбудУкраїни, 2010. – 123с.
5. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. «Проектування систем опалення будівель зтепловими насосами».
6. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаженнясистем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проекті з «Опалення»для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх формнавчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. – Рівне: НУВГП, 2016. – 40 с.
7. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – К.: МінрегіонбудУкраїни, 2021.
8. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Холодильні установки та теплові насоси» для студентів підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / М.Д. Кізеєв, М.М. Басюк – Рівне: НУВГП, 2014. – 32 с.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

9. Вартість електроенергії, [Електронний ресурс] // Тарифи для населення, Рівнеобленерго. URL: <https://www.roe.vsei.ua/tarifs> (дата звернення: 26.10.2023)

10. Вартість природного газу, [Електронний ресурс] // Тарифи для населення, ПАТ «Рівнегаз». URL: <https://rv.naftogaz.com/важлива-інформація/> (дата звернення: 12.11.2023)

11. Буферна ємність і її розрахунок, URL: <http://www.pegasltd.com.ua/articles/chto-takoe-bufernayaemkost-pravilnyj-raschet-bufernoj-emkosti/> (дата звернення: 15.11.2023)

12. Опалення та вентиляції вашої оселі, [Електронний ресурс] // Як розрахувати теплове навантаження і потужність системи опалення URL: <https://otivent.com/uk/teplove-navantazhennya-na-opalennya> (дата звернення: 13.10.2023)

13. Vaillant [Електронний ресурс] // Теплові насоси (джерело «повітря») . URL: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/produktsia/hp-uk/vozduh-voda/> (дата звернення: 26.10.2023)

14. Vaillant [Електронний ресурс] // Газові котли конденсаційні. URL: <https://www.vaillant.ua/dlia-klientiv/produktsia/gazovie-kotli/kondensatsionnie/> (дата звернення: 7.11.2023)

15. В. І. Голінько. Основи охорони праці. Видання друге. Дніпропетровськ НГУ, 2014, 45 с.

16. В.А. Батлук, Г .Г. Гогіташвілі, Охорона праці у будівельній галузі. Київ, 2006, 352 с.

17. Ю. І. Дорошенко. Огляд сучасних систем опалення та методик дослідження впливу температурних режимів на ефективність їх експлуатації в умовах сільського населеного пункту. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/76238766.pdf> (дата звернення: 1.10.2023)

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-14 - 14142563 МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66