

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка  
до магістерської роботи

на тему: **Економічні аспекти проведення термомодернізації та застосування системи “розумний дім” в індивідуальному житловому будинку**

Виконав: студент групи 601мНТ  
спеціальності  
144 Теплоенергетика  
**Горобець І.Ю.**

Керівник к.т.н., доцент Гузик Д.В.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Декань Л.В.  
(прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою к.т.н., доцент Голік Ю.С.  
(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024

**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри, голова циклової  
комісії Голік Ю.С.

\_\_\_\_\_ "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Прізвище студента Горобець Ігор Юрійович

1. Тема проекту (роботи) Економічні аспекти проведення термомодернізації та застосування системи “розумний дім” в індивідуальному житловому будинку

Керівник проекту (роботи) Гузик Дмитро Володимирович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу №986-фа від “4” 09.2023 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 20.01.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) 1. План будинку. 2. Конструктив огорожуючих конструкцій. 3. Кліматологічні дані області в якій розміщений об'єкт.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

1. Проблематика роботи. 2. Розрахунок системи опалення до утеплення. 3. Розрахунок системи з використанням утеплювача мінвати. 4. Розрахунок системи з використанням утеплювача пінопласту. 5. Розрахунок системи вентиляції з використанням елементів “розумний дім”. 6. Підбір обладнання. 7. Розрахунок економічного ефекту. 8. Розрахунок вартості матеріалів та обладнання. 9. Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи “розумний дім”.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

1. Загальна характеристика роботи. 2. Будинок до реконструкції. 3. Конфігурація системи опалення після термомодернізації. 4. Схеми системи опалення до та після термомодернізації. 5. Схема системи опалення після термомодернізації. 6. Конфігурація системи вентиляції після застосування системи “розумний дім”. 7. Схема системи вентиляції. 8. Економічні аспекти впровадження системи “розумний дім”. 9. Графік відношення тепловтрат до вартості опалення. 10. Висновки.

**6. Консультанти розділів проекту (роботи)**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Усі розділи МКРоботи	Гузик Д.В., доцент кафедри ТГВ та Т	06.09.2023	06.09.2023

7. Дата видачі завдання 06.09.2023

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи) – разом з графічною роботою	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Ознайомлення з планом будинку. Визначення характеристик забудови з навантаженням на опалення	07.09.23	
2	Розрахунок системи опалення до термомодернізації	29.09.23	
3	Розрахунок системи опалення після термомодернізації з використанням утеплювача мінвати та підбір обладнання	18.10.23	
4	Розрахунок системи опалення після термомодернізації з використанням утеплювача пінопласта та підбір обладнання	07.11.23	
5	Розроблення схеми системи вентиляції з елементами “розумний дім”	15.12.23	
6	Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи “розумний дім”	08.01.24	
7	Оформлення роботи. Здача на перевірку	23.01.24.	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Горобець І.Ю. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Гузик Д.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

<b>ВСТУП</b>	7
<b>ПРОБЛЕМАТИКА РОБОТИ</b>	43
<b>1 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДО УТЕПЛЕННЯ</b>	46
1.1 Загальні положення	46
1.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини	46
1.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва	47
1.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря	47
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	48
2.1 Розрахунок теплових втрат приміщень	48
2.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючи конструкцій	48
2.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення	50
2.2 Розрахунок опалювальних приладів	55
2.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення	57
2.4 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення	58
<b>3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ УТЕПЛЮВАЧА МІНВАТИ</b>	60
3.1 Загальні положення	60
3.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини	60
3.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва	61
3.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря	61

					<b>601МНТ.10578424.КМР</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Городець І.Ю			«Економічні аспекти проведення термомодернізації та застосування системи “розумний дім” в індивідуальному житловому будинку»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник.</i>		Гузик Д.В					5	112
<i>Реценз.</i>						<i>НУПП ім. Ю.Кондратюка</i>		
<i>Н-контр</i>		Гузик Д.В						
<i>Затвердив</i>		Голік Ю.С						

<b>4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	62
4.1 Розрахунок теплових втрат приміщень	61
4.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючи конструкцій	61
4.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення	64
4.2 Розрахунок опалювальних приладів	69
4.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення	71
4.4 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення	72
<b>5 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ УТЕПЛЮВАЧА ПІНОПЛАСТУ</b>	74
5.1 Загальні положення	74
5.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини	74
5.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва	75
5.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря	75
<b>6 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	76
6.1 Розрахунок теплових втрат приміщень	76
6.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючи конструкцій	76
6.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення	78
6.2 Розрахунок опалювальних приладів	83
6.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення	85
6.4 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення	86
<b>7 ВЕНТИЛЯЦІЯ</b>	88
<b>8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ</b>	97
8.1 Розрахунок потреби та вартості матеріалів та обладнання	98
8.2 Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи розумний дім	104
<b>ВИСНОВКИ</b>	106
<b>ЛІТЕРАТУРА</b>	108

## ВСТУП

Задля того, щоб індивід функціонував так як було задумано природою, та всі протікаючі в ньому процеси проходили так як вони мають проходити, його тіло має володіти певною температурою, яка зазвичай становить 36,6 градусів по цельсію. Харчові складові, які потрапляють до організму під час прийому їжі слугують для підтримання цієї температури та допомагають організму функціонувати в його звичайному режимі

Працююча людина, або та тіло якої перебуває в русі певний період часу починає виділяти більше теплоти, кількість якої напряму залежить від інтенсивності рухів людини чи інтенсивності роботи яку вона виконує

Все тепло, яке виділяє людина, по-різному надходить в навколишнє середовище. Кількість тепла яке надходить під час того чи іншого процесу який відбувається в організмі людини наведена нижче:

1/12 – тепло, яке виділяється з диханням

1/3 – теплопередача, та конвекція

1/3 – випромінювання

1/4 – випаровування

Дані відношення тепла яке виділяється тим чи іншим чином від загального обсягу що надходить від людини прямопропорційний температурі середовища, що оточує дану людина. Наприклад, за температури в 27 градусів основна частка теплопередачі від індивіда припадає на випаровування. Під час постійного підвищення температури зовнішнього середовища яке оточує людину її тіло починає адаптуватися під нові умови. А саме: починається розширення судин, з мільйонів потових залоз починається волого виділення, тобто людина починає пітніти. Але є певний ризик який заключається в тому, що коли судини розширюються через високу температуру повітря, то з органи починають виділяти занадто багато крові,

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

через що кров'яний тиску починає падати. І цей ланцюжок подій закінчується тим, що до мозку починає доходити не достатня кількість крові, що в свою чергу виливається в тепловий удар.

За низької ж температури у тілі людини спостерігаються деструктивні зміни іншого характеру, а саме спостерігається зниження імунітету. Крім того через занадто холодне повітря в легенях може відбутися спазм, який може спровокувати напад астми. Також при низька температура є ідеальною умовою для зниження атмосферного тиску, який в свою чергу є основною причиною для виникнення мігрень.

Сукупність вище перерахованого змушує людину створювати для себе комфортні умови які зможуть забезпечити стабільно - нормальне функціонування організму. Холод та спека є сигналами які сповіщають людину про те, що настав час щось змінювати, наприклад змінити своє оточуюче середовище на таке, яке буде володіти такими своїми параметрами які будуть оптимальними в даний часовий відрізок, що необхідно переосмислити те у що потрібно вдягатися, підібрати такий одяг, який буде відповідати тим викликам які ставить перед нами сезон року, або ж хоча б змінити інтенсивність руху.

Загально відомим є той факт, що в будинку є певний набір кімнат які слугують для абсолютно різних цілей і в цих приміщеннях має бути свій температурний режим. Для спалень, де люди зазвичай відпочивають та сплять це має бути 18 градусів тепла, для кухні де йде процес приготування їжі та її споживання 15, для санвузлів 25. І якщо кімната є кутовою, то її температура має бути на 2 градуси вищою за нормовану. Влітку забезпечувати нормовані та комфортні температурні режими допомагають вентилятори, кондиціонери та якісна вентиляція. Взимку ж основна роль для підтримання певної температури в приміщенні відводиться системі опалення

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Опалення, це процес штучного обігріву, приміщень в холодний період року, який зазвичай починається коли температура зовнішнього повітря протягом трьох днів поспіль є менше за 8 градусів по Цельсію який має назву період опалення. Зазвичай період опалення в будинках які не мають індивідуальної системи опалення закінчується тоді, коли температура зовнішнього повітря три дні поспіль становить ті ж самі 8 градусів і більше. Будинки які обладнанні індивідуальним опаленням зберігають можливість проводити опалення тоді, коли вони вважатимуть це необхідним. Опалення проводиться з метою відшкодування теплових втрат які є обов'язковим явищем та якого неможливо уникнути та задля утримання температури на тому рівні коли вона вважатиметься тією, яка відповідає комфортним умовам.

Система опалення - певний набір обладнання яке робить процес опалення приміщень можливим. Обов'язковими елементами цієї системи є: котли які генерують тепло, мережеві насоси які здійснюють подачу води яка є теплоносієм в системі опалення споживачам, теплові мережі по яким теплоносій надходить споживачам та повертається охолодженим від них назад у котельню, труби по яким теплоносій рухається уже по будинку, та опалювальні прилади які є своєрідним хабами які передають тепло від теплоносія приміщенню, опалювальними приладами зазвичай виступають радіатори, конвектори і їм подібні.

Зазвичай для передачі тепла від одного об'єкта до іншого використовують наступні способи теплопередачі: конвективний та випромінювання. Суть конвективного способу полягає в тому, що тепло передається опалювальним періодом повітря, тим самим нагріває його і за рахунок цього приміщення опалюється. Спосіб передачі тепла навколишньому середовищу за допомогою електромагнітних хвиль називається випромінювання

Процес під час якого теплоти від більш нагрітого теплоносія передається до менш нагрітого називається теплопередачею. Теплопередача – унікальний

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

процес, унікальність якого полягає в тому, що для того, щоб цей процес став можливим потрібне використання декількох процесів передачі тепла одномоментно. Під час конвективного способу передачі тепла від гарячого теплоносія передається стінці опалювального приладу. В середині стінки тепло шириться за допомогою теплопровідності . І в фінальному етапі передачі тепла, від стінки до повітря, яке знаходиться ззовні від стінки теплота знову передається конвективним способом.

### **Опалювальні прилади**

Основним та опалювальним приладом який заслужено здобув статус найбільш розповсюдженого на сьогоднішній день є радіатор. Підвидом радіатора який є чи не найрозповсюдженішим є радіатори які виконані з такого матеріалу як сталь. Як правило такі радіатори встановлюються в приватних будинках. Така популярність обумовлена дешевизною та кращими показниками теплопровідності, якщо порівнювати їх з алюмінієм, хоча в цих аспектах сталеві поступаються чавунним про яких я розповім дещо згодом, хоча відчутною перевагою сталевих над чавунними є кращі показники з обігріву приміщення які досягаються за рахунок більшої поверхні обігріву.

Проте в радіаторів є один суттєвий недолік, який не дозволяє однозначно стверджувати, що вони є найкращими приладами для опалення. Це корозія. Що б не робити, повністю ефекту корозії уникнути не вдасться, проте за рахунок належного догляду за радіаторами можна суттєво подовжити їхній термін служби.

Слід зауважити, що і самі сталеві радіатори мають свої підтипи, які зустрічаються доволі часто. А саме:

- Трубчастий
- Панельний
- конвектор( або ж панельний радіатор)

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

За своєю будовою трубчасті радіатори являють собою дві горизонтальні труб, що з'єднані між собою вертикальними трубами. Чим більше труб у вертикальному ряді тим більшою потужністю володітиме радіатор.

Перевагою цього підвиду можна назвати те, що завдяки невеликій кількості теплоносія регулювання температури яку виділяє радіатор можна відрегулювати доволі легко. В недоліки ж можна записати те, що через повну відсутність внутрішнього захисного покриття цей радіатор має слабкий опір корозії. Крім того мінусом є і мала товщина стінок труб.

Дві та більше пластини, які зварені утворюють панельний радіатор.

Циркуляція, в цих радіаторах здійснюється за рахунок канавок. Конструкція таких радіаторів складається з панелей в кількості дві – три штуки, до яких з тильного боку під'єднані труби які слугують для покращення конвективної теплопередачі. Несумнівною перевагою є мала вага всієї конструкції, що суттєво спрощує монтаж та дозволяє не турбуватися про матеріал та товщину стіни на яку він буде установлений. Мала теплова інерційність, якою наділений цей агрегат дозволяє регулювати кількість відпущеної теплоти без значних складнощів. В недоліки можна записати роботу, яка розрахована на невеликі атмосферні тиски, порядку шести – восьми атмосфер, що в свою чергу означає, що радіатори дуже вразливі до гідроударів. Як і в попередника збереглася проблема внутрішньої корозії, крім того простір між панелями з часом сильно забруднюється, що негативно впливає на зовнішній вид а будова радіатору сильно ускладнює процес чистки.

У відповідності до конструкції пластинчастого радіатору теплоносій рухається по трубах, які не рідко мають зігнуте виконання з насадженими на них пластинами, що слугують для покращення тепловіддачі. На відміну від вище описаних радіаторів та конвекторів цей доволі часто зустрічається вмонтованим в підлогу, тож відповідно немає необхідно обов'язково чіпляти його на стіну. Відповідно пластинчасті радіатори можна розділити на:

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- Вбудовані в підлогу конвектори
- Плінтусові конвектори
- Підлогові конвектори

Стійкість до поривів, не можливість отримати серйозні опіки при нагріванні приладу до високих температур, через наявність захисного кожуху, яким обладнаний кожний прилад. Крім того через підлоговий монтаж можна суттєво зекономити простір у помешканні. Крім того кожен такий прилад йде з терморегулятором який дозволяє регулювати температуру. Усе це можна віднести до безсумнівних переваг даного типу. В недоліки ж можна записати те, що теплова завіса, яка є в певній мірі як плюсом так і недоліком, створює момент нерівномірності прогрівання. Крім того, аналогічно до деяких попередніх типів є проблема того, що осівший з часом пил сильно зменшує теплопровідність робочої поверхні а очистка пилу є доволі проблематичною. І до того ж нікуди не зникла проблема внутрішньої корозії.

Отже, узагальнюючи плюси та мінуси сталевих радіаторів можна підсумувати, що радіатори мають високі показники надійності, вони мають значний термін служби та є доволі простими як в конструктивному плані, так і в питанні обслуговування та монтажу. Завдяки нескладній конструкції сталеві радіатори здобули значне поширення та відносно невелику вартість за одну одиницю.

Проте в той же час опір корозійним процесам знаходиться в доволі таки жалюгідному стані, тож за неналежної експлуатації та обслуговування, або ж повної його відсутності, момент виведення приладу з експлуатації наступить значно раніше аніж мав би. Крім того місця зварних швів на радіаторах є ахілесовою п'ятою перед гідроударами.

Широкого розповсюдження та потреби здобули алюмінієві радіатори.

Завдячуючи своєму матеріалу виконання в своєму розпорядженні вони мають високу тепловіддачу завдяки чому радіатори нагріваються значно

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

швидше за аналогів виконаних з інших матеріалів, що дорівнює, близько п'яти хвилинам. Крім того алюміній сам по собі доволі легкий матеріал в результаті чого ми отримуємо опалювальний прилад з простим монтажем та який можна закріплювати майже на будь – якій поверхні. Місце та доволі часте укомплектування терморегуляторами дозволяє, залежно від ситуації та індивідуальних потреб кожного окремого споживача, регулювати температуру під себе, що пришвидшить термін окупності системи опалення. Окремої уваги заслуговує те, що маса конструкції відносно невелика, що сильно полегшує монтаж та обслуговування.

Але в той же час цей тип сильно потерпає від домішок в теплоносії, так як забруднена вода пришвидшує процес кородування металу, що в свою чергу значно швидше приводить радіатор в несправний стан. І аналогічно сталевим радіаторам стики зварних швів мають вразливість перед гідроударами, що в свою чергу загрожує поривом радіатора.

Як відомо, нічого ідеального в цьому світі не існує. У всього є свої сильні та слабкі сторони. Метали з яких виконуються радіатори виключенням не стали. Висока теплопровідність алюмінію, яка є безсумнівною перевагою дещо нівелюється хімічною активністю яка є доволі високою. Сталеві радіатори є вельми громіздкими та масивними, що ускладнює логістику та монтаж, але при цьому радіатори з такого матеріалу отримують високу потужність.

І коли виникла потреба отримати радіатор який мав би все найкраще з двох різних металів на світ з'явилися біметалеві радіатори. Найпоширеніші комбінації яких це алюміній та мідь, алюміній та сталь.

Обираючи даний тип радіаторів залежно від комбінації можна отримати обладнання з високими параметрами.

Завдяки наявності міді в складі, радіатори з міді та алюмінію є обладнанням яке володіє вражаючим терміном експлуатації в 25 років. Це забезпечується за рахунок повної невразливості перед корозією, тож забрудненість води

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

майже не грає ролі. Також потенційна можливість працювати при тиску в 35 атмосфер нівелює загрозу з боку можливого гідроудару.

Головна перевага алюмінію – висока теплопровідність також зберігається в радіаторах, які виконані з даної комбінації металів. завдяки термостату досягається повний контроль над температурою, яку відпускає радіатор.

До переваг біметалевих, які не залежать від використаної комбінації матеріалів радіаторів можна віднести:

- відносна простота експлуатації
- довговічність
- стійкість до впливу корозії
- значна міцність, та опір механічним пошкодженням та навантаженням

Недоліком же можна зарахувати те, що і двох з'єднаних металів може виявитися різний коефіцієнт розширення. Через це значні перепади в температурі теплоносія будуть створювати певного роду розхитування в середині конструкції.

Унікальність чавунних радіаторів полягає в тому, що тим, що основна маса тепла, яке надходить від даних опалювальних приладів поступає у навколишнє середовище методом випромінювання тепла, в той час як за допомогою методу конвекції передається близько двадцяти відсотків тепла. Це є основною причиною, через що чавунні радіатори ставляться лише під прозорими конструкціями в стінах з метою збільшення тепла через конвекцією.

Вельми позитивною рисою чавунних радіаторів є можливість витримувати теплоносія температурою в 150 градусів. Також з позитивних моментів слід виділити не високу залежність від ступеню чистоти води, та те, що корозія не руйнує метал опалювального приладу а лише покриває його, крім того, завдяки своїй конструкції на відміну від всіх попередників чистити його від

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

пилу значно простіше. Враховуючи загальну невибагливість до умов експлуатації доволі не дивно, що термін служби сягає десяти років.

Коли ж мова заходить про недоліки то можна згадати велику масу чавуну як матеріалу, з цього виходить, що транспортування та монтаж чавунних радіаторів є не дуже приємним заняттям. Враховуючи те, що в даних радіаторах потенційно може бути теплоносій з температурою в 150 градусів, тепловіддача чавуну це один суцільний недолік, єдиним променем позитиву є те, що виділення тепла відбувається поступово і у випадках коли теплоносій має температуру яка не є константою, то це може перетворитися в невелику перевагу. Площа робочої поверхні чавунних опалювальних приладів це те, в чому він поступається своїм іншо-матеріальним побратимам, що в свою чергу спонукає нас до збільшення секцій в радіаторі. Наявність в металі такого хімічного елемента як карбон, або ж його ще називають вуглецем, це окрема тема для розмови. Через цю домішку метал стає дуже крихким, через що раптові збільшення тиску, або ж гідроудар можуть призвести до часткової, або повної руйнації радіатору, тож при розрахунку слід ставитись серйозно до цього моменту.

### **Підключення опалювальних приладів**

Конструктивно закладено, що в кожному опалювальному приладі має бути точка входу теплоносія в нього та точка виходу вже відпрацьованого матеріалу. Так звана, подаюча та зворотня лінії. Хоча в більшості радіаторів таких точок чотири, по два на вхід та вихід, частіше за все використовуються два з них, а інші два глушаться.

Для того, щоб досягти найкращих показників тепловіддачі приладу використовують схему підключення коли теплоносій входить у верхній лівий отвір та виходить в лівому нижньому. Завдяки цій схемі відбувається більш рівномірне прогрівання приладу.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Менш ефективною, але все ще схемою з високим кпд є варіант, коли теплоносій заходить та виходить в лівій стороні.

Схема з подачою та звороткою знизу радіатору має актуальність у випадку розміщення труб знизу.

Схема з протилежним підключенням до першої описаної схеми коли вхід подача відбувається ліворуч знизу а вихід праворуч зверху. Незважаючи на подібність до найбільшефективної схеми підключення, дана схема має значно меншу ефективність та застосовувати її не варто.

Аналогічна ситуація з іншим дзеркальним підключенням з входом в лівому нижньому куті та виходом у лівому верхньому. Ця схема також показала себе значно краще за свою протилежну схему і подібно до схеми описаної вище її застосування є недоречним та не рекомендованим.

### **Підготовка теплоносія**

Для того, щоб вироблене котлом тепло мало можливість дійти до системи опалення споживача використовують рідину яка називається теплоносієм. Доволі частим явищем є використання води в якості теплоносія, так як вода є доволі розповсюдженою рідиною, та відносно дешевим варіантом теплоносія. Окремо слід відзначити екологічну чистоту води, яка не наносить жодної шкоди для навколишнього середовища. Навіть хімічні характеристики води роблять з неї прекрасного теплоносія: висока теплоємність та в'язкість дозволяють воді передавати великі обсяги теплової енергії та робити це швидко та легко.

Проте часта наявність домішок, а саме солей кальцію та магнію, які сприяють утворенню накипу в трубах є суттєвою проблемою. Для її вирішення часто застосовують дистильовану воду, або ж використання фільтрів, який не тільки позбавить воду солей кальцію та магнію, а й бруду, піску та їм подібних. Для максимальної чистоти води, воду слід очищувати перед фільтром і потім пропускати через нього ж. І це буде доволі

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



ефективним рішенням, так як особливого обслуговування з боку персоналу фільтри не потребуватимуть.

## Котли

Серцем теплової мережі є теплогенеруюче обладнання. Агрегат за допомогою якого спалюючи паливо отримують тепло є основою системи, так як без нього тепломережа та система опалення не буде працювати. Основним та по праву найпопулярнішим теплоджерелом є котел.

Котел – агрегат закритого типу, в яку для спалювання подається паливо, яке може бути рідким, твердим чи газоподібним. Під час спалювання палива виділяється тепла енергія яка передається теплоносієм споживачу.

В залежності від виду палива яке споживає котел їх можна розділити на наступні види:

- Комбіновані котли
- Твердопаливні котли
- Рідкопаливні котли
- Електричні котли
- Газові котли

В залежності від способу установки:

- Настінні, як правило досить компактні та відносно невисокої потужності
- На підлозі, як правило крупно-габаритні та потужні котли

В залежності від кількості контурів на:

- Двоконтурні, для опалення та гарячого водопостачання
- Одноконтурні, лише для опалення

Основним типом котлів, який зустрічається найчастіше це газові котли. Універсальність яка полягає в тому що котли можуть бути виконані як в настінному варіанті з меншою потужністю, так і бути розміщеними на підлозі і володіти значно більшими як габаритами так і потужністю. Окремо слід виділити момент невибагливості в догляді в газових котлів, що робить їх

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

особливо привабливими для розміщення в приватних будинках. Завдяки своїм фізико-хімічним характеристикам паливо згорає майже нічого не залишаючи після себе. Недоліком є не стільки сам котел, стільки газ, а точніше його ціна яка є досить нестабільною через великий перелік різних чинників. Крім того правильне оформлення документації на цей тип котлів також може доставити проблем.

Хоч більша частина України є газифікованою, проте все ще залишаються місця де є проблеми із стабільним газопостачанням, чи газопостачанням як таким. І якщо власники не бажають сильно заморочуватися з обслуговуванням твердопаливних котлів, то вони швидше за все виберуть електричний котел. Так як відсутній процес спалювання то немає необхідності в димовій трубі, що в свою чергу трохи зекономить коштів на матеріалах, крім того їхні невеликі габарити дозволяють, залежно від планування котельного приміщення поставити їх на підлогу, чи повісити на стіну, залежно від потреби, додаткового комфорту додає безшумність роботи та новітня система автоматики, яка дозволяє повністю контролювати температуру теплоносія. Проте є один недолік який після початку повномасштабної війни з боку росії проти України став значно актуальнішим аніж він був до цього. Недолік полягає в тому, що без електроенергії котел просто перестане працювати. Минулої осені та зими, коли почалися обстріли об'єктів критичної енергоструктури були випадки коли власники таких котлів залишалися без тепла в оселях, через відсутність світла, завдячуючи в цьому русні. Крім того ще одним недоліком є досить висока ціна на електроенергію.

Більш старим та більш класичним варіантом котла є котел, який працює на твердому паливі. А саме на вугіллі, дровах, пелетах та їм подібному паливі. Головною перевагою перед попередніми видами котлів є можливість побудувати систему опалення яка буде працювати не залежно від

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

надходження газу до котла чи наявності світла. Все що потрібно це мати тверде паливо, та періодично закидати його у топку котла. Проте є суттєві недоліки. Спалювання твердого палива має значний негативний ефект на наше довкілля через суттєві викиди CO<sub>2</sub> яке утворюється в процесі спалення дров та вугілля. Крім того в процесі спалення яке є неповним утворюється зола та сажа, яку необхідно вичищати, що в свою чергу робить процес обслуговування котла дещо незручним та часозатратним.

У випадку коли установка газового котла не є можливою в силу певних причин а електричний котел не розглядається можна поставити рідкопаливний котел. Основним паливом для цього котла буде дизельне паливо. Завдяки цьому виду палива, аналогічно до твердопаливного котла можна створити незалежну систему опалення, а за умови використання в тандемі ще й дизельного генератора власник отримує значно меншу залежність від електропостачання, що через північних сусідів щодня стає все більш актуальним. Вагомим недоліком є ціна на дизельне паливо, яке доволі стрімко зростає в ціні, проте високий ккд котла частково нівелює цю проблему.

### **Насосне обладнання системи опалення**

Задля того щоб теплоносій мав змогу дістатися з котельні до споживача його необхідно переміщувати. Так як доволі часто теплоносієм є вода, то для її переміщення застосовують насоси. Можливість перемістити будь – яку рідину та з абсолютно будь-яким станом забрудненості є вагомим плюсом даних агрегатів. Задля забезпечення циркуляції води по системі опалення є циркуляційні насоси. Насоси мають бути підібрані таким чином, щоб мати можливість створювати безперебійну циркуляцію теплоносія по системі опалення та мати змогу долати всі ділянки де збільшується опір. Збільшувати опір може шорсткість стінок, різного роду арматура, повороти та інші подібні моменти.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

По своїй суті, принцип роботи насосу полягає в наступному: Принцип роботи будь – якого насоса доволі простий. Електродвигун приводить в рух вал на якому закріплене робоче колесо з лопатками. Вода, що подається на робоче колесо за допомогою відцентрової сили переміщується по системі з підвищеною швидкістю і тиском.

Якщо ж розглянути будову насосу то там основними елементами будуть: корпус насоса, електродвигун, вал з робочим колесом. І дана будова досить добре продумана, так як тут була застосована модульна будова, яка проявила себе досить ефективною. Так як в разі поломки така будова передбачає заміну пошкодженого елемента, що в свою чергу заощаджує час та фізичну працю на повернення насосу до стану коли він буде знову готовий до роботи. Важливою відмінністю будови робочого колеса є те, що воно виконане з нержавіючої сталі, що в роботі з водою просто життєво необхідно. Також важливим показником якості насосу є параметр який вказує на здатність насосу самостійно видаляти повітря в процесі налагодження.

В своїй стандартній компановці у будь-якого насосу встановлена певна кількість обертів. Так як режим роботи системи опалення часом дуже нестабільний через зовнішні умови. Таким чином інколи система потребує збільшення або ж зменшення кількості обертів насосу. Зміна кількості обертів може відбуватися вручну, або ж автоматично, якщо встановити певну автоматику які будуть спрацьовувати опираючись на зміну температури, тиску або просто за певним часом. Приблизно з 1988р виробники насосного обладнання стараються встановлювати подібного роду автоматику, щоб полегшити обслуговування насосу, покращити його автономність, та збільшити ккд.

Насоси з сухим ротором частіше за все можна зустріти в досить потужних системах, де вони найкраще проявляють себе з подачею охолоджуючої води в системах холодостачання. На відміну від насосів з мокрим ротором, які

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

були описані вище, в даному типі рідина з двигуном майже не контактує. Ще слід відзначити, що двигуни в даному типі насосів трифазні, з постійною частотою обертання. Зміна ж частоти обертання відбувається за рахунок вбудованого електричного блоку який має бути вмонтований в сам насос. Насоси з сухим ротором мають на порядок вищий ККД аніж насоси які повністю занурені у воду.

### **Система опалення.**

Основою системи централізованого теплопостачання є теплогенератор, частіше за все яким виступає котел. Теплота яка утворюється в котлі подається до будинку по тепломережі. Тепломережа, це сукупність труб великих діаметрів, теплова ізоляція якою обмотують труби, щоб запобігти охолодженню теплоносія, поки він йде до абонентів, опор які підтримують ці труби, та запірної арматури яка необхідна, щоб в раз необхідності була можливість перекрити подачу води. В системі використовуються дві труби, так звана "подача", по якій ще гарячий теплоносій заходить в будинок, там розтікається по опалювальним приладам і виходить з будинку. Труба по якій, вже охолоджений теплоносій, повертається назад в котельню або ТЕЦ називається "зворотньою лінією" або ж "обраткою".

Як це все працює. Котел виробляє теплоту, яка в свою чергу нагріває теплоносій, він подається по подаючому трубопроводу до абонентів, там потрапляє в систему опалення, нагріває опалювальні прилади, які в свою чергу через свої стінки обігрівають приміщення, потім теплоносій виходить з опалювального приладу, потрапляє у зворотній трубопровід і повертається назад.

В свою чергу основними видами систем опалення в самому будинку є однотрубна та двотрубна системи.

Однотрубна система, це система в якій, згідно з назвою, використовується лише одна труба і працює це в свою чергу так. Теплоносій заходить спочатку

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

на верхні поверхи і опускається зверху до низу. Це дозволяє заощадити кошти на матеріалах, проте створює проблему, що з кожним пройденим поверхом, теплоносій стає все більш холодним. І якщо його початкова температура становить 90 градусів по Цельсію на верхніх поверхах, то на нижніх може вже становити 75 градусів. Тут, звісно, багато буде залежати від кількості поверхів у будинку. Виходячи з цього можна сказати, що найбільш ефективно дана система проявить себе в будинках з невеликою кількістю поверхів, але більше одного. Десь 2-3 поверхів буде найоптимальнішим варіантом.

До переваг можна віднести легкість проектування та монтажу, меншу необхідність в матеріалах, відносно двотрубною системи, підвищений тиск води допоможе в забезпеченні нормальної циркуляції якщо вона природня.

До недоліків же можна зарахувати більш складний розрахунок даної системи, обмежену кількість опалювальних приладів на одному стояку, неможливість контролювати та регулювати теплові надходження в окремі прилади, та певний дисбаланс в обігріві верхніх та нижніх поверхів.

Двотрубна система опалення виконується з двома трубами по яким по одній іде гарячий теплоносій а по іншій з опалювального приладу виходить вже охолоджений теплоносій. Така система більш затратна на матеріали, проте вона дозволяє опалювати рівномірно всі поверхи від верхнього до нижнього. Крім того значно полегшується процес контролю за температурою входу теплоносія в окремі прилади. Ще одним плюсом можна вважати простішу методику розрахунку системи опалення даного типу.

До переваг крім всього вище перерахованого можна зарахувати ще те, що дана система передбачає установку терморегуляторів, та дана система більш лояльно відноситься до потенційних помилок при проектуванні. Бо в будь – який момент можна додати або відняти певну кількість секцій.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

До недоліків же можна віднести більшу затратність матеріалів та вартість проектування та монтажу даної системи. Проте співвідношення недоліків до переваг робить дану модель системи опалення значно популярнішою за однотрубну. І статистика яка говорить, що приблизно 95-99% всіх систем саме двотрубні це підтверджує.

### **Труби для системи опалення**

Судячи з опису системи опалення приватного будинку, який був наведений вище стає зрозуміло, що без сполучення між радіаторами, по якому буде йти теплоносій, будь-яка система працювати не буде. І функцію сполучення в системі виконують труби.

В більшості своїй труби виконані з таких матеріалів: сталеві, пластикові, метало-пластикові.

Основними вимогами до труб є міцність, безшумність та враховуючи те, що труби будуть постійно в полі зору вони мають мати прилежний вигляд і вони мають гармонічно вписуватися в декор.

Одними з найефективніших труб є поліпропіленові, або в просто народі пластикові. Вони дешеві, не вразливі для корозії, легкі, міцні та мають значний термін експлуатації. До недоліків же можна віднести зовнішній вигляд та можливість плавлення при використанні теплоносія з високою температурою. Проте в системах опалення часто температура теплоносія не перевищує 110 градусів а дану температуру такі труби мають витримати.

Сталеві труби – одні з найперших труб які стали використовуватися в системах опалення. З часом на ринку стали з'являтися більш цікаві варіанти труб, проте остаточно дані труби, з цього самого ринку, не пішли. І цьому сприяють такі їхні властивості як стійкість перед перепадом тиску та гідроударами. Значні температури також не мають ніякого впливу.

І основною перевагою є чудові показники теплопровідності яким вони завдячують матеріалу з якого вони створені. Проте негативними моментами є

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601МНТ.10578424.КМР				

вразливість перед корозією, та значні вага та габарити які ускладнюють процес монтажу.

Якщо ж існує необхідність у використанні металевих труб, але проблема корозії являє собою серйозну проблему, то труб з нержавіючої сталі покликані, щоб розібратися з цим. Такі труби мають всі ті переваги, що й сталеві, проте вони майже невразливі до пагубної дії корозії, та значно простіші в монтажі. Ще однією позитивною відмінністю від сталевих можна назвати гнучкість труб, що в свою чергу і забезпечує простоту монтажу. Єдиним недоліком же можна назвати ціну на такі вироби, але всі переваги із значним запасом компенсують даний недолік.

Метало-пластикові – пластикові труби зі слоєм металу посередині . Це можна побачити якщо розрізати трубу навпіл. Вони включають в себе всі переваги та недоліки пластикових і металічних труб. Дане поєднання труб породило, свого роду, гібрид надзвичайної міцності та універсальності у сфері застосування. Опалення, тепла підлога, водопостачання холодної та гарячої води, транспортування газу, системи кондиціонування. У всіх цих сферах дані труби зарекомендували себе з найкращої сторони. Невеликі габарити та вага, простота монтажу, абсолютна стійкість до корозії, ідеально-гладка поверхня в середині труб, що зменшує втрати тиску та швидкості в середині труби через пористість поверхні до нуля. Найсуттєвішими ж недоліками є слабкість перед ультрафіолетом, який може погіршити стан труб, вразливість перед сильними механічними ударами та відносно невисоку теплопередачу, коли йдеться про застосування в якості матеріалу для теплої підлоги.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



## Утеплення будинку

Як ми з'ясували вище, система опалення слугує з однією єдиною метою: В період коли температура зовнішнього повітря стрімко опускається до нуля і нижче, потрібно зробити так, щоб при цьому в оселі стабільно залишалася температура для нормальної життєдіяльності людини. Проте так вийшло, що в житті ідеалу не існує і система опалення не виняток. Як би добре вона не працювала, наскільки сучасною вона б не була, скільки б тепла вона не віддавала, все одно буде присутнє таке явище як тепловтрати.

Тепловтрати це втрати тепла, яке виходить через вікна, стелю, підлогу, різного роду перекриття і звісно стіни. Дуже розповсюдженою є ситуація коли тепловтрати можуть сягати від 20% до 40+% від всього тепла яке надходить до приміщення, що в свою чергу негативно сказується на гаманці, через рахунок за комунальні послуги, бо щоб підтримати нормальну температуру в оселі з урахуванням негерметичності будівлі потрібно подати більше теплоти, аніж це було запроектовано, відповідно це буде виливатися в чималі суми в платіжках, чому не радий ніхто . Частіше за все основною причиною витоків тепла є певні нещільності в конструкціях. Для того, щоб знайти місця імовірного витоку тепла, найефективнішим буде застосування тепловізору, який покаже місця в яких присутні нещільності.

Проте, нажаль, не все так просто. Проблема з тепловтратами полягає не лише у нещільностях, тут проти нас часто грають цілком природні речі. Наприклад, втрати тепла через стелю відбуваються через властивість теплого повітря підійматися вгору і через це певна частина тепла втрачається, виходом може стати застосування теплоізоляційних матеріалів на огороженні стелі, крім того цікавим варіантом є виконання мансард, які помітно зменшують кількість тепла, що надходить на дах. Недостатня, або

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

банально відсутня теплоізоляція підлоги, яка знаходиться над неопалювальним підвалом, або просто холодним фундаментом також буде сприяти витокам тепла, подібно до утеплення стелі, тут також зможе допомогти тепло ізолюючі матеріали на підвальному огороженні . Скло, або скло пакет який знаходиться у вікні також не може втримати тепло і як показує статистика, на долю скління приходиться найбільший відсоток тепловтрат який прямо пропорційний площі скла. Тож, щоб зменшити тепловтрати через вікно, потрібно задуматися над площею, через яке це саме тепло йде. І наостанок стіни. Чим більша площа стіни, тим більші тепловтрати. Найефективнішими опціями для забезпечення якісної теплоізоляції є правильний підбір матеріалу зовнішнього огороження, та використання так званих утеплювачів, яких на ринку є багато видів і їх, потрібно розглянути більш детально.

В загальному всі теплоізоляційні матеріали поділяються на 2 категорії:

- теплоізоляція відбиваючого типу, суть якого у відбиванні інфрачервоного випромінювання, що допомагає у зменшенні тепловтрат приміщення
- теплоізоляція запобігаючого типу, яка базується на застосуванні матеріалів з низькими показниками теплопровідності. І даний тип поділяється на ще 3 види: органічні, неорганічні, та змішаного типу.

Почнемо з найпопулярніших матеріалів теплоізоляції запобігаючого типу на органічній основі.

Утеплювач з деревостружкових плит складається, в основі своїй, із стружок та в меншій степені всякого роду смол. Вологість матеріалу сягає від 5 до 15 відсотків, а вбирання вологи матеріалом від 5 до 30 відсотків.

Пінополіуретан – утеплювач який складається з полієфіру з додаванням води, та ще декількох хімічних елементів які вступаючи в реакцію утворюють новий матеріал, з відмінною шумоізоляцією, та чудовою теплоізоляцією, та який абсолютно не боїться вологи, що завдяки своїй

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

структурі не утворює містків холоду при обробці стін найрізноманітніших конфігурацій.

Пінополістирол, який на 98 відсотків складається з пінопласту володіє характеристиками які роблять його одним із найбільш затребуваних матеріалів у ніші теплоізоляції. А саме: невразливість перед корозією та проникненням вологи, низькі показники теплопередачі, та той факт що даний матеріал дуже важко загорається.

Теплоізолятори неорганічного типу:

Мінеральна вата отримується з шлаків після виготовлення чорних та кольорових металів, що зв'язується між собою за допомогою фенолу, або ж карбаміду. При цьому фенол дещо кращий, так як вата на його основі значно менше боїться води, що в свою чергу, виливається в певну перевагу перед карбамідом. В цілому ж мін вата являється не горючим матеріалом, крім того ця властивість допомагає в запобіганню поширення вогню, крім того даний матеріал володіє вагомим шумопоглинанням, та в процесі експлуатації розміри вати залишаються сталими, що в свою чергу забезпечує захист від утворення містків холоду. Єдиним недоліком в якості теплоізолюючого матеріалу є високий показник паропроникності, що змушує додатково використовувати матеріали які будуть слугувати пароізоляційним шаром.

Скловата, як зрозуміло з назви, виготовляється зі скла та відходів його виготовлення. На відміну від мін вати має більш товсті волокна, так само як і мін вата має сильну шумоізоляцію, скловата не горить, має низьку теплопровідність та витримує температуру до 400 градусів по цельсію.

Теплоізолятори змішаного типу виконуються на азбестовій основі з додаванням перліту, доломіту, доломіту та їм подібних домішок і зв'язують це все за допомогою мінеральних елементів. І ми отримуємо теплоізоляційний матеріал який потрібно намазати на поверхню, і якому

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

потрібен час щоб загуснути. І в результаті створюється матеріал який витримує екстримальні температурні умови, близько 900 градусів по Цельсію, з низькими показниками теплопровідності. Проте пориста структура створює недолік який полягає у вразливості перед вологою, яку матеріал дуже добре поглинає, тож потрібно забезпечити гідрозахист. Крім того азбестовий пил це сильний алерген, який може доставити дискомфорту, певній верстві населення, тож це також потрібно враховувати.

Теплоізоляція відбиваючого типу працює за принципом відбивання інфрачервоних променів, які виходять з будинку. В певних матеріалах відбивання може сягнути 95-97%. Такими властивостями володіє алюміній, золото, срібло. В силу своєї вартості срібло та золото, не дивлячись на всі свої відбиваючі властивості, не використовуються в цій ніші. Тож основним матеріалом є алюміній. Ефективність такого матеріала настільки велика, що 1 сантиметр алюмінія може замінити 10 сантиметрів утеплювача на волокнистій основі.

## Охорона праці

Охорона праці це система правових, економічних, технологічних та санітарно гігієнічних заходів, що покликана забезпечити максимальну безпеку життю працівників під час виконання трудової діяльності та мінімізувати шанс виникнення так званих професійних хвороб які притаманні тій чи іншій професії.

Політика держави максимально ефективно забезпечує створення безпечних умов праці, що зменшує до мінімум можливості отримання травми на робочому місці та пріоритетом якої є безпека та здоров'я всіх учасників робочого процесу. Та визначення роботодавця як особу яка несе повну відповідальність за створення та дотримання викладених вище умов.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

При виборі обладнання було враховано всі методи дотримання пожежної безпеки, що тим чи іншим чином може нашкодити працівникам, та стати на заваді робочому процесу. Крім того також були враховані всі догми техніки безпеки, та знайдено оптимальні рішення задля того, щоб вплив різноманітних негативних чинників на організм людини був мінімальним.

Використання та безкомпромісне виконання техніки безпеки, пожежної безпеки, та українського законодавства в області безпеки життєдіяльності людини та охорони праці дозволить зробити максимально безпечним проживання мешканців будинку, а негативні наслідки впливу шкідливих чинників звести до мінімуму.

### **Характеристика умов праці.**

Умовами праці називається певна комбінація умов середовище де відбувається трудовий процес, умови даного процесу, які оказують той чи інший вплив на самопочуття людини та її можливість до продовження праці. Безпечними умовами є ті, за яких шкода здоров'ю та шкідливий вплив умов в яких відбувається ця праця є мінімальним.

Характеристикою середовища де людина працює є поєднання всіх умов праці, як шкідливих, так і безпечних чи нейтральних.

У робочому середовищі можуть існувати такі негативні для людини чинники як: високий рівень шуму, недостатня, чи понаднормова освітленість робочої зони, низький рівень вентиляції робочого місця, що призводить до перенасичення повітря різноманітними газами, підвищена напруга, яка за несприятливих умов може передаватися через тіло людини, погано закріплені та відповідно або слабко, або ж зовсім незахищені рухомі поверхні, та поверхні які можна охарактеризувати як високо температурні.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Ефективний комплекс мір допоможе знизити, чи в деяких умовах уникнути негативного впливу шуму на тіло людини. Як основний захід можна виділити зниження інтенсивності шуму за рахунок використання різноманітних кожухів.

Захисне заземлення, установка попереджуючих табличок, запобіжників, ізоляція. Цей комплекс мір допоможе зробити більш безпечним робоче місце, коли мова йде про можливість отримати удар струмом, через потенційну необережність робітника, або ж просто неякісне проведення електричних кабелів.

Ознайомившись з певними умовами, які панують на певному робочому місці можна виробити певний комплекс мір, який в свою чергу допоможе уникнути, або ж звести до мінімум небезпечний вплив для людини всіляких виробничих чинників та можливості отримати травму, чи серйозну професійну хворобу

### **Заходи промислової санітарії**

Промислова санітарія це розділ загальної санітарії, що вивчає питання, та займається розробкою мір по правильному проектуванню, облаштуванні, та утриманні об'єкту в належному стані задля збереження прилежних умов, що мають забезпечувати безпеку для здоров'я мешканців, людей, що виконують обслуговуючі роботи в будинку, та осіб, що проживають в тісному сусідстві з об'єктом.

При проектуванні враховані санітарні характеристики технологічного процесу, норми корисної площі для працюючих, нормативи площ для розташування основного, допоміжного устаткування й необхідну ширину проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування теплопостачального устаткування, а також раціональна організація робочих

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

місце. Об'єм виробничого приміщення на одного працівника згідно з санітарними нормами складає не менше 15 м<sup>3</sup>, а площа приміщення – не менше 4,5 м<sup>2</sup>.

Мікроклімат в приміщенні має значний вплив на організм людини і, як наслідок, на працездатність робітника. Комбінація температури, вологості, загазованості повітря, його швидкість, температура поверхонь, наявність вентиляції можуть сказатися як позитивно, так і негативно на організм, та на працездатність працівника.

Приміщення ІТП заввишки не менше ніж 2 метри, зі штучним освітленням, вентиляцією, дверима і ворітьми, що відкриваються назовні. На дверях обов'язково зазначаються написи: «Тепловий пункт №...», «Стороннім вхід заборонено», «Відповідальний за експлуатацію...», «Телефон ...». Ухил підлоги до тракту чи водозбірної ємності має бути 0,005.

Проектом пропонується встановлення припливно-витяжної вентиляції, яка забезпечує обмін повітря в приміщенні та видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих й інших речовин з метою забезпечення допустимих метеорологічних, санітарно-гігієнічних умов повітряного середовища.

Додатковим захистом людини від зовнішнього впливу також є спецодяг, окуляри, та рукавиці

### **Заходи техніки безпеки**

На будівельному майданчику всі земляні споруди які будуються під трубопроводи повинні бути якимось чином відгородженими, та має бути встановлене сигнальне освітлення

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Трубопроводи, з його люками заглушками та іншим, на час випробувань, мають бути позначеними відповідними попереджувальними знаками.

Все обладнання, яке використовується для монтажних робіт, має бути оглянуте та перевірена готовність до роботи, та не мати ніяких дефектів, та інших моментів, які можуть поставити під загрозу здоров'я людини

## Пожежна безпека

Пожежна безпека це стан об'єкта, за якого значно зменшується ймовірність виникнення та поширення пожежі.

Основними питаннями якими займається пожежна безпека є недопущення можливості виникнення пожежі та мінімізація шкоди задіяної в наслідок її виникнення. Пожежа виникає коли в одному місці і в один час з'являється горюча речовина, джерело займання та окиснювач, що в комбінації утворюють палаюче середовище. Виключення з даної комбінації одного компонента унеможливить виникнення пожежі.

Система опалення, як і вся будівля мають будуватися згідно з нормами проти пожежної безпеки, та мають бути обладнаними засобами пожежогасіння – вогнегасниками, або ємностями з піском.

Крім того, невід'ємною частиною пожежної безпеки є регулярні інструктажі персоналу з протипожежної безпеки, ліквідації пожежі, та мінімізація наслідків пожежі. Крім того, повинні мати місце протипожежні тренування, що в сумі дадуть змогу персоналу недопускати виникнення пожежі та швидко її ліквідувати в разі виникнення.

Якщо ж погасити пожежу своїми силами не вдається, та ситуація виходить із під контролю, то необхідно терміново викликати пожежників. Після виклику групи пожежників, необхідно в терміновому порядку організувати

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



евакуацію людей. Після прибуття пожежників необхідно забезпечити їм безперешкодний доступ. Крім того, прибувші рятувальники мають бути проінформовані про причини виникнення пожежі, та проконсультовані про особливості об'єкта на якому виникла позаштатна ситуація.

## **Охорона навколишнього середовища**

Охорона навколишнього середовища це сукупність заходів по раціональному використанню природних ресурсів, збереженню особливо цінних та унікальних природніх комплексів, та забезпечення екологічної безпеки. В загальному, це сукупність державних, адміністративних, економічних, правових заходів що мають на меті раціональне використання та збереження природних ресурсів забезпечуючи при цьому екологічну безпеку.

Під час експлуатації теплотехнічного обладнання викили шкідливих речовин, скиди екологічно забруднених речовин у водойми, утворення та розміщення відходів має відбуватися і врахуванням та безкомпромісному слідуванні із встановленими державною лімітами, аби не нашкодити екології регіону, де відбувається процес експлуатації теплотехнічного обладнання, що може мати негативні наслідки.

Експлуатація теплових установок без обладнання, що забезпечує додержання встановлених державних норм в галузі санітарії та охорони природи, або ж використання пристроїв, які мають дефекти, що не мають змоги забезпечити виконання всіх цих вимог, суворо заборонене.

Отже монтажні роботи на запроектованому об'єкті відбуваються із суворим та безкомпромісним дотриманням усіх вимог нашого законодавства щодо охорони природи, створення санітарного благополуччя, пожежної безпеки,

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

техніки безпеки як обслуговуючого персоналу та працівників, так і об'єктів, що знаходяться в тісному сусідстві.

## Вентиляція

Досить важливим компонентом для забезпечення нормальних умов перебування людини в приміщенні є зміна повітря в ньому, себто вентиляція. Проектування помешкань із заздалегідь передбаченою вентиляцією набуло свого поширення відносно нещодавно, протягом останніх десятиліть. До цього вентиляція забезпечувалася за рахунок нещільностей в дерев'яних вікнах – інфільтрації, відкривання вікон та дверей навстіж. Так як пів століття тому в наших будинках майже не було побутових приладів, ванна кімната дуже часто була відсутня, а герметичності будинку можна було лише поспівчувати щілини у вікнах та стінах відмінно виконували свою роль у забезпеченні припливу свіжого повітря у кімнати.

Проте час йшов, в наших оселях стали з'являтися велике різноманіття побутових приладів, кімната яка спеціально обладнана під ванну тепер доволі звичне явище а герметичність та технологічність будинків стали на декілька голів вище. Тож тепер інфільтрація втратила свою актуальність уступивши її звичайній системі вентиляції яку ми знаємо сьогодні. Але що ж із себе уявляє система вентиляції та які її основні задачі ?

Основна задача системи вентиляції це забезпечення ефективного обміну повітря між навколишнім середовищем та приміщенням, тобто видаленням відпрацьованого повітря з приміщення і забір чистого повітря з вулиці, при цьому не допускаючи потрапляння в середину пилу, пилку, неприємних запахів та різного роду представників тваринного світу.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Приміщення яке добре вентилується нічим особливим не виділяється, на відміну від того, де вентиляція працює не коректно, або ж відсутня зовсім. На це указують декілька наступних признаков:

- погане самопочуття у мешканців чи користувачів будівлі, особливо млявість та мігрені які викликані надлишком вуглекислого газу
- взимку через відсутність вентиляції та роботу опалювальних приладів повітря стає пересушеним, шкіра пересихає починається духота в кімнатах, та підвищується імовірність ускладнення під час простуди
- або ж навпаки, коли повітря занадто зволожене на вікнах проступає конденсат, який погрожує викликати розвиток грибку та плісняви на поверхнях які особливо сильно потерпають від надмірної вологи.

Коли мова йде про приватні будинки та квартири то вентиляція це те, що повинно бути в кожній кімнаті. Проте в той же час в кожному будинку є кімнати які мають підвищену потребу в якісній зміні повітря.

Першою на думку спадає кухня і не дарма так як на кухні під час готування їжі відбувається постійне випаровування води, що значно підвищує вологовміст повітря і може викликати вищезгаданий грибок та плісняву. Крім того часто буде виникати проблема неприємних запахів, які необхідно оперативно видалити з кухні.

Не менш важливою є вентиляція у санвузлі. В цілому по доволі схожим причинам: видалення надлишкової вологи та неприємних запахів.

Також важливим є вентиляція комор, підвалів та горищ. Зазвичай в таких приміщеннях без спеціально організованого повітрообміну повітря застоюється, на поверхнях починає осідати пил, та прискорюється процес гниття та псування харчових продуктів які зберігаються в цих приміщеннях.

Сама ж вентиляція буває двох видів: природня та механічна. Природня характеризується тим, що в ній відсутні елементи які змушують повітря

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

циркулювати, в даному випадку циркуляція та зміна повітря відбуваються за рахунок різниці тисків та температур. До цього ж типу вентиляції і відноситься вентиляція через нещільності якою користувалися люди 60 років тому. Механічна ж відбувається за рахунок механізму, зазвичай вентилятора який робить можливою циркуляцію повітря. Механічна ж вентиляція, в свою чергу, поділяється на припливну, яка спрямована на подачу свіжого повітря в середину, та на витяжну яка слугує для видалення відпрацьованого повітря.

Одним із оптимальних варіантів для системи вентиляції є приточно-витяжна система яка, як стає зрозуміло із назви, працює як на подачу чистого повітря так і на видалення відпрацьованого. Основний недолік цієї системи проявляється взимку коли із видаленням відпрацьованого повітря видаляється значна частина теплоти, що в свою чергу суттєво збільшує витрати на опалення. Рішенням для цього недоліку стало використання в даній системі рекуператора який за допомогою теплого повітря із середини що видаляється підігріває холодне повітря з вулиці яке заходить в середину, таким чином зберігаючи частину теплоти.

Аналогічним чином система працює і влітку. Холодне повітря яке йде на видалення охолоджує припливне повітря тим самим зберігаючи холод.

До переваг приточно – витяжної системи вентиляції із використанням рекуператора можна віднести:

- чисте повітря яке проходить через декілька фільтрів і надходить до приміщення постійно
- контроль над рівнем вмісту вуглекислого газу у повітрі та забезпечення нормального вологовмісту у ньому
- стабільна температура, подача повітря з температурою яка буде відповідати річному сезону, недопущення виникнення протягів та утворення холодних чи гарячих потоків повітря

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- цілодобова робота системи вентиляції яка не видає ніякого шуму
- в деяких моделях наявна можливість дистанційного керування за допомогою смартфона чи планшету, що дозволяє зекономити кошти на електроенергії через те, що установка не завжди буде працювати на максимальній потужності
- такі установки підійдуть для будь-якого типу будівлі. Будинок, підприємство, квартира, ці установки будуть ефективно працювати в будь якому приміщенні, хоча слід зауважити, що коли мова йде про вентиляцію на виробничих потужностях слід врахувати специфіку роботи на підприємстві.

Проте при виборі такої установки слід провести попередні розрахунки, так як різноманіття систем вже доволі значне і без врахування особливостей того чи іншого приміщення існує велика ймовірність придбати обладнання яке буде працювати не настільки ефективно як мало б, або ж взагалі не підійде до вашого приміщення. Щоб не допустити виникнення таких ситуацій слід звернути увагу на такі моменти як:

- габарити самої установки задля попередження ситуації коли установка не підійде за розмірами до приміщення де вона має бути розміщена.
- кількість повітря яке необхідно видалити та подати. Дуже часто споживачі звертають увагу на максимальну потужність установки не знаючи реальні власні потреби у повітрообміні, або ж навпаки, бажаючи трохи заощадити коштів придбати установку яка не зможе задовольнити всі потреби у свіжому повітрі. В обох цих ситуаціях спільним є те, що неправильний підбір установки може вилитись у необгрунтовані фінансові витрати, в першому варіанті можна зекономити вибравши менш потужну систему яка в той же час зможе змінювати необхідні об'єми повітря а в другому виникне ситуація коли

необхідно буде придбати іншу установку яка буде виконувати поставлену перед нею роботу в повному обсязі.

-також коли мова йде про квартири та приватні житлові будинки слід врахувати в яких приміщеннях буде працювати установка і де є необхідність в установці шумоглушника а де такої потреби немає. Зазвичай шумоглушник встановлюють коли вентиляція буде відбуватися в житлових кімнатах де більшу частину часу буде проводити людина і де є необхідність у створенні спокійної атмосфери і де наявність зайвого шуму буде недоречною. В кухнях та санвузлах же потреба в шумоглушниках не є настільки гострою і в даній ситуації установкою цього обладнання можна знехтувати.

Як було згадано вище основою будь – якої механічної системи вентиляції є вентилятор.

Вентилятор це механізм який слугує для подачі свіжого та видалення відпрацьованого повітря із приміщення, та переміщення повітря по повітроводам за рахунок створюваного ним перепаду тиску на вході до вентилятора та на виході з нього.

Одними із найбільш простих є осьові вентилятори. Такі вентилятори зазвичай розміщують в отворах які створюють в огорожуючих конструкціях. Завдяки простоті конструкції такі вентилятори доволі не складні в експлуатації та вельми дешеві, проте з іншого боку висока продуктивність не є їхньою сильною стороною. Тож цей тип застосовують в ситуаціях де вам не потрібен потужний вентилятор та якась складна система вентиляції. Найчастіше такі нагнітачі можна побачити в градирнях, овочебазах та місцях утримання худоби.

Зазвичай для об'єктів промисловості та підприємств підбирають такі вентилятори які будуть працювати в умовах підвищеної забрудненості повітря та які матимуть значну потужність. Саме такими є відцентрові

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

вентилятори, які ще відомі під назвою равлик через будову яка ззовні нагадує мушлю.

Дахові вентилятори є популярним варіантом там, де є необхідність зекономити, але в той же час отримати більш продуктивний нагнітач аніж осьовий. Економія досягається в можливості працювати без використання повітропроводів. Як можна зрозуміти із назви вони встановлюються на даху, та мають спеціальний захист двигуна від вологи та інших негативних явищ які може принести з собою негода. Найчастіше за все їх можна побачити в місцях з великим скупченням людей, таких як навчальні заклади, дитсадки, спортклуби, офіси і т.п.

У випадках коли необхідна вентиляція, але зовнішнє повітря має в собі високу концентрацію пилу, то застосовують пилові вентилятори, які завдяки особливій конструкції лопаток та робочого колеса загалом не допускають потрапляння пилу в середину приміщення, проте є момент, що якщо розмір частинок буде занадто великим, то робоче колесо може не витримати, тож в таких ситуаціях необхідно підбирати вентилятор згідно його паспортних даних, або ж хоча б перед вентилятором поставити додатковий захист у вигляді сітки.

Важливим елементом будь – якої котельні є димосос. Застосовують його для видалення газів із підвищеною температурою після спалювання різноманітних типів палива. робоче колесо в нього подібне до відцентрового а корпус нагадує пиловий.

В будь – якому приміщенні крім звичайної системи вентиляції має ще бути система з вентилятором димовидалення. На відміну від всіх інших типів вентиляторів цей працює лише на видалення і не повітря а диму у разі виникнення пожежі. Через надзвичайну важливість цього обладнання, де ціною за будь – яку несправність може стати людське життя, кожен такий пристрій обов’язково проходить тестування та сертифікацію.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

У випадку коли відбувається реконструкція будівлі та в ній наявні вентиляційні шахти то це ідеальна можливість для встановлення каналних вентиляторів. Залежно від форми шахти вони можуть бути як квадратними так і прямокутними чи навіть круглими. Простота експлуатації, безшумність роботи та тривалий час праці є візитною картою цих нагнітачів.

Вибухозахищені вентилятор, як слідує із назви є модифікацією звичайного вентилятора з тією відмінністю, що в них вбудований захист від виникнення іскри, що є необхідною умовою, так як такі вентилятори застосовують в середовищах з підвищеною вибухонебезпечністю.

Останнім з класифікації вентиляторів можна виділити нагнітачі спеціального призначення. По своїй суті це промислові вентилятори, які модифіковані таким чином, щоб працювати за конкретних умов із максимально можливим КПД.

Окрім вентилятора, не менш важливим елементом системи вентиляції є зворотній клапан. Цей клапан призначений для унеможливлення виникнення зворотної тяги у вентиляційному каналі. Іноколи виникають ситуації, коли почався процес видалення відпрацьованого повітря яке може бути забрудненим, або ж просто мати неприємний запах. Але в певний момент цей процес переривається і повітря, що не встигло видалитися залишається в каналі. Завдяки своїм властивостям у нього зберігається потенційна можливість повернутися по каналу назад. Або ж може бути і більш негативний сценарій, коли в одному з приміщень може виникнути пожежа і в цьому випадку агрегат зможе запобігти поширенню диму по будівлі. І для запобігання подібним сценаріям і використовують зворотній клапан. За своєю будовою зворотній клапан нагадує шмат повітропроводу з перемичкою всередині. Цей клапан може бути, круглим, прямокутним чи квадратним. Тобто повністю повторювати розміри тієї

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



ділянки повітропроводу на якій він буде розміщений. Така будова є однозначною перевагою, так як відсутня потреба в переплануванні системи вентиляції, чи врахуванні додаткового місця під клапан, так як клапан буде ідентичного розміру з повітроводом.

Зворотні клапани, в основному, поділяються на промислові та побутові. Проте залежно від сфери застосування розподіл може бути трохи ширшим.

### **Одноствулковий зворотний клапан гравітаційної дії**

Принцип роботи такого клапану полягає ось в чому. Прямує з приміщення повітря створює тиск на стул клапану, тим самим змушуючи його відкритися, щоб дати дорогу повітрю, яке прямує по вентиляційних каналах. У випадку, коли повітря більше не надходить, або ж виникає, вище згадана, зворотня тяга, то на стулку не буде створюватися тиск, відповідно клапан залишиться зачиненим. За рахунок вище описаного стає зрозуміло, що подібний клапан це чудовий вибір для побутової системи вентиляції без механічного спонукання, або ж з вентилятором малої потужності.

### **2. Зворотний двостулковий клапан із пружиною**

Цей тип завдяки будові яка складається з двох гравітаційних пелюсток називають метеликом, через схожість. У разі виникнення надлишкового тиску в середині системи пелюстки щільно закриваються. А задля покращення ефекту, пелюстки нерідко дообладнують пружинами.

### **3. Зворотний клапан – гнучка мембрана**

Мембрану найчастіше використовують в системі яка обладнана побутовим вентилятором в кухні, санвузлі чи у ванній кімнаті, коли повітряний потік створює незначний тиск а впоратися із зворотнім ходом повітря в системі допомагають пелюстки. Задля запобігання ситуацій коли повітряний потік може сформувати такий тиске який зможе пошкодити мембрану краще заздалегідь подбати про встановлення ребер жорсткості.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

### З чого виготовлений клапан для витяжки

Зазвичай матеріал для зворотнього клапану підбирають згідно сфери його застосування та тих задач задля яких він, власне, буде встановлений. Для побутових зворотніх клапанів, де на них немає значних навантажень та рідко зустрічаються відносно високі тиски часто використовують легкі матеріали по типу пластику, перевагою даного матеріалу є те, що він не має вразливості під вологою, та потрібні значні тиски, щоб його деформувати, тож завдяки сукупності вище перерахованого можна вважати доцільним використання таких клапанів в будь якій частині приміщення, або ж підійде оцинкована сталь товщини 0,5. При необхідності заміна такого клапану проходить без особливих складнощів, а вартість на варіант з пластику завжди досить низька, через широке розповсюдження пластику.

Для промислових систем вентиляції де зазвичай потрібен більш складний та значно надійніший клапан, пластикові варіанти застосовуються доволі таки рідко. Зазвичай перевагу надають клапанам з оцинкованої сталі з підвищеною міцністю. Матеріал так само легкий та волога не чинить на нього жодного ефекту. Цей матеріал не піддається корозії, володіє тривалим терміном служби та являє собою безшумну та надійну частину системи вентиляції.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

## Проблематика роботи

Згідно різних оцінок, в Україні станом на 2021 рік налічувалось близько 6 мільйонів приватних та 680 тисяч багатоповерхових будинків. З яких сімдесят п'ять відсотків складають будинки, які були побудовані ще в радянські часи, орієнтовно з 1946 і по 1991 роки. В часи срср ним було окуповано багато країн, і відповідно значні обсяги енергоносіїв, це і сама росія, і Казахстан і Азербайджан, і сама Україна чийм газом, який видобувався на Львівщині опалювалася столиця кривавої імперії – москва. З цього екскурсу в історію стає зрозуміло, що проблем з енергоресурсами в совку не було. Відповідно не було необхідності щось вигадувати, щоб зробити будинки енергоефективними. Якщо десь комусь холодно, то можна просто підкинути вугілля, або спалити на декілька кубів газу більше. Саме за таким принципом відбувалися опалювальні сезони в радянському союзі.

Проте час йшов, союз розвалився, а проблема енергоефективності залишилася з нами наче привид соціалізму. Крім того термін експлуатації значної частини цих будівель давно вже вийшов, що посилює проблему енергозаощадження.

Більша частина з радянського спадку у вигляді будівель давно потребує якщо не демонтажу, то хоча б реконструкції із паралельною термомодернізацією, що передбачає утеплення стін, стелі та підлоги, заміну вікон та дверей і теплову ізоляцію труб систем опалення по будинку, так як все це основні місця де відбуваються втрати тепла. Крім того в багатоквартирних будинках можна буде поставити індивідуальні теплові пункти а до квартир застосувати індивідуальні квартирні пункти.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Крім очевидних переваг у вигляді зменшених платіжок за опалення, термомодернізація в собі несе спосіб заощадження енергоресурсів, так як з початком російської агресії в 2014 році вугільно – видобувні регіони в певному складі стали не контрольованими українським урядом а після 2022 року більша частина підконтрольних регіонів донеччини та луганщини де було найбільше вугільних шахт потрапили під окупацію, крім того закупки російського газу, як це було до агресії стали не доступними і в результаті цього Україна стала закупляти енергоресурси з Європи та посилила газовидобування на Харківщині та на Полтавщині. Тож цілком очевидно, що кожен зекономлений куб газу та кілограм вугілля є надзвичайно важливими для енергетичної незалежності нашої держави.

Певною альтернативою всьому цьому могла б стати альтернативна енергетика, однак для більшості відомих видів альтернативного енерговидобування Україна має не вигідне географічне положення. Для видобування сонячної енергії в нас недостатня кількість сонця днів, для вітрової енергії найбільш сприятливі регіони це Крим, та інші морські області, значна площа яких зараз під окупацією, а для гідро електро станцій в нас не так багато місць спуску води, де зазвичай цю роль виконують гори. Крім того руснею була зруйнована одна з небагатьох ГЕС нашої країни – Каховська ГЕС. Тож в певній мірі виходом може стати побудова ще декількох Атомних електро Станцій які працюють від розпаду радіоактивних елементів, це дозволить зменшити нашу залежність від ТЕЦ і відповідно від вугілля, та використання котелень на вторинних енергоресурсах, або ж на відновлюваних джерелах енергії. Для приватних будинків цікавим варіантом може стати використання теплового насосу.

Проте питання термомодернізації упирається ще в одну проблему. Кошти на утеплення. Чимала частина населення немає достатньої кількості фінансів щоб утеплити будинки щоб побачити економічний ефект від проведених

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

робіт через декілька років. Згідно оцінок за той самий 2021 рік вартість термомодернізації всіх будівель в Україні становила від 40 до 80 мільярдів євро. Тож стає очевидно, що без значної допомоги з боку держави задача по скороченню енергоспоживання може бути важко або і зовсім недосяжною. А через активні військові дії ціна продовжує збільшуватися.

В 2019 році були також впроваджено класи енергоефективності відповідно до європейських вимог та нові стандарти до нових будівництв. Однак проблема недотримання цих стандартів, нажаль, все ще є актуальною. Позитивним же моментом є те, що європейська мода на енергонезалежні будинки дійшла і до нас і ба більше, наша держава сприяє цьому прийнявши концепцію та затвердивши план на збільшення будинків з нульовим або близьким до нуля енергоспоживанням.

**Метою роботи** є аналіз впливу на економічні показники будинку від системи розумний дім

**Об'єктом дослідження** є приватний будинок котеджного типу, що знаходиться у м. Львів  
предметом дослідження є економічний ефект від запровадження системи розумний дім, та порівняння двох утеплювачів: мінвати та пінопласту у співвідношенні ціна/отриманий ефект у зменшенні тепловтрат.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ДО УТЕПЛЕННЯ

Завдання: «Економічні аспекти проведення термомодернізації та застосування системи "розумний дім" в індивідуальному житловому будинку»

## 1.1 Вихідні дані

В цій частині магістерської роботи були виконанні наступні розрахунки: тепловтрат приміщень, розрахунок опалювальних приладів, гідравлічний розрахунок та підібране обладнання без використання утеплювача

## 1.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини

Запроектований приватний 2-х поверховий житловий будинок котеджного типу.

Висота поверхів в житловому будинку 2.8 м.

Над будинком запроектоване напівпрохідне горище.

Несучі стіни цегляні багат шарові ( $\delta = 510\text{мм}$ )

Водозбір з покрівлі організований, внутрішній через водоприймальні воронки. Орієнтація головного фасаду будівлі Пд.

Параметри водяної теплової мережі 150-70°C.

Опалювальні прилади: сталеві радіатори Korado

Температурний перепад системи опалення 95 /75 °C.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

### 1.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва

У відповідності до виданого завдання вказую кліматологічні дані місця будівництва для м. Львів згідно [2]:

- температура холодної п'ятиденки  $t_{н5} = -19\text{ }^\circ\text{C}$ ,
- середня температура опалювального періоду  $t_{ср.оп} = 0,4\text{ }^\circ\text{C}$
- тривалість опалювального періоду  $Z_{оп.п} = 179$  діб

Дані по вітру за січень зводимо в таблицю (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 Швидкість та повторювальність вітру за січень

Пн.	Пн-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
4,4/ 3,6	3,5 /2.9	8,5/3,4	19,8 / 4,1	8,0/ 3,5	15,5/4,5	27,9/5,1	12,4/4,5

### 1.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для приміщень цивільних будинків слід приймати згідно [1]:

- температура в кутовій кімнаті  $t_e = 20\text{ }^\circ\text{C}$
- температура в рядовій кімнаті  $t_e = 18\text{ }^\circ\text{C}$
- температура в кухнях  $t_e = 15\text{ }^\circ\text{C}$
- температура у санвузлах  $t_e = 22\text{ }^\circ\text{C}$

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок тепловтрат приміщень

#### 2.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувачих конструкцій

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для того, щоб визначити нормативний опір теплопередачі огорожувачих конструкцій, товщину теплової ізоляції для масивних огорож, підібрати конструкцію заповнення вікон та дверей. Для зовнішніх огорожувачих конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4°C та більше, обов'язкове виконання умов [1]:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$$

де  $R_{\Sigma np}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувачих конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт; Теплотехнічний розрахунок стіни

1. Місце будівництва: м. Львів
2. Розрахункова температура внутрішнього повітря:  $t_g = 20^\circ\text{C}$
3. Значення коефіцієнта теплопровідності прийнятих матеріалів:
  - Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині  $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601МНТ.10578424.КМР				



$$\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С});$$

- Розчин вапняно-піщаний  $\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- $\lambda = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С});$

4. Вологісний режим приміщення:  $\varphi_e = 55\%$

5. Температурна зона району будівництва 2 (додаток В ДБН В.2.6-31:2021  
Теплова ізоляція будівель)

Нормативний опір теплопередачі огорожуючої конструкції визначається в залежності від призначення будинку та температурної зони місцевості.

Мінімально допустимий опір теплопередачі:

для зовнішніх стін  $R_0 = 3,5 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$

для перекриття неопалюваних горищ  $R_0 = 5,5 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$

для перекриття над неопалюваними підвалами  $R_0 = 4 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$

для вікон  $R_0 = 0,70 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$

Необхідна товщина утеплювача для зовнішніх стін:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \quad (1)$$

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \left[ R_0 - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \right) \right] \quad (2)$$

де  $\alpha_{\text{вн}}, \alpha_{\text{зовн}}$  – коефіцієнти теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С});$

де  $\delta_i$  – товщина і-го шару багат шарової конструкції;

$\lambda_i$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 2.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Система опалення житлового будинку компенсує втрати теплоти приміщеннями. Додатковим (до системи опалення) джерелом теплоти є побутові теплонадходження. Розрахунок теплової потужності будівлі виконую за формулою

$$Q_{co} = \frac{Q_1 \beta_1 \beta_2 - Q_3}{0,97} \quad (3)$$

де  $Q_1$  – розрахункові теплові втрати будинку, *Вт*

$$Q_1 = \sum (Q_{ms} + Q_{inf}) \quad (4)$$

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує додаткову теплопередачу в приміщення, яка пов'язана зі збільшенням площі поверхні опалювальних приладів (порівняно з розрахунковою), прийнятих до установки опалювальних приладів;

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з розміщенням опалювальних приладів відносно зовнішніх стін;

$Q_{ms}$  – втрати теплоти через огорожуючі конструкції, *Вт*

$$Q_{ms} = K F (t_e - t_{н5}) n \quad (5)$$

$F$  – площа конструкції,  $m^2$ ;

$K = \frac{1}{R_0^{zn}}$  коефіцієнт теплопередачі конструкції,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;

$Q_{inf}$  – втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого зовнішнього повітря, *Вт*;

Обираємо чотири типи кімнат (кутова, рядова, кухня та сходові клітина), що є в житловому будинку та виконуємо розрахунок тепловтрат. Подальший розрахунок ведемо в табличній формі (табл. 2.1)

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таблиця 2.1

№ кімнати	назва кімн	огороження				к	tan-tzn*n	Qтв	надбавки			Qогр
		тип	орієнт	а*в	F				вітер	орієнт	1+P/1	
1	вітальня	стіна	сх	5,47*2,10	11,487	0,31	39	138,878		10	1,1	149,97783
		стіна	пн	8,16*2,10	17,136	0,31	39	207,174		10	1,1	218,27424
		стіна	зх	5,47*2,10	11,487	0,31	39	138,878	5	5	1,05	149,92783
		ост	сх	1,30*0,70	0,91	2,7	39	95,823		10	1,1	106,923
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	2,7	39	95,823		10	1,1	106,923
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	2,7	39	95,823		10	1,1	106,923
		пп			34,8	0,26	23,4	211,723				
		гп		34,8	0,3	35,1	366,444					366,444
2	санвузол	стіна	зх	1,53*2,10	3,21	0,31	41	40,8372	5	5	1,05	51,88723
		пп			2,80	0,26	24,6	17,9088				17,9088
		гп			2,8	0,3	36,9	30,996				30,996
3	кухня	стіна	пд	2,99*2,10	6,279	0,31	36	70,0736				70,07364
		стіна	сх	3,07*2,10	6,447	0,31	36	71,9485		10	1,1	83,04852
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	2,7	36	88,452				88,452
		пп			8,9	0,26	21,6	49,9824				49,9824
		гп			8,9	0,3	32,4	86,508				86,508
4	топочна	стіна	пд	2,73*2,10	5,733	0,31	43	76,4209				76,42089
		стіна	зх	1,45*2,10	3,045	0,31	43	40,5899	5	5	1,05	51,63985
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	2,7	43	105,651				105,651
		пп			3,6	0,26	25,8	24,1488				24,1488
		гп		3,6	0,3	38,7	41,796				41,796	
5	санвузол	стіна	пд	2,89*2,10	6,069	0,31	43	80,8998				80,89977
		стіна	зх	2,99*2,10	6,279	0,31	43	83,6991	5	5	1,05	94,74907
		гп			7	0,3	38,7	81,27				81,27
		пп			7	0,26	25,8	46,956				46,956
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	2,7	43	105,651				105,651
6	спальня	стіна	пд	5,21*2,10	10,941	0,31	39	132,277				132,27669
		стіна	сх	2,89*2,10	6,069	0,31	39	73,3742		10	1,1	84,47421
		гп			9,1	0,3	35,1	95,823				95,823
		пп			9,1	0,26	23,4	55,3644				55,3644
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	2,7	39	95,823				95,823
7	спальня	стіна	сх	4,10*2,10	8,61	0,31	39	104,095		10	1,1	115,1949
		стіна	пн	4,27*2,10	8,967	0,31	39	108,411		10	1,1	119,51103
		гп			11,1	0,3	35,1	116,883				116,883
		пп			11,1	0,26	23,4	67,5324				67,5324
		ост	сх	1,30*0,70	0,91	2,7	39	95,823		10	1,1	106,923
8	спальня	стіна	пн	4,01*2,10	8,421	0,31	39	101,81		10	1,1	112,90989
		стіна	зх	2,27*2,10	4,767	0,31	39	57,633	5	5	1,05	68,68303
		гп			8	0,3	35,1	84,24				84,24
		пп		8	0,26	23,4	48,672				48,672	

При розрахунку сумарних тепловтрат для 1 поверху (не враховується горищне перекриття) , 3 поверху (не враховується підвальне та горищне перекриття) , 6 поверху (не враховується підвальне перекриття).

Втрати тепла на інфільтрацію зовнішнього повітря визначаються за формулою:

$$Q_{инф} = \frac{1005}{3600} G_{инф} (t_{\epsilon} - t_{н5}) \text{Вт}; \quad (6)$$

$$G_{инф} = V_n \rho_{\epsilon}; \quad (7)$$

де  $V_n$  – об'єм кімнати ;

$$\rho_{\epsilon} = \frac{353}{273 + t_{\epsilon}} \text{ - густина повітря};$$

$$\text{Отже : } Q_{инф} = 0,28 V_n \frac{353}{273 + t_{\epsilon}} (t_{\epsilon} - t_{н5}); \quad (8)$$

Приклад розрахунку: № 3 :  $Q_{инф} = 0,28 \cdot 24 \frac{353}{273 + 18} (18 - (-22)) = 201 \text{ Вт}$

Розрахунок теплових втрат першого , середнього і останнього поверхів.

$$Q_{мс.} = Q_{огр} + Q_{инф}; \quad (9)$$

$$q = \frac{Q_{мс.}}{F_{np}}; \quad (10)$$

$$\sum Q_{мс} = x + y(n - 2) + z, \quad (11)$$

$F_{np}$  – площа кімнати ;

$n$  – кільк. секцій;

$x$  -  $Q_{мс}$  першого поверху;

$y$  -  $Q_{мс}$  другого поверху;

$z$  -  $Q_{мс}$  останнього поверху .

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розрахунок тепловтрат приміщень, що залишились ведемо в табличній формулі (табл. 2.2).

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 2.2 Тепловтрати приміщень

№	кімната	поверх	Q <sub>огр</sub>	S	теплонад	Q <sub>інф</sub>	Q <sub>тв</sub>	ΣQ <sub>тв</sub>
1	вітальня	1	1050,672	73,08	730,8	961,45345	2012,126	2012,126
2	санвузол	1	69,79603	5,88	58,8	80,774058	150,5701	150,5701
3	кухня	1	291,5566	18,69	186,9	229,32243	520,879	520,879
4	топочна	1	257,8605	5,733	57,33	78,754707	336,6152	336,6152
5	санвузол	2	362,5698	14,7	147	210,35947	572,9293	572,9293
6	спальня	2	408,3969	19,11	191,1	251,41455	659,8115	659,8115
7	спальня	2	458,5119	23,31	233,1	306,6705	765,1824	765,1824
8	спальня	2	265,8329	16,8	168	221,02378	486,8567	486,8567

## 2.2 Розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозміру з урахуванням теплонадходжень від відкрито прокладених у приміщенні трубопроводів. Вихідними величинами для розрахунку є тип опалювального приладу (згідно завдання – МС 140-98) розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкова та кінцева температури теплоносія, температура повітря у приміщенні.

Розрахунок опалювальних приладів ведем в табличній формі.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Таблиця 2.3 Розрахунок опалювальних приладів для двотрубної системи опалення

назва кім поверх	Qном	Qгр	Gгр	tвх	tвих	tпр	dтп	Qпр	Qпр	n	p	v	c	фк	Qн.ч.	B4	Qдоп.в.	
вітальня	1	2012,126	2012,126	69,20136	95	70	82,5	62,5	185,5	1845,176	0,3	0,07	1	1	1,75217261	1053,07864	1,04	1095,202
санвузол	1	150,5701	150,5701	5,178432	95	70	82,5	60,5	149,1	16,38009	0,3	0,07	1	1	1,45440455	11,2624017	1,04	11,7129
кухня	1	520,879	520,879	17,91416	95	70	82,5	65,5	229,8	314,059	0,3	0,07	1	1	1,60511305	195,661603	1,04	203,4881
топична	1	336,6152	336,6152	11,57693	95	70	82,5	60,5	185,5	169,6652	0,3	0,07	1	1	1,33866076	110,268131	1,04	114,6789
санвузол	2	572,9293	572,9293	19,70428	95	70	82,5	58,5	185,5	405,9793	0,3	0,07	1	1	1,58918363	255,464068	1,04	265,6826
стальня	2	659,8115	659,8115	22,69235	95	70	82,5	62,5	185,5	492,8615	0,3	0,07	1	1	1,62061712	304,119614	1,04	316,2844
стальня	2	765,1824	765,1824	26,31628	95	70	82,5	62,5	185,5	765,1824	0,3	0,07	1	1	1,63751234	467,283457	1,04	485,9748
стальня	2	486,8567	486,8567	16,74406	95	70	82,5	62,5	149,1	352,6667	0,3	0,07	1	1	1,58649648	222,292773	1,04	231,1845



### 2.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Мета гідравлічного розрахунку підібрати такі діаметри трубопроводів, щоб вони забезпечували проходження розрахункових витрат теплоносія, для передачі заданої кількості теплоти кожному приладу.

На схему системи опалення наносять теплові навантаження кожного опалювального приладу, рівні тепловтратам приміщення. Крім того, вказують довжину кожної розрахункової ділянки. Розрахунковою ділянкою називається відрізок трубопроводу одного діаметра з постійними витратами теплоносія. Однотрубний стояк можна розглядати як одну розрахункову ділянку.

Різниця тисків перед насосом

(14)

де  $\Delta P_{\text{имп}} = 20$  кПа втрати тиску в ІТП

Різниця тисків в подаючій та зворотній магістралі

$$\Delta P_{\text{тм}} = P_{\text{под}} - P_{\text{звор}} = 70 \text{ кПа}$$

Різниця тисків після насоса

$$\Delta P_{\text{н}} = \frac{\Delta P}{1,4(1+\alpha)^2} = \frac{150}{1,4(1+0,485)^2} = 48500 \text{ Па} \quad (15)$$

Природній циркуляційний тиск

$$\Delta P_e = g\beta \frac{\sum(Q_i \cdot h_i)\beta_1 \cdot \beta_2}{1,163G_{\text{cm i}}} \quad (16)$$

Розрахунковий циркуляційний тиск

$$\Delta P_p = \Delta P + \Delta P_e \quad (17)$$

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## 2.4 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення

Таблиця 2.4 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення

Номер ділянки	Qділ, Вт	G, кг/год	l, м	d, мм	v, м/с	P	RI, Па	$\Sigma \xi$	z	RI+z, Па
1-К	4799,933	316	0,30	25	0.149	16	4,8	10	117	121,8
2-1	3500,806	231	1,38	25	0,115	12	16,56	14,5	90,6	107,16
3-2	3489,093	226	6,97	25	0,115	12	83,64	14,5	90,6	174,24
4-3	2393,892	156	6,80	20	0,132	22	149,6	14,5	316,6	466,2
5-4	1298,69	87	4,79	15	0,129	32	153,28	13	107,4	260,68
ст3	203,4881	18	3,60	10	0.039	4	14,4	14,5	10,95	25,35
4'-5'	1298,69	87	4,79	15	0,129	32	153,28	13	107,4	260,68
4'-3'	2393,892	156	6,80	20	0,132	22	149,6	14,5	316,6	466,2
3'-2'	3489,093	226	6,97	25	0,115	12	83,64	14,5	90,6	174,24
2'-1'	3500,806	231	1,38	25	0,115	12	16,56	14,5	90,6	107,16
<b>1'-К'</b>	<b>4799,933</b>	<b>316</b>	<b>0,30</b>	<b>25</b>	<b>0.149</b>	<b>16</b>	<b>4,8</b>	<b>10</b>	<b>117</b>	<b>121,8</b>

herz 4017

налаштування4

785,51

7-1	1299,126	85	2,70	20	0,070	6,5	17,55	13	91,5	109,05
8-7	1033,444	66	0,70	15	0,098	19	13,3	13	63,6	76,9
9-8	717,1593	43	3,40	10	0.092	16	54,4	23,5	91	145,4
ст8	231,1845	17	15,31	10	0.037	3,80	58,178	14,5	8,98	67,158
9'-8'	717,1593	43	6,76	10	0.092	16	108,16	23,5	91	199,16
8'-7'	1033,444	66	0,70	15	0,098	19	13,3	13	63,6	76,9
7'-1'	1299,126	85	2,7	20	0,070	6,5	17,55	13	91,5	109,05

783,618

Специфікація для системи опалення без використання утеплювача:

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	17,3	36,5	631,45
труба поліпропіленова 20	м	19	24,8	471,2
труба поліпропіленова 15	м	10,98	17	186,66
труба поліпропіленова 10	м	29,07	8,31	241,5717
Корадо 11-К 400x500	шт	4	4173	16692
Корадо 11-К 400x600	шт	1	4600	4600
Корадо 11-К 400x700	шт	2	5034	10068
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ- KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
Насос IMP PUMPS SAN ECO PRO 15/15 В	шт	1	9200	9200
				66752,0817

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

601МНТ.10578424.КМР

Арк.

59

# 3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ УТЕПЛЮВАЧА МІНВАТИ

## 3.1 Вихідні дані

В даній частині був виконаний розрахунок тепловтрат приміщення, опалювальних приладів, гідравлічний розрахунок, та було підібране обладнання, з використанням утеплювача, а саме мінеральної вати, товщиною 10 сантиметрів

## 3.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини

Запроектований 2-х поверховий житловий будинок котеджного типу

Висота поверхів в житловому будинку 2.8 м.

Над будинком запроектоване напівпрохідне горище.

Несучі стіни цегляні багат шарові ( $\delta = 510\text{мм}$ )

Утеплювач мінеральна вата, товщина 10см

Водозбір з покрівлі організований, внутрішній через водоприймальні воронки. Орієнтація головного фасаду будівлі Пд.

Параметри водяної теплової мережі 150-70°C.

Опалювальні прилади: сталеві радіатори Korado

Температурний перепад системи опалення 95 /75 °C.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

### 3.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва

На основі виданого завдання вибираю кліматологічні дані місця будівництва для м. Львів згідно [2]:

- температура холодної п'ятиденки  $t_{n5} = -19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- середня температура опалювального періоду  $t_{cp.on} = 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- тривалість опалювального періоду  $Z_{оп.п} = 179$  діб

Дані по вітру за січень зводимо в таблицю (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 Швидкість та повторювальність вітру за січень

Пн.	Пн-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
4,4/ 3,6	3,5 /2.9	8,5/3,4	19,8 / 4,1	8,0/ 3,5	15,5/4,5	27,9/5,1	12,4/4,5

### 3.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для приміщень цивільних будинків слід приймати згідно [1]:

- температура в кутовій кімнаті  $t_e = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура в рядовій кімнаті  $t_e = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура в кухнях  $t_e = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура у санвузлі  $t_e = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Розрахунок тепловтрат приміщень

#### 4.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувачих конструкцій

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для того, щоб визначити нормативний опір теплопередачі огорожувачих конструкцій, товщину теплової ізоляції для масивних огорож, підібрати конструкцію заповнення вікон та дверей. Для зовнішніх огорожувачих конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4°C та більше, обов'язкове виконання умов [1]:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$$

де  $R_{\Sigma np}$  – 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, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт; Теплотехнічний розрахунок стіни

6. Місце будівництва: м. Львів

7. Розрахункова температура внутрішнього повітря:  $t_g = 20^\circ\text{C}$

8. Значення коефіцієнта теплопровідності прийнятих матеріалів:

- Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині  $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ;

										Арк.
										62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601МНТ.10578424.КМР					

$$\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$$

- Розчин вапняно-піщаний  $\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- $\lambda = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$

9. Вологісний режим приміщення:  $\varphi_e = 55\%$

10. Температурна зона району будівництва 2 (додаток В ДБН В.2.6-31:2021  
Теплова ізоляція будівель)

Нормативний опір теплопередачі огорожуючої конструкції визначається в залежності від призначення будинку та температурної зони місцевості.

Мінімально допустимий опір теплопередачі:

для зовнішніх стін  $R_0 = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для перекриття неопалюваних горищ  $R_0 = 5,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для перекриття над неопалюваними підвалами  $R_0 = 4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для вікон  $R_0 = 0,70 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

Необхідна товщина утеплювача для зовнішніх стін:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \quad (1)$$

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \left[ R_0 - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \right) \right] \quad (2)$$

де  $\alpha_{\text{вн}}, \alpha_{\text{зовн}}$  – коефіцієнти теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$

де  $\delta_i$  – товщина і-го шару багат шарової конструкції;

$\lambda_i$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}).$

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

#### 4.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Система опалення житлового будинку компенсує втрати теплоти приміщеннями. Додатковим (до системи опалення) джерелом теплоти є побутові теплонадходження. Розрахунок теплової потужності будівлі виконую за формулою

$$Q_{co} = \frac{Q_1 \beta_1 \beta_2 - Q_3}{0,97} \quad (3)$$

де  $Q_1$  – розрахункові теплові втрати будинку, *Вт*

$$Q_1 = \sum (Q_{ms} + Q_{inf}) \quad (4)$$

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує додаткову теплопередачу в приміщення, яка пов'язана зі збільшенням площі поверхні опалювальних приладів (порівняно з розрахунковою), прийнятих до установки опалювальних приладів;

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з розміщенням опалювальних приладів відносно зовнішніх стін;

$Q_{ms}$  – втрати теплоти через огорожуючі конструкції, *Вт*

$$Q_{ms} = K F (t_e - t_{н5}) n \quad (5)$$

$F$  – площа конструкції, м<sup>2</sup>;

$K = \frac{1}{R_0^{zn}}$  коефіцієнт теплопередачі конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$Q_{inf}$  – втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого зовнішнього повітря, *Вт*;

Обираємо чотири типи кімнат (кутова, рядова, кухня та сходові клітина), що є в житловому будинку та виконуємо розрахунок тепловтрат. Подальший розрахунок ведемо в табличній формі (таблиця. 3.2)

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



Таблиця. 3.2

№ кімнати	назва кімн.	огороження					к	твп-тзп*п	Qтв	надбавки			Qогр
		тип	орієнт	а*в	F	вітер				орієнт	1+P/1		
1	вітальня	стіна	ск	5,47*2,10	11,487	0,23	39	103,038		10	1,1	114,13839	
		стіна	пн	8,16*2,10	17,136	0,23	39	153,71		10	1,1	164,80992	
		стіна	зх	5,47*2,10	11,487	0,23	39	103,038	5	5	1,05	114,08839	
		ост	ск	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943	
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943	
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943	
		пп			34,8	0,18	23,4	146,578					146,5776
2	санвузол	гп			34,8	0,16	35,1	195,437				195,4368	
		стіна	зх	1,53*2,10	3,21	0,23	41	30,2986	5	5	1,05	41,34859	
		пп			2,80	0,18	24,6	12,3984				12,3984	
3	кухня	гп			2,8	0,16	36,9	16,5312				16,5312	
		стіна	пд	2,99*2,10	6,279	0,23	36	51,9901				51,99012	
		стіна	ск	3,07*2,10	6,447	0,23	36	53,3812		10	1,1	64,48116	
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	36	22,932				22,932	
		пп			8,9	0,18	21,6	34,6032				34,6032	
4	топочна	гп			8,9	0,16	32,4	46,1376				46,1376	
		стіна	пд	2,73*2,10	5,733	0,23	43	56,6994				56,69937	
		стіна	зх	1,45*2,10	3,045	0,23	43	30,1151	5	5	1,05	41,16505	
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	43	27,391				27,391	
		пп			3,6	0,18	25,8	16,7184				16,7184	
5	санвузол	гп			3,6	0,16	38,7	22,2912				22,2912	
		стіна	пд	2,89*2,10	6,069	0,23	43	60,0224				60,02241	
		стіна	зх	2,99*2,10	6,279	0,23	43	62,0993	5	5	1,05	73,14931	
		гп			7	0,16	38,7	43,344				43,344	
		пп			7	0,18	25,8	32,508				32,508	
6	спальня	ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	43	27,391				27,391	
		стіна	пд	5,21*2,10	10,941	0,23	39	98,1408				98,14077	
		стіна	ск	2,89*2,10	6,069	0,23	39	54,4389		10	1,1	65,53893	
		гп			9,1	0,16	35,1	51,1056				51,1056	
		пп			9,1	0,18	23,4	38,3292				38,3292	
7	спальня	ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843				24,843	
		стіна	ск	4,10*2,10	8,61	0,23	39	77,2317		10	1,1	88,3317	
		стіна	пн	4,27*2,10	8,967	0,23	39	80,434		10	1,1	91,53399	
		гп			11,1	0,16	35,1	62,3376				62,3376	
		пп			11,1	0,18	23,4	46,7532				46,7532	
8	спальня	ост	ск	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943	
		стіна	пн	4,01*2,10	8,421	0,23	39	75,5364		10	1,1	86,63637	
		стіна	зх	2,27*2,10	4,767	0,23	39	42,76	5	5	1,05	53,80999	
		гп			8	0,16	35,1	44,928				44,928	
		пп			8	0,18	23,4	33,696				33,696	

При розрахунку сумарних тепловтрат для 1 поверху (не враховується горищне перекриття) , 3 поверху (не враховується підвальне та горищне перекриття) , 6 поверху (не враховується підвальне перекриття).

Втрати тепла на інфільтрацію зовнішнього повітря визначаються за формулою:

$$Q_{инф} = \frac{1005}{3600} G_{инф} (t_{\epsilon} - t_{н5}) \text{Вт}; \quad (6)$$

$$G_{инф} = V_n \rho_{\epsilon}; \quad (7)$$

де  $V_n$  – об'єм кімнати ;

$$\rho_{\epsilon} = \frac{353}{273 + t_{\epsilon}} \text{ - густина повітря};$$

$$\text{Отже : } Q_{инф} = 0,28 V_n \frac{353}{273 + t_{\epsilon}} (t_{\epsilon} - t_{н5}); \quad (8)$$

Приклад розрахунку: № 3 :  $Q_{инф} = 0,28 \cdot 24 \frac{353}{273 + 18} (18 - (-22)) = 201 \text{ Вт}$

Розрахунок теплових втрат першого , середнього і останнього поверхів.

$$Q_{те.} = Q_{огр} + Q_{инф}; \quad (9)$$

$$q = \frac{Q_{те.}}{F_{пр}}; \quad (10)$$

$$\sum Q_{те.} = x + y(n - 2) + z, \quad (11)$$

$F_{пр}$  – площа кімнати ;

$n$  – кільк. секцій;

$x$  -  $Q_{те.}$  першого поверху;

$y$  -  $Q_{те.}$  другого поверху;

$z$  -  $Q_{те.}$  останнього поверху .

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Розрахунок тепловтрат приміщень, що залишились ведемо в табличній формулі (табл. 3.3).

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

**Таблиця 3.3 Розрахунок тепловтрат в приміщеннях**

№	кімната	поверх	Qогр	S	теплонад	Qінф	Qтв	ΣQтв
1	вітальня	1	647,4433	73,08	730,8	961,45345	1608,897	1608,897
2	санвузол	1	53,74699	5,88	58,8	80,774058	134,521	134,521
3	кухня	1	174,0065	18,69	186,9	229,32243	403,3289	403,3289
4	топочна	1	141,9738	5,733	57,33	78,754707	220,7285	220,7285
5	санвузол	2	203,9067	14,7	147	210,35947	414,2662	414,2662
6	спальня	2	239,6283	19,11	191,1	251,41455	491,0429	491,0429
7	спальня	2	278,1463	23,31	233,1	306,6705	584,8168	584,8168
8	спальня	2	185,3744	16,8	168	221,02378	406,3981	406,3981

## 4.2 Розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозміру з урахуванням теплонадходжень від відкрито прокладених у приміщенні трубопроводів. Вихідними величинами для розрахунку є тип опалювального приладу розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкова та кінцева температури теплоносія, температура повітря у приміщенні.

Теплові надходження від опалювальних приладів

$$Q_{np} = Q_n - 0,9Q_{mp} \quad (13)$$

$Q_{np}$  - теплові надходження від опалювальних приладів.

$Q_n$  - теплові втрати в приміщенні.

$b$  – поправка на атмосферний тиск,

$c, n, p$  – сталі величини для опалювальних приладів.

Розрахунок опалювальних приладів ведем в табличній формі.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Таблиця 4.1 Розрахунок опалювальних приладів

назва кін.поверх	Оном	Ост	Гст	твк	твк	тпр	Дтм	Опр	Опр	n	p	v	c	фк	Qн.ч	В4	Qдоп.д
вітальня 1	1608,9	1608,9	55,3334	95	70	82,5	62,5	185,5	1441,95	0,3		1	1	1,72496	835,9325156	1,04	869,37
санвузол 1	134,521	134,521	4,62647	95	70	82,5	60,5	149,1	0,33105	0,3		1	1	1,44298	0,229420667	1,04	0,2386
кухня 1	403,329	403,329	13,8714	95	70	82,5	65,5	229,8	196,509	0,3		1	1	1,57663	124,6384535	1,04	129,624
топочня 1	220,729	220,729	7,59133	95	70	82,5	60,5	185,5	53,7785	0,3		1	1	1,49387	35,99940265	1,04	37,4394
санвузол 2	414,266	414,266	14,2475	95	70	82,5	58,5	185,5	247,316	0,3		1	1	1,53352	159,197404	1,04	165,565
спальня 2	491,043	491,043	16,888	95	70	82,5	62,5	185,5	324,093	0,3		1	1	1,58745	204,1597206	1,04	212,326
спальня 2	584,817	584,817	20,1131	95	70	82,5	62,5	185,5	584,817	0,3		1	1	1,60699	363,9212458	1,04	378,478
спальня 2	406,398	406,398	13,9789	95	70	82,5	62,5	149,1	272,208	0,3		1	1	1,56656	173,7614607	1,04	180,712

### 4.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Мета гідравлічного розрахунку підібрати такі діаметри трубопроводів, щоб вони забезпечували проходження розрахункових витрат теплоносія, для передачі заданої кількості теплоти кожному приладу.

В магістерській роботі виконується гідравлічний розрахунок головного кільця циркуляції і "ув'язка" одного ближнього стояка. При цьому, крім діаметрів магістральних ділянок і дальнього стояка розраховується і діаметр ближнього стояка.

На схему системи опалення наносять теплові навантаження кожного опалювального приладу, рівні тепловтратам приміщення. Крім того, вказують довжину кожної розрахункової ділянки. Розрахунковою ділянкою називається відрізок трубопроводу одного діаметра з постійними витратами теплоносія. Однотрубний стояк можна розглядати як одну розрахункову ділянку.

Різниця тисків перед насосом

(14)

де  $\Delta P_{\text{имп}} = 20$  кПа втрати тиску в ІТП

Різниця тисків в подаючій та зворотній магістралі

$$\Delta P_{\text{тм}} = P_{\text{под}} - P_{\text{звор}} = 70 \text{ кПа}$$

Різниця тисків після насоса

$$\Delta P_{\text{н}} = \frac{\Delta P}{1,4(1+i)^2} = \frac{150}{1,4(1+0,485)^2} = 48500 \text{ Па} \quad (15)$$

Природній циркуляційний тиск

$$\Delta P_e = g\beta \frac{\sum(Q_i \cdot h_i)\beta_1 \cdot \beta_2}{1,163 G_{\text{cmi}}} \quad (16)$$

Розрахунковий циркуляційний тиск

$$\Delta P_p = \Delta P + \Delta P_e \quad (17)$$

### 4.4. Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Таблиця 4.2 Гідралічний розрахунок двохтрубної системи опалення

Номер ділянки	Qділ, Вт	G, кг/год	l, м	d, мм	v, м/с	P	RI, Па	$\Sigma \xi$	z	RI+z, Па
1-К	2806,314	194	0,30	20	0,187	34	10,2	10	176	186,2
2-1	1869,232	129	1,38	20	0,140	20	27,6	14,5	134,1	161,7
3-2	1868,994	124	6,97	20	0,140	20	139,4	14,5	134,1	273,5
4-3	1433,994	97	6,80	15	0,165	40	272	14,5	186,2	458,2
5-4	998,9938	69	4,79	15	0,093	14	67,06	13	55,4	122,46
ст3	129,624	14	3,60	10	0,029	3	10,8	14,5	6,16	16,96
4'-5'	998,9938	69	4,79	15	0,129	14	67,06	13	55,4	122,46
4'-3'	1433,994	97	6,80	15	0,132	40	272	14,5	186,2	458,2
3'-2'	1868,994	124	6,97	20	0,115	20	139,4	14,5	134,1	273,5
2'-1'	1869,232	129	1,38	20	0,115	20	27,6	14,5	134,1	161,7
<b>1'-К'</b>	<b>2806,314</b>	<b>194</b>	<b>0,30</b>	<b>20</b>	<b>0.149</b>	<b>34</b>	<b>10,2</b>	<b>10</b>	<b>176</b>	<b>186,2</b>

Herz 4017 4

621,08

7-1	937,0814	65	2,70	15	0,089	13	35,1	13	55,4	90,5
8-7	771,5161	51	0,70	15	0,069	19	13,3	13	33,58	46,88
9-8	559,19	34	3,40	10	0,073	16	54,4	23,5	43,25	97,65
ст8	180,7119	14	15,31	10	0,029	3,80	58,178	14,5	6,16	64,338
9'-8'	559,19	34	6,76	10	0,073	16	108,16	23,5	43,25	151,41
8'-7'	771,5161	51	0,70	15	0,069	19	13,3	13	33,58	46,88
<b>7'-1'</b>	<b>937,0814</b>	<b>65</b>	<b>2,7</b>	<b>15</b>	<b>0,089</b>	<b>13</b>	<b>35,1</b>	<b>13</b>	<b>55,4</b>	<b>90,5</b>

588,158

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



Специфікація для системи опалення без використання утеплювача:

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	0	36,5	0
труба поліпропіленова 20	м	17,30	24,8	429,04
труба поліпропіленова 15	м	29,98	17	509,66
труба поліпропіленова 10	м	29,07	8,31	241,5717
Корадо 11-К 300x400	шт	4	2839	11356
Корадо 11-К 300x600	шт	1	3495	3495
Корадо 22-К 300x500	шт	2	5246	10492
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ-KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
WILO Star-Z NOVA A	шт	1,00	4700	4700

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

# 5 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ З ВИКОРИСТАННЯМ УТЕПЛЮВАЧА ПІНОПЛАСТУ

## 5.1 Вихідні дані

В даній частині був виконаний розрахунок тепловтрат приміщення, опалювальних приладів, гідравлічний розрахунок, та було підібране обладнання, з використанням утеплювача, а саме пінопласту, товщиною 10 сантиметрів

## 5.2 Призначення будинку та характеристика будівельної частини

Запроектований 2-х поверховий житловий будинок котеджного типу

Висота поверхів в житловому будинку 2.8 м.

Над будинком запроектоване напівпрохідне горище.

Несучі стіни цегляні багат шарові ( $\delta = 510\text{мм}$ )

Утеплювач мінеральна вата, товщина 10см

Водозбір з покрівлі організований, внутрішній через водоприймальні воронки. Орієнтація головного фасаду будівлі Пд.

Параметри водяної теплової мережі 150-70°C.

Опалювальні прилади: сталеві радіатори Korado

Температурний перепад системи опалення 95 /75 °С.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

### 5.3 Основні кліматологічні дані місця будівництва

На основі виданого завдання вибираю кліматологічні дані місця будівництва для м. Львів згідно [2]:

- температура холодної п'ятиденки  $t_{n5} = -19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
- середня температура опалювального періоду  $t_{cp.on} = 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- тривалість опалювального періоду  $Z_{оп.п} = 179$  діб

Дані по вітру за січень зводимо в таблицю (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 Швидкість та повторювальність вітру за січень

Пн.	Пн-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
4,4/ 3,6	3,5 /2.9	8,5/3,4	19,8 / 4,1	8,0/ 3,5	15,5/4,5	27,9/5,1	12,4/4,5

### 5.4 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для приміщень цивільних будинків слід приймати згідно [1]:

- температура в кутовій кімнаті  $t_e = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура в рядовій кімнаті  $t_e = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура в кухнях  $t_e = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура у санвузлі  $t_e = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 6 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Розрахунок тепловтрат приміщень

#### 6.1.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувачих конструкцій

Теплотехнічний розрахунок виконуємо для того, щоб визначити нормативний опір теплопередачі огорожувачих конструкцій, товщину теплової ізоляції для масивних огорож, підібрати конструкцію заповнення вікон та дверей. Для зовнішніх огорожувачих конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4°C та більше, обов'язкове виконання умов [1]:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}$$

де  $R_{\Sigma np}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувачих конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K / Bt$ ;

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції,  $m^2 \cdot K / Bt$ ; Теплотехнічний розрахунок стіни

11. Місце будівництва: м. Львів

12. Розрахункова температура внутрішнього повітря:  $t_g = 20^\circ C$

13. Значення коефіцієнта теплопровідності прийнятих матеріалів:

- Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині  $\rho = 1800 \text{ кг}/m^3$ ;

									Арк.
									76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601МНТ.10578424.КМР				

$$\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$$

- Розчин вапняно-піщаний  $\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;
- $\lambda = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$

14. Вологісний режим приміщення:  $\varphi_e = 55\%$

15. Температурна зона району будівництва 2 (додаток В ДБН В.2.6-31:2021  
Теплова ізоляція будівель)

Нормативний опір теплопередачі огорожуючої конструкції визначається в залежності від призначення будинку та температурної зони місцевості.

Мінімально допустимий опір теплопередачі:

для зовнішніх стін  $R_0 = 3,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для перекриття неопалюваних горищ  $R_0 = 5,5 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для перекриття над неопалюваними підвалами  $R_0 = 4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

для вікон  $R_0 = 0,70 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)}/\text{Вт}$

Необхідна товщина утеплювача для зовнішніх стін:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \quad (1)$$

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \left[ R_0 - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}} \right) \right] \quad (2)$$

де  $\alpha_{\text{вн}}, \alpha_{\text{зовн}}$  – коефіцієнти теплообміну на внутрішній і зовнішній поверхнях огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С});$

де  $\delta_i$  – товщина і-го шару багат шарової конструкції;

$\lambda_i$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С}).$

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## 6.1.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Система опалення житлового будинку компенсує втрати теплоти приміщеннями. Додатковим (до системи опалення) джерелом теплоти є побутові теплонадходження. Розрахунок теплової потужності будівлі виконую за формулою

$$Q_{co} = \frac{Q_1 \beta_1 \beta_2 - Q_3}{0,97} \quad (3)$$

де  $Q_1$  – розрахункові теплові втрати будинку, *Вт*

$$Q_1 = \sum (Q_{ms} + Q_{inf}) \quad (4)$$

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує додаткову теплопередачу в приміщення, яка пов'язана зі збільшенням площі поверхні опалювальних приладів (порівняно з розрахунковою), прийнятих до установки опалювальних приладів;

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з розміщенням опалювальних приладів відносно зовнішніх стін;

$Q_{ms}$  – втрати теплоти через огорожуючі конструкції, *Вт*

$$Q_{ms} = K F (t_e - t_{н5}) n \quad (5)$$

$F$  – площа конструкції,  $m^2$ ;

$K = \frac{1}{R_0^{zn}}$  коефіцієнт теплопередачі конструкції,  $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ;

$Q_{inf}$  – втрати теплоти на нагрівання інфільтрованого зовнішнього повітря, *Вт*;

Обираємо чотири типи кімнат (кутова, рядова, кухня та сходові клітина), що є в житловому будинку та виконуємо розрахунок тепловтрат. Подальший розрахунок ведемо в табличній формі (таблиця. 3.2)

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Таблиця. 6.2

№ кімнати	назва кімнати	огороження				к	tвн-tзн*п	Qтв	надбавки			Qогр
		тип	орієнт	а*в	F				вітер	орієнт	1+P/1	
1	вітальня	стіна	сх	5,47*2,10	11,487	0,17	39	76,1588		10	1,1	87,25881
		стіна	пн	8,16*2,10	17,136	0,17	39	113,612		10	1,1	124,71168
		стіна	зх	5,47*2,10	11,487	0,17	39	76,1588	5	5	1,05	87,20881
		ост	сх	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943
		ост	пн	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943
		пп			34,8	0,18	23,4	146,578				
		гп		34,8	0,16	35,1	195,437					195,4368
2	санвузол	стіна	зх	1,53*2,10	3,21	0,17	41	22,3946	5	5	1,05	33,44461
		пп			2,80	0,18	24,6	12,3984				12,3984
		гп			2,8	0,16	36,9	16,5312				16,5312
3	кухня	стіна	пд	2,99*2,10	6,279	0,17	36	38,4275				38,42748
		стіна	сх	3,07*2,10	6,447	0,17	36	39,4556		10	1,1	50,55564
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	36	22,932				22,932
		пп			8,9	0,18	21,6	34,6032				34,6032
		гп		8,9	0,16	32,4	46,1376				46,1376	
4	топочна	стіна	пд	2,73*2,10	5,733	0,17	43	41,9082				41,90823
		стіна	зх	1,45*2,10	3,045	0,17	43	22,259	5	5	1,05	33,30895
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	43	27,391				27,391
		пп			3,6	0,18	25,8	16,7184				16,7184
		гп			3,6	0,16	38,7	22,2912				22,2912
5	санвузол	стіна	пд	2,89*2,10	6,069	0,17	43	44,3644				44,36439
		стіна	зх	2,99*2,10	6,279	0,17	43	45,8995	5	5	1,05	56,94949
		гп			7	0,16	38,7	43,344				43,344
		пп			7	0,18	25,8	32,508				32,508
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	43	27,391				27,391
6	спальня	стіна	пд	5,21*2,10	10,941	0,17	39	72,5388				72,53883
		стіна	сх	2,89*2,10	6,069	0,17	39	40,2375		10	1,1	51,33747
		гп			9,1	0,16	35,1	51,1056				51,1056
		пп			9,1	0,18	23,4	38,3292				38,3292
		ост	пд	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843				24,843
7	спальня	стіна	сх	4,10*2,10	8,61	0,17	39	57,0843		10	1,1	68,1843
		стіна	пн	4,27*2,10	8,967	0,17	39	59,4512		10	1,1	70,55121
		гп			11,1	0,16	35,1	62,3376				62,3376
		пп			11,1	0,18	23,4	46,7532				46,7532
		ост	сх	1,30*0,70	0,91	0,7	39	24,843		10	1,1	35,943
8	спальня	стіна	пн	4,01*2,10	8,421	0,17	39	55,8312		10	1,1	66,93123
		стіна	зх	2,27*2,10	4,767	0,17	39	31,6052	5	5	1,05	42,65521
		гп			8	0,16	35,1	44,928				44,928
		пп		8	0,18	23,4	33,696				33,696	

При розрахунку сумарних тепловтрат для 1 поверху (не враховується горищне перекриття) , 3 поверху (не враховується підвальне та горищне перекриття) , 6 поверху (не враховується підвальне перекриття).

Втрати тепла на інфільтрацію зовнішнього повітря визначаються за формулою:

$$Q_{инф} = \frac{1005}{3600} G_{инф} (t_{в} - t_{н5}) \text{Вт}; \quad (6)$$

$$G_{инф} = V_n \rho_{в}; \quad (7)$$

де  $V_n$  – об'єм кімнати ;

$$\rho_{в} = \frac{353}{273 + t_{в}} \text{ - густина повітря;}$$

$$\text{Отже : } Q_{инф} = 0,28 V_n \frac{353}{273 + t_{в}} (t_{в} - t_{н5}); \quad (8)$$

Приклад розрахунку: № 3 :  $Q_{инф} = 0,28 \cdot 24 \frac{353}{273 + 18} (18 - (-22)) = 201 \text{ Вт}$

Розрахунок теплових втрат першого , середнього і останнього поверхів.

$$Q_{те.} = Q_{огр} + Q_{инф}; \quad (9)$$

$$q = \frac{Q_{те.}}{F_{пр}}; \quad (10)$$

$$\sum Q_{те.} = x + y(n - 2) + z, \quad (11)$$

$F_{пр}$  – площа кімнати ;

$n$  – кільк. секцій;

$x$  -  $Q_{те.}$  першого поверху;

$y$  -  $Q_{те.}$  другого поверху;

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80



$z - Q_{ms}$  останнього поверху .

Розрахунок тепловтрат приміщень, що залишилися ведемо в табличній формулі (табл. 3.3).

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

**Таблиця 6.3 Розрахунок тепловтрат в приміщеннях**

№	кімната	поверх	Q <sub>огр</sub>	S	теплонад	Q <sub>інф</sub>	Q <sub>тв</sub>	ΣQ <sub>тв</sub>
1	вітальня	1	553,5859	73,08	730,8	961,45345	1515,039	1515,039
2	санвузол	1	45,84301	5,88	58,8	80,774058	126,6171	126,6171
3	кухня	1	146,5183	18,69	186,9	229,32243	375,8408	375,8408
4	топочна	1	119,3266	5,733	57,33	78,754707	198,0813	198,0813
5	санвузол	2	172,0489	14,7	147	210,35947	382,4084	382,4084
6	спальня	2	199,8249	19,11	191,1	251,41455	451,2395	451,2395
7	спальня	2	237,0161	23,31	233,1	306,6705	543,6866	543,6866
8	спальня	2	154,5144	16,8	168	221,02378	375,5382	375,5382

## 6.2 Розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозміру з урахуванням теплонадходжень від відкрито прокладених у приміщенні трубопроводів. Вихідними величинами для розрахунку є тип опалювального приладу розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкова та кінцева температури теплоносія, температура повітря у приміщенні.

Теплові надходження від опалювальних приладів

$$Q_{np} = Q_n - 0,9Q_{mp} \quad (13)$$

$Q_{np}$  - теплові надходження від опалювальних приладів.

$Q_n$  - теплові втрати в приміщенні.

$b$  – поправка на атмосферний тиск,

$c, n, p$  – сталі величини для опалювальних приладів.

Розрахунок опалювальних приладів ведем в табличній формі.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Таблиця 6.4

Назва кім	поверх	Оном	Ост	Гст	твх	твх	тпр	дтм	Опр	Опр	п	р	в	с	фк	Оп.у	В4	Одговд
вітальня	1	1515,039	1515,039	52,10549	95	70	82,5	62,5	185,5	1348,089	0,3	0,07	1	1	1,7177134	784,8162234	1,04	816,2089
санвузол	1	126,6171	126,6171	4,354635	95	70	82,5	60,5	131,8	7,997068	0,3	0,07	1	1	1,4368716	5,565610802	1,04	5,788235
кухня	1	375,8408	375,8408	12,92598	95	70	82,5	65,5	229,8	169,0208	0,3	0,07	1	1	1,5688605	107,7347268	1,04	112,0441
топочна	1	198,0813	198,0813	6,812445	95	70	82,5	60,5	185,5	31,13129	0,3	0,07	1	1	1,4825951	20,99783493	1,04	21,83775
санвузол	2	382,4084	382,4084	13,15185	95	70	82,5	58,5	185,5	215,4584	0,3	0,07	1	1	1,5448415	139,4695545	1,04	145,0483
спальня	2	451,2395	451,2395	15,5191	95	70	82,5	62,5	185,5	284,2895	0,3	0,07	1	1	1,5780819	180,1487361	1,04	187,3547
спальня	2	543,6866	543,6866	18,69856	95	70	82,5	62,5	185,5	543,6866	0,3	0,07	1	1	1,5988048	340,0581584	1,04	353,6605
спальня	2	375,5382	375,5382	12,91557	95	70	82,5	62,5	149,1	241,3482	0,3	0,07	1	1	1,557926	154,9163589	1,04	161,113

601МНТ.10578424.КМР

### 6.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Мета гідравлічного розрахунку підібрати такі діаметри трубопроводів, щоб вони забезпечували проходження розрахункових витрат теплоносія, для передачі заданої кількості теплоти кожному приладу.

В магістерській роботі виконується гідравлічний розрахунок головного кільця циркуляції і "ув'язка" одного ближнього стояка. При цьому, крім діаметрів магістральних ділянок і дальнього стояка розраховується і діаметр ближнього стояка.

На схему системи опалення наносять теплові навантаження кожного опалювального приладу, рівні тепловтратам приміщення. Крім того, вказують довжину кожної розрахункової ділянки. Розрахунковою ділянкою називається відрізок трубопроводу одного діаметра з постійними витратами теплоносія. Однотрубний стояк можна розглядати як одну розрахункову ділянку.

Різниця тисків перед насосом

(14)

де  $\Delta P_{\text{имп}} = 20$  кПа втрати тиску в ІТП

Різниця тисків в подаючій та зворотній магістралі

$$\Delta P_{\text{тм}} = P_{\text{под}} - P_{\text{звор}} = 70 \text{ кПа}$$

Різниця тисків після насоса

$$\Delta P_{\text{н}} = \frac{\Delta P}{1,4(1+i)^2} = \frac{150}{1,4(1+0,485)^2} = 48500 \text{ Па} \quad (15)$$

Природній циркуляційний тиск

$$\Delta P_e = g\beta \frac{\sum(Q_i \cdot h_i)\beta_1 \cdot \beta_2}{1,163G_{\text{cmi}}} \quad (16)$$

Розрахунковий циркуляційний тиск

$$\Delta P_p = \Delta P + \Delta P_e \quad (17)$$

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

## 6.4. Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення

Таблиця 4.2 Гідравлічний розрахунок двохтрубної системи опалення

Номер ділянки	Qділ, Вт	G, кг/год	l, м	d, мм	v, м/с	P	RI, Па	$\Sigma \zeta$	z	RI+z, Па
1-К	2213,009	182	0,30	20	0,181	32	9,6	10	167	176,6
2-1	1365,832	121	1,38	20	0,133	18	24,84	14,5	124,7	149,54
3-2	1360,044	117	6,97	20	0,129	17	118,49	14,5	112,6	231,09
4-3	944,0441	65	6,80	15	0,161	38	258,4	14,5	175,1	433,5
5-4	528,0441	39	4,79	10	0,140	40	191,6	13	124,5	316,1
ст3	112,0441	13	3,60	10	0,039	4	14,4	14,5	10,95	25,35
4'-5'	528,0441	39	4,79	10	0,140	40	191,6	13	124,5	316,1
4'-3'	944,0441	65	6,80	15	0,161	38	258,4	14,5	175,1	433,5
3'-2'	1360,044	117	6,97	20	0,129	17	118,49	14,5	112,6	231,09
2'-1'	1365,832	121	1,38	20	0,133	18	24,84	14,5	124,7	149,54
<b>1'-К'</b>	<b>2213,009</b>	<b>182</b>	<b>0,30</b>	<b>20</b>	<b>0,181</b>	<b>32</b>	<b>9,6</b>	<b>10</b>	<b>167</b>	<b>176,6</b>

herz 4017  
налаштування4 839,01

7-1	847,1765	60	2,70	15	0,082	11	29,7	13	91,5	121,2
8-7	702,1282	47	0,70	10	0,101	22	15,4	13	63,6	79
9-8	514,7735	32	3,40	10	0,092	16	54,4	23,5	91	145,4
ст8	161,113	13	15,31	10	0,037	3,80	58,178	14,5	8,98	67,158
9'-8'	514,7735	32	6,76	10	0,092	16	108,16	23,5	91	199,16
8'-7'	702,1282	47	0,70	10	0,101	22	15,4	13	63,6	79
7'-1'	847,1765	60	2,7	20	0,070	11	29,7	13	91,5	121,2

812,118

Специфікація для системи опалення з використанням утеплювача пінопласт:

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	0	36,5	0
труба поліпропіленова 20	м	20	24,8	496
труба поліпропіленова 15	м	16,3	17	277,1
труба поліпропіленова 10	м	40,05	8,31	332,8155
Корадо 11-К 300x400	шт	4	2839	11356
Корадо 11-К 300x600	шт	1	3495	3495
Корадо 22-К 300x500	шт	2	5246	10492
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ- KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
WILO Star-Z NOVA A	шт	1	4700	4700
				55810,1155

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. ВЕНТИЛЯЦІЯ

Розрахунок системи вентиляції відбувався згідно методу розрахунку за кратністю повітрообміну. Було прийнято взяти кратність повітрообміну 3 рази на годину. Опираючись на вище викладене була отримана наступна потреба у потужності системи вентиляції:

приміщення	Vm3	Lm3
вітальня	73,08	219,24
санвузол	5,88	17,64
кухня	18,69	56,07
спальня	16,8	50,4
спальня	23,31	69,93
спальня	14,7	44,1
санвузол	19,11	57,33
		514,71

В даному будинку було запроєктовано декілька систем вентиляції. А саме Витяжна з кухні, дві системи вентиляції у санвузлах, та загальна вентиляція по жилим приміщенням. Таке рішення було обумовлене необхідністю слідувати нормам які прописані в Будівельних стандартах України про вентиляцію. Згідно стандартів на кухні, та санвузлах мають бути окремі системи вентиляції а в жилих приміщеннях можна запроєктувати спільну вентиляцію.

Задля забезпечення витяжної вентиляції в кухні було прийнято рішення використати витяжку PYRAMIDA NR 60 M BLACK продуктивністю до 700м<sup>3</sup>/год

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88





Рисунок 1. PYRAMIDA NR 60 M BLACK

У санвузлах же вентиляцію будуть забезпечувати вентилятори Soler&Palau Silent-100CZ Design з максимальною витратою повітря до 85м<sup>3</sup>/год

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89



рисунок 2 Soler&Palau Silent-100CZ Design

Основна вентиляція буде забезпечуватися за допомогою приточно – витяжної установки aerostar EcoStar EC 500 з наступними характеристиками:

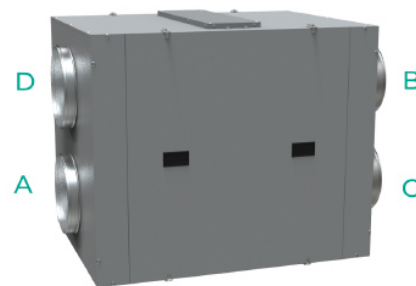
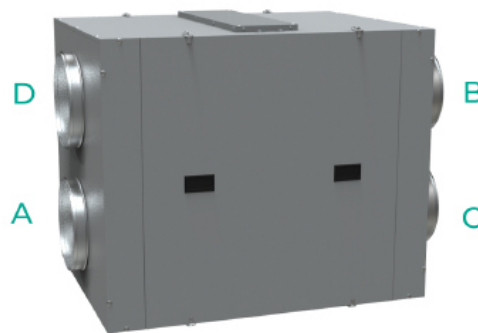
					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дата:	16-11-2023
Пропозиція №:	182331
Підготував:	Alex Filatov

Про проект:	13123
Опис:	Припливно-витяжна установка Aerostar ПВ4
Замовник:	1
Місце:	Київ, Україна
Підготовлено для:	1

**Модель: EcoStar 500 EC X**

ВИТРАТА ПРИПЛИВНОГО ПОВІТРЯ:	500 m <sup>3</sup> /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ПРИТОЦІ	0 Pa
ВИТРАТА ВИТЯЖНОГО ПОВІТРЯ:	500 m <sup>3</sup> /h	ВІЛЬНИЙ ТИСК НА ВИТЯЖЦІ	0 Pa
Швидкість повітря в припливній секції	0.69 m/s	Зимова темп. по проекту	-22 °C
		Швидкість повітря у витяжній секції	0.69 m/s



\* Потоки повітря:

- A - Забір припливного повітря з вулиці
- B - Подача припливного повітря в приміщення
- C - Забір витяжного повітря з приміщення
- D - Викид витяжного повітря на вулицю

Ширина:	mm	498	Висота:	mm	802 + 150
Загальна довжина:	mm	1170	Загальна вага:	kg	92

Номинальне електроспоживання: 1.5 кВт

Розміри установки, вага і комплектація - попередні і можуть бути оптимізовані перед замовленням.

**КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ**

Ізоляція	Мінеральна вата	Товщина панелей	30 mm
Дах	без даху	Внутрішня панель	З оцинкованої сталі
Сторона обслуговування	Права	Зовнішня панель	З пофарбованої оцинкованої сталі RAL7024
Сторона підключення	Права	Ніжки 150 mm	
Підключення повітропроводів	Ø 160 mm		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601MHT.10578424.KMP

Арк.

91

**Електронагрівач (преднагрів)**

Тип теплообмінника	117 A 13/1.2	Встановлена потужність	1.2 kW
Кількість ТЕНів	1	Споживана потужність (ШИМ)	1.2 kW
Кількість електро-ступенів	1(1.2)	Темп. вхід,	-22 °C
Джерело електроенергії	1 ~ 230 V 50 Hz	Відносна вологість на вході	80 %
		Темп. виход,	-14.88 °C
		Відносна вологість на виході	40.71 %

**Синтетич. / Метал. Фільтр**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий	
G4(ISO Coarse 70% ) N°1 435 x 328 x 25 mm	
Площа фільтраційного матеріалу 0.3 м²	
Клас енергоефективності фільтра: E	
Падіння тиску на чистому фільтрі 48 Pa	
Розрахункове падіння тиску на фільтрі 124 Pa	
Втрата тиску забруд. фільтру 200 Pa	

**Синтетич. / Метал. Фільтр**

Тип - Касетний фільтр, плісований синтетичний/металевий	
G4(ISO Coarse 70% ) N°1 435 x 328 x 25 mm	
Площа фільтраційного матеріалу 0.3 м²	
Клас енергоефективності фільтра: E	
Падіння тиску на чистому фільтрі 48 Pa	
Розрахункове падіння тиску на фільтрі 124 Pa	
Втрата тиску забруд. фільтру 200 Pa	

**Пластиначий рекуператор**

**N°2 REP+23-300-H-F-30**

Витрата приточного повітря	500 m³/h	Витрата витяжного повітря	500 m³/h
Зимові умови			
Температура повітря на вході	-14.88 °C	Температура повітря на вході	22 °C
Відносна вологість на вході	40.71 %	Відносна вологість на вході	52 %
Температура повітря на виході	18.07 °C	Температура повітря на виході	1.02 °C
Вологість повітря на вході	3.77 %	Вологість повітря на вході	95.01 %
Зовнішня витрата тиску	104 Pa	Втрата тиску на викиді	151 Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м³)	124 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м³)	150 Pa
Швидкість повітря	1.72 m/s	Швидкість повітря	1.62 m/s
Ефективність рекуперації	5.53 kW	ККД	81/81 %
		ККД по волозі	89/57 %
		Кількість конденсату	2.8 кг/год
ККД (сухий) для збалансованого об'єму повітря	80.98 %		
Літні умови			
Температура повітря на вході	23 °C	Температура повітря на вході	21 °C
Відносна вологість на вході	53 %	Відносна вологість на вході	51 %
Температура повітря на виході	21.38 °C	Температура повітря на виході	22.62 °C
Вологість повітря на вході	58.5 %	Вологість повітря на вході	46.19 %
Зовнішня витрата тиску	126 Pa	Втрата тиску на викиді	125 Pa
Зовнішня в.т. (ρ повітря 1.2 кг/м³)	124 Pa	В.т. на викиді (ρ повітря 1.2 кг/м³)	124 Pa
Швидкість повітря	1.74 m/s	Швидкість повітря	1.74 m/s
Ефективність рекуперації	0.28 kW	ККД	81/81 %
		ККД по волозі	81/81 %
Піддон з ухилом з оцинкованої пофарбованої сталі			
Зовнішній діаметр дренажного патрубку 25 мм			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601MHT.10578424.KMP

Арк.

92

**Приточний вентилятор**

ВЕНТИЛЯТОР		ДВИГУН							
ZIEHL									
Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087		Встановлена потужність			EC MOTOR 0.17 kW				
Розмір	190	Живлення			1~ 230V 50Hz				
<b>Продуктивність</b>	<b>500 m³/h</b>	Тип двигуна			EC				
<b>Наявний тиск</b>	<b>0 Pa</b>	Клас ізоляції			F				
Втрата тиску в установці	250 Pa	Захист			IP54				
Повний тиск	280 Pa	Ефективність			52.14 %				
Загальний статичний тиск	250 Pa	Макс. число обертів			3930 rpm				
Динамічний тиск	30 Pa	Споживана потужність (літо)			0.08 kW				
Кількість обертів	3007 rpm	Споживана потужність (зима)			0.07 kW				
Рівень звукової потужності	70.98 dB(A)	Струм в робочій точці			0.69 A				
Напруга в робочій точці	230 V	Максимальний струм			1.7 A				
SFP клас	2/549 W/m³/s								
ERP клас	2015								
<b>Рівень звук. потужності по октавним смугам (дБ)</b>									
F[Hz] - dB	Загальний	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)б	71	32	44	57	60	65	68	62	57
Suction-Lw(A)5	65	34	43	53	56	59	60	57	54
<b>Звуковий тиск на відстані 1 м. В дБ (A) з напівсферичним поширенням - Допуск +/- 4 дБ</b>									
F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	63	24	36	49	52	57	60	54	49
Suction	57	26	35	45	48	51	52	49	46
External	38	18	26	32	30	28	33	23	13

**Ефективність системи вентилятора розрахована згідно продуктивності вентилятора  
Необхідно додати пристрій для контролю обертів двигуна**

**Витяжний вентилятор**

ВЕНТИЛЯТОР		ДВИГУН							
ZIEHL									
Тип вентилятора GR19V-4IP.Z8.AR - 178087		Встановлена потужність			EC MOTOR 0.17 kW				
Розмір	190	Живлення			1~ 230V 50Hz				
<b>Продуктивність</b>	<b>500 m³/h</b>	Тип двигуна			EC				
<b>Наявний тиск</b>	<b>0 Pa</b>	Клас ізоляції			F				
Втрата тиску в установці	275 Pa	Захист			IP54				
Повний тиск	305 Pa	Ефективність			52.31 %				
Загальний статичний тиск	275 Pa	Макс. число обертів			3930 rpm				
Динамічний тиск	30 Pa	Споживана потужність (літо)			0.08 kW				
Кількість обертів	3090 rpm	Споживана потужність (зима)			0.08 kW				
Рівень звукової потужності	71.44 dB(A)	Струм в робочій точці			0.73 A				
Напруга в робочій точці	230 V	Максимальний струм			1.7 A				
SFP клас	2/594 W/m³/s								
ERP клас	2015								
<b>Рівень звук. потужності по октавним смугам (дБ)</b>									
F[Hz] - dB	Загальний	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply-Lw(A)б	71	32	44	56	61	66	68	62	57
Suction-Lw(A)5	66	35	43	52	57	60	61	57	54
<b>Звуковий тиск на відстані 1 м. В дБ (A) з напівсферичним поширенням - Допуск +/- 4 дБ</b>									
F[Hz]	dB(A)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Supply	63	24	36	48	53	58	60	54	49
Suction	58	27	35	45	49	52	53	49	46
External	38	19	26	31	31	29	33	23	13

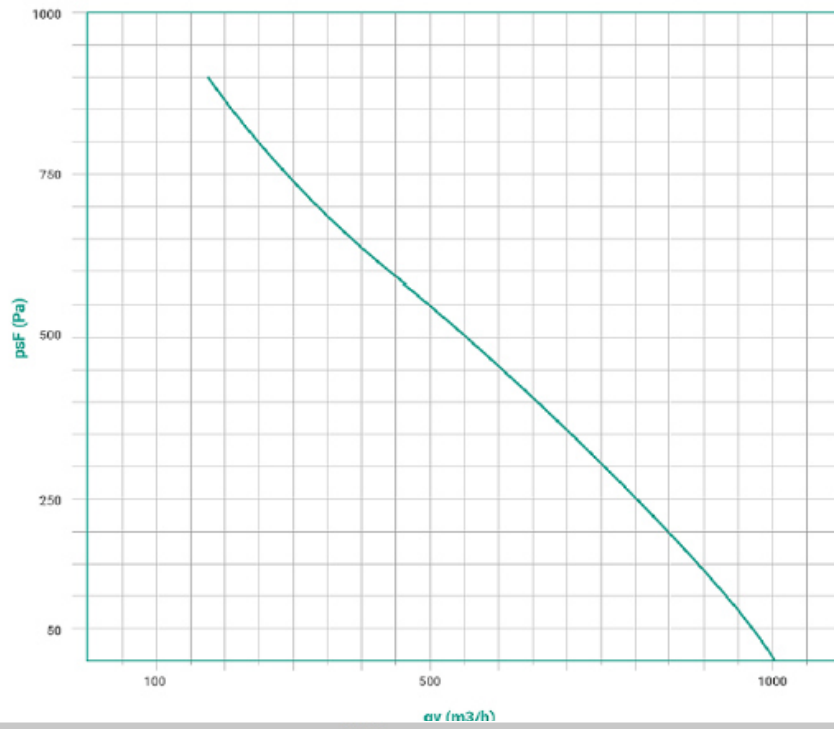
**Ефективність системи вентилятора розрахована згідно продуктивності вентилятора  
Необхідно додати пристрій для контролю обертів двигуна**

**АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

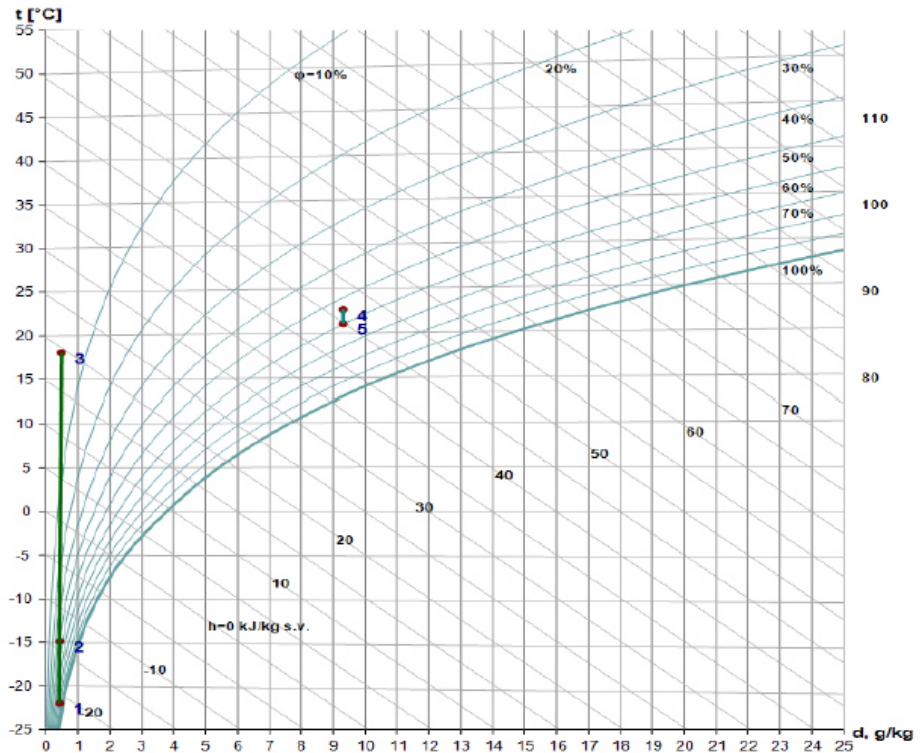
Октавні смуги (Гц)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Загальний рівень
Lw at S.A. Вхід [дБ]	34	43	53	56	59	60	57	54	65
Lw at S.A. Вихід [дБ]	32	44	57	60	65	68	62	57	71
Lw at E.A. Вхід [дБ]	35	43	52	57	60	61	57	54	66
Lw at E.A. Вихід [дБ]	32	44	56	61	66	68	62	57	71
Lw в навкол.середовище	25	32	30	27	28	22	15	11	36

# Графік вентилятора

## GR19V-4IPZ8AR



ID-Діаграма



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601МНТ.10578424.КМР

Арк.

94

Зима			1	2	3
Температура	t	°C	-22	-14.88	18.07
Вологість	Ф	%	80	40.71	3.77
Вологовміст	x	g/kg s.v.	0.42	0.42	0.48
Ентальпія	h	kJ/kg s.v.	-21.19	-13.99	19.47
Витрата	Vs	m <sup>3</sup> /h	500	500	500

Літо			4	5
Температура	t	°C	23	21.38
Вологість	Ф	%	53	58.5
Вологовміст	x	g/kg s.v.	9.31	9.31
Ентальпія	h	kJ/kg s.v.	46.92	45.25
Витрата	Vs	m <sup>3</sup> /h	500	500

1	Зовнішнє повітря
2	Після електричного нагрівача
3	Після пластинчатого рекуператора
4	Зовнішнє повітря
5	Після пластинчатого рекуператора

Короткі характеристики установки		
Завод виробник	VENTSERVICE	
Модель установки	EcoStar 500 EC X	
Типологія	NRVU BVU	
Тип секції рекуперації	Пластинчастий	
Теплова ефект. рекуперації [%]	80.98	
Номинальна витрата повітря [m <sup>3</sup> /s]	0.14	
Class of casing leakage at -400Pa		
Class of casing leakage at +400Pa		
Макс. внутрішня швидкість витоку повітря [%]	0.5	
FsPref (winter)	0.61	
FsPref (summer)	0.4	
	<b>Приплив</b>	<b>Витяжка</b>
Номинальна витрата повітря [m <sup>3</sup> /s]	0.14	0.14
Тип приводу	Установка приводу з регульованою швидкістю	Установка приводу з регульованою швидкістю
Споживана ел.потужність, [кВт] зима / літо	0.07/0.08	0.08/0.08
Швидкість потоку [м/с]	0.69	0.69
Наявний тиск [Pa]	0	0
Внутрішнє dP компонентів вентиляції [Pa] зима / літо	228/250	275/249
Статична ефективність вентилятора [%] зима / літо	45.2/43.4	47.7/43.2
Енергоефективність фільтрації	E	E
Падіння тиску на чистих фільтрах [Pa]	48	48
Internet address for disassembly instructions:		
Ecodesign	Немає	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601MHT.10578424.KMP

Арк.

95



Рисунок 3 aerostar EcoStar EC 500

Загальна специфікація для системи вентиляції у всьому будинку виглядає наступним чином:

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум варт
Soler&Palau Silent-100CZ Design	шт	2	2500	5000
Витяжка PYRAMIDA NR 60 M BLACK	шт	1	7300	7300
aerostar EcoStar EC 500	шт	1	45000	45000
зворотній клапан	шт (м2)	2(0,14)	305	42,7
сталь оцинкована 0,5	м2	37,85	305	11544,25
анемостат 125	шт	11	300	3300

72186,95

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96



## 8 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ

### 8.1 Розрахунок потреби та вартості матеріалів та обладнання

Кошторис витрат - це вартість проекту, який визначає загальний обсяг і структуру витрат на його проведення [6].

Необхідно розрахувати вартість матеріалів, обладнання, витрати на оплату праці, та інші витрати. Розрахунок ведемо в табличній формі (табл. 3.1 та табл. 3.2)

Розрахунок вартості матеріалів та обладнання таблиці 3.1

Таблиця 5.1 Розрахунок потреби та вартості матеріалів та обладнання для двотрубної системи без утеплювача

Таблиця 5.1

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	17,3	36,5	631,45
труба поліпропіленова 20	м	19	24,8	471,2
труба поліпропіленова 15	м	10,98	17	186,66
труба поліпропіленова 10	м	29,07	8,31	241,5717
Корадо 11-К 400x500	шт	4	4173	16692
Корадо 11-К 400x600	шт	1	4600	4600
Корадо 11-К 400x700	шт	2	5034	10068
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ- KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
Насос IMP PUMPS SAN ECO PRO 15/15 В	шт	1	9200	9200
фільтр сітчастий	шт	2	300	600
котел газовий Ariston Cares S 24	шт	1	32800	32800
зворотній клапан	шт	1	5000	5000
манометр	шт	1	150	150
термометр	шт	1	300	300
скидний клапан VS	шт	1	4700	4700
				110302,082

Для проведення системи опалення без використання утеплювача для умов міста Львів складає: 110302,082грн

### Розрахунок витрат на оплату праці

Заробітна плата нараховується відповідно норм заробітної плати 30% [6], встановлених Державними будівельними розцінками вартості виконання монтажних робіт:  $110302,082 * 0,3\% = 33090,62$ грн

### Кошторис витрат на систему опалення

Результати всіх попередніх розрахунків зводимо в таблицю (табл. 5.1.1)

Таблиця 5.1.1 Кошторис витрат на систему опалення

назва статей витрат	один.вим	сума
матеріали	грн	110302,1
витрати на працю	грн	33090,62
інші витрати	грн	7169,635
разом	грн	150562,3

Отже, кошторис витрат на систему опалення індивідуального житлового будинку з двотрубною системою опалення без використання утеплювача складає: 150562,3грн

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

## Кошторис системи опалення з використанням утеплювача

Для розрахунку системи опалення з двох трубною системою опалення з використанням утеплювача мінвата 2х поверхового будинку для умов міста Львів складаю кошторис витрат в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	0	36,5	0
труба поліпропіленова 20	м	17,30	24,8	429,04
труба поліпропіленова 15	м	29,98	17	509,66
труба поліпропіленова 10	м	29,07	8,31	241,5717
Корадо 11-К 300x400	шт	4	2839	11356
Корадо 11-К 300x600	шт	1	3495	3495
Корадо 22-К 300x500	шт	2	5246	10492
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ- KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
WILO Star-Z NOVA A	шт	1,00	4700	4700
фільтр сітчастий	шт	2	300	600
котел газовий Ariston Cares S 24	шт	1	32800	32800
зворотній клапан	шт	1	5000	5000
манометр	шт	1	150	150
термометр	шт	1	300	300
скидний клапан VS	шт	1	4700	4700
				99434,4717

Вартість термомодернізації вношу в таблицю 5.3

мінвата
назва огороження

стіна	233341
горище	269937,5
підлога	203909,5
сума	707188

Загальна вартість системи опалення та утеплення будинку складає  
 $707188+99434,47= 806662,47$ грн

Кошторис витрат на систему опалення зводимо в таблицю 5.4

Таблиця 5.4

назва статей витрат	один.вим	сума
матеріали	грн	806662,5
витрати на працю	грн	241998,7
інші витрати	грн	52433,06
разом	грн	1101094

Вартість системи опалення, утеплення та витрат на працю складе 1101094грн

## Кошторис системи опалення з використанням утеплювача пінопласту

Кошторис системи опалення з використанням утеплювача пінопласту звожу  
в таблицю 5.5

Таблиця 5.5

назва	од вим	кількість	ціна за од	сум вартість
труба поліпропіленова 25	м	0	36,5	0
труба поліпропіленова 20	м	20	24,8	496
труба поліпропіленова 15	м	16,3	17	277,1
труба поліпропіленова 10	м	40,05	8,31	332,8155
Корадо 11-К 300x400	шт	4	2839	11356
Корадо 11-К 300x600	шт	1	3495	3495
Корадо 22-К 300x500	шт	2	5246	10492
баланс клапан HERZ-4017 m	шт	1	2200	2200
Термо головка HERZ- KLASSIK	шт	8	1031,9	8255,2
З'єднувальна муфта	шт	16	416	6656
Розширювальний бак 24л	шт	1	1150	1150
Кульовий кран	шт	20	320	6400
WILO Star-Z NOVA A	шт	1	4700	4700
фільтр сітчастий	шт	2	300	600
котел газовий Ariston Cares S 24	шт	1	32800	32800
зворотній клапан	шт	1	5000	5000
манометр	шт	1	150	150
термометр	шт	1	300	300
скидний клапан VS	шт	1	4700	4700
				99360,1155

Вартість термомодернізації вношу в таблицю 5.6

Таблиця 5.6

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пінопласт	
назва огородження	
стіна	81370,28
горище	269937,5
підлога	203909,5
сумма	555217,2

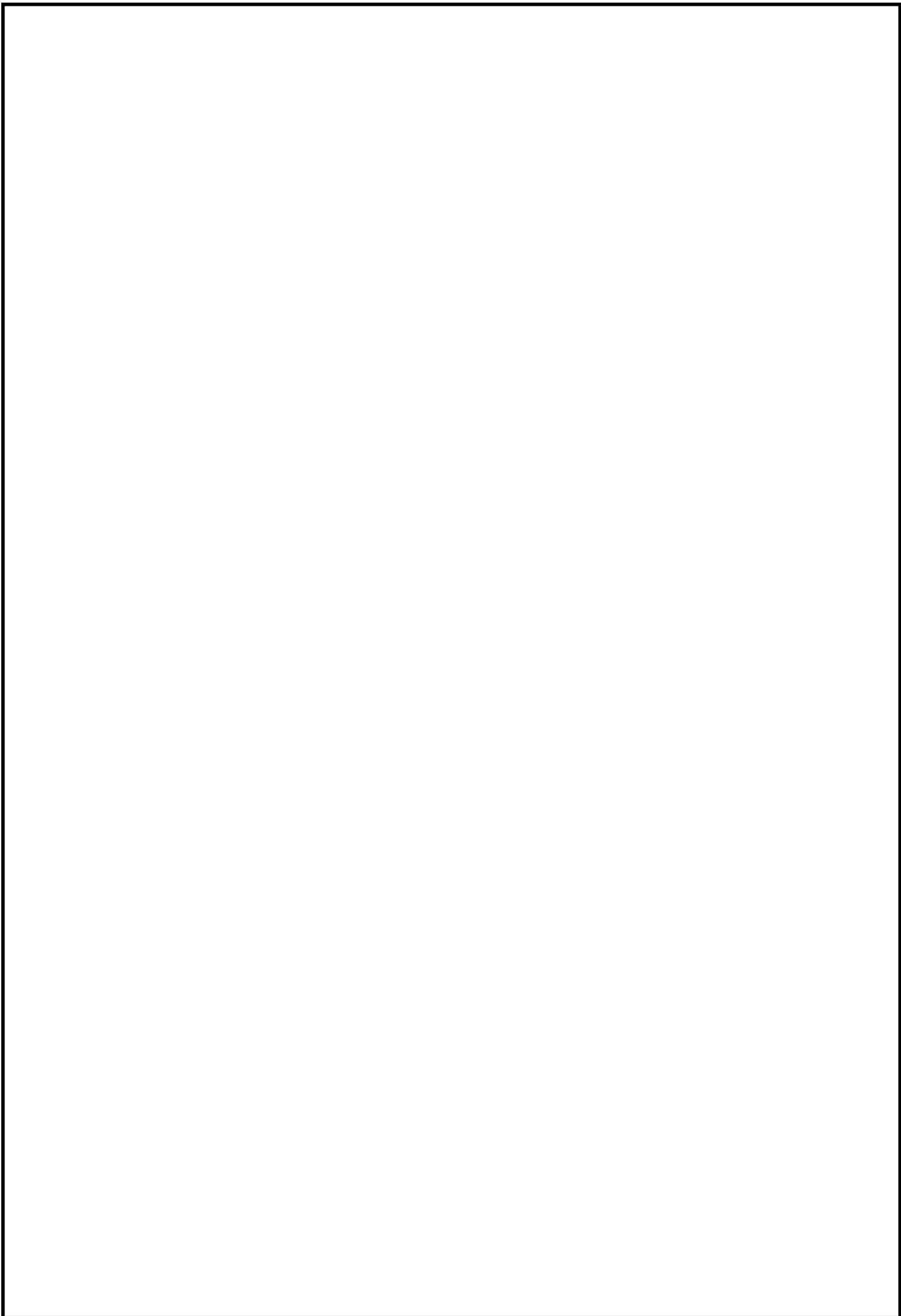
Загальна вартість системи опалення та термомодернізації пінопластом складе  
 $99360,11 + 555217,2 = 654577,31$  грн

Сумарний кошторис зводимо в таблиці 5.7

Таблиця 5.7

назва статей витрат	один.вим	сума
матеріали	грн	654577,3
витрати на працю	грн	196373,2
інші витрати	грн	42547,53
разом	грн	893498

Вартість системи опалення, утеплення та витрат на працю складе 893498.грн



					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

## 8.2 Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи розумний дім

Розрахунок економічного ефекту за рахунок впровадження системи розумний дім.

Згідно з ДБН будівельна кліматологія у Львові опалювальний період триває 201 добу, що приблизно 29 тижнів. Із яких 58 днів це вихідні, коли вся сім'я має бути вдома. Крім того на цей час припадають осінні, зимові, та весняні канікули у школярів, та студентів. Задаючись тим, що в будинку живе сім'я з 4х людей: батько, мати, та діти із яких один студент та один школяр.

Також задаємося орієнтовним часом повернення того чи іншого члена родини додому. Для школяра нехай це буде 14:00, для студента 16:00, для батька 19:00, мати – домогосподарка. Всі, крім матері покидають домівку о 8 ранку

Тож ми маємо 143 дні, коли мати сама вдома першу половину дня, 10 днів коли школяр та мати вдома першу половину дня, 10 днів коли школяр, мати та студент вдома і 38 днів коли вся сім'я вдома цілий день.

При роботі на першій швидкості для 1 людини електро споживання – 0,4квт/год, для 3х – 0,8квт/год, для 4х – 1,2 квт/год.

$$6 \text{ годин} * 0,4 \text{ квт/год} * 143 \text{ дні} = 6 * 0,4 = 2,4 * 143 = 367,2 \text{ квт.} + 8$$

годин \* 0,4 квт/годин \* 10 днів на весняні та осінні канікули коли вдома мати та школяр =  $8 * 0,4 = 3,2 * 10 = 32 \text{ квт} + 367,2 \text{ квт} = 399,2 \text{ квт/год}$  на опалювальний період при роботі на мінімальній швидкості

5 годин \* 0,8 квт/год \* 143 дні =  $5 * 0,8 = 4 \text{ квт} * 143 = 572 \text{ квт} + 10 \text{ днів на зимові канікули, коли вдома мати, школяр та студент}$   $11 * 0,8 * 10 = 11 * 0,8 = 8,8 * 10 = 88 \text{ квт} = 572 + 88 = 660 \text{ квт}$  на опалювальний період за роботи на середній швидкості.

13 годин \* 1,2 квт/год \* 143 дні =  $13 * 1,2 = 15,6 * 143 = 2230,8 \text{ квт} + 58 \text{ днів, коли вся сім'я цілий день вдома} = 24 * 1,2 * 58 = 28,8 = 1670,4 \text{ квт} + 2230,8 = 3901,2 \text{ квт}$

									Арк.
									104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601МНТ.10578424.КМР				



Сумарні витрати на електро енергію при використанні смарт приточки =  
 $399,2+660+3901,2=4960,4$  кВт/опалювальний період

Без використання смарт приточки

$24*1,2=28,8$ кВт\* $201=5788,8$ кВт/опалювальний період

Тариф на електро енергію у Львові 1,68грн за кВт

Сумарна оплата електро енергії за використання смарт приточки обійдеться у  
 $4960,4*1,68=8333,47$ грн/опалювальний період

Без використання  $5788,8*1,68=9725,18$ грн

Економія  $9725,18 - 8333,47 = 1391,71$ грн

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

## Висновки

В ході виконання завдання мого дипломного проекту, мета якого полягала у дослідженні економічних аспектів проведення термомодернізації та застосування системи “розумний дім” в індивідуальному житловому будинку роботу системи опалення будинку після його утеплення, були виконані такі завдання:

- розрахунок огорджуючих конструкцій
- розрахунок тепловтрат приміщення
- гідравлічний розрахунок
- підбір обладнання

Після цього, з метою зменшення тепловтрат приміщень та модернізації системи опалення, були утеплені всі перекриття та замінені вікна. Утеплення стін відбувалося з використанням двох різних утеплювачів, а саме: мінеральної вати та пінопласту після чого було виконано перерахунок всіх попередніх розрахунків з урахуванням наявності утеплювачів в перекриттях в як для варіанту з використанням мінвати так і для варіанту з пінопластом.

Крім того також була запроектована система вентиляції з приточно-витяжною системою в її основі з функцією дистанційного керування.

Користуючись отриманими в ході розрахунків результатами та порівнявши їх стало зрозуміло що після проведення термомодернізації та утеплення стін мінватою тепловтрати зменшилися на 41,6%, а після утеплення пінопластом на 53,9%. Ці результати підкріплюють не лише доцільність а й доводять перевагу пінопласту над мінеральною ватою в якості утеплювачів.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

Крім того система опалення та термомодернізація з використанням пінопласту буде дешевшою на 19% аніж аналогічна система та модернізація мінватою.

Можна констатувати той факт, що термомодернізація є абсолютно необхідним комплексом мір які спрямовані на економію енергоресурсів та коштів і в якості утеплювача пінопласт є більш ефективним матеріалом аніж мінеральна вата.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107





27. Насос Wilo Star Z NOVA A  
<https://wilo.com/by/ru/Продукция/ru/produkty-i-professionalnyy-opyt/wilo-star-z-nova/star-z-nova-a>
28. Пінопласт <https://epicentrk.ua/ua/shop/penoplast-psb-s-25-baugut-1000kh500kh100-mm.html>
29. Мін вата [https://epicentrk.ua/shop/bazaltovaya-vata-baugut-universell-30-50-mm-6-kv-m.html?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiApuCrBhAuEiwA8VJ6JrNfoj\\_YOE6OknqOHTmyE3kQDsRhPuLAGx7\\_sn53QCCwZPCatdjBYRoCJtIQAvD\\_BwE](https://epicentrk.ua/shop/bazaltovaya-vata-baugut-universell-30-50-mm-6-kv-m.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiApuCrBhAuEiwA8VJ6JrNfoj_YOE6OknqOHTmyE3kQDsRhPuLAGx7_sn53QCCwZPCatdjBYRoCJtIQAvD_BwE)
30. Приточно витяжна установка  
<https://aerostar.ua/uploads/admin/ecostar.pdf>
31. Вентилятор Soler&Palau Silent-100CZ Design  
[https://solerpalau.org.ua/?gclid=CjwKCAiApuCrBhAuEiwA8VJ6JpYyeNjNFGRIqKqqMt2peE7JVMceyJD\\_jLHAoA49Y0P5\\_jOhfrp8NxoCkeAQAvD\\_BwE](https://solerpalau.org.ua/?gclid=CjwKCAiApuCrBhAuEiwA8VJ6JpYyeNjNFGRIqKqqMt2peE7JVMceyJD_jLHAoA49Y0P5_jOhfrp8NxoCkeAQAvD_BwE)
32. Витяжка PYRAMIDA NR 60 M BLACK  
[https://www.pyramida.ua/catalog/vytjazhky/pohyli/nr60black\\_mu](https://www.pyramida.ua/catalog/vytjazhky/pohyli/nr60black_mu)
33. Вплив мікроклімату на працездатність людини  
<https://te.dsp.gov.ua/vplyv-mikroklimatu-vyrobnychyh-prymishhen-na-pratsezdatnist-lyudyny/>
34. Кратність повітрообміну <https://vents.ua/opredelenie-neobhodimosti-vozduhoobmena/>
35. Дж Сміт(2018) “Енергоефективність систем опалення житлових будинків ” Journal of Energy Efficiency 10(2) с 145-162

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

36. Чжан Х. та Лі Ю. (2018). «Оптимізація роботи систем опалення з використанням методів штучного інтелекту». Енергія та будівлі, 28 (6), 789-802.
37. Родрігес, А., і Мартінез, Л. (2017). «Системи комбінованого тепlopостачання житлових будинків». Перетворення та управління енергією, 35 (8), 1123-1135.
38. Кім Х. та Лі Дж. (2017). «Розумні системи керування опаленням для підвищення енергоефективності в будівлях». Автоматизація в будівництві, 14(3), 345-358.
39. Чанг Ю. та Ву Т. (2019). «Економічний аналіз різних технологій опалення житлових будинків». Економіка енергетики, 28 (6), 789-802.
40. Chen, X., & Wu, L. (2018). «Оцінка життєвого циклу теплових технологій: порівняльне дослідження». Journal of Cleaner Production, 12(4), 567-580.
41. Правда про рекуперацію тепла <https://solerpalau.org.ua/pravda-pro-ventylyacziyu-z-rekuperacziyeyu-tepla/>
42. Енергоефективні вентилятори на ринку України 2023 за рік <https://solerpalau.org.ua/energoefektyvni-ventylyatory-na-ukrayinskomu-rynku-v-2023-roczy/>
43. Лю К. та Ву Г. (2020). «Аналіз теплообмінників в системах опалення житлових будинків». International Journal of Heat and Fluid Flow, 14(3), 345-358.
44. Що таке енергоефективна будівля та яка вентиляція для неї найкраща <https://solerpalau.org.ua/shho-take-energoefektyvna-budivlya-ta-yaka-ventylyacziya-dlya-neyi-najkrashha/>

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

45. Оптимальне поєднання системи вентиляції та кондиціонування  
<https://teplosfera.com/blog/ventilacia/optimalne-poednanna-sistemi-ventilacii-ta-kondicionuvanna-povitra>
46. Льюїс, Д., і Кларк, М. (2018). "Рекуперация відпрацьованого тепла в промислових системах опалення". Журнал промислової екології, 12 (4), 567-580.
47. Парк, С., Кім, К. (2020). «Гібридні системи опалення: інтеграція відновлюваних і традиційних джерел енергії». Прикладна енергетика, 18 (4), 345-358.
48. Ян Л. та Лю В. (2017). "Термoeкономічний аналіз систем опалення з використанням сонячних батарей". Прикладна теплотехніка, 14 (3), 345-358.
49. Андерсон К. та Вілсон Л. (2018). "Геотермальні системи опалення: дизайн і продуктивність". Геотермальна енергетика, 22(1), 45-60.
50. Джонсон, М., і Девіс, К. (2017). «Технологічні досягнення в системах опалення: огляд». Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(5), 1234-1250.

					601МНТ.10578424.КМР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112



*Міністерство освіти і науки України національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики*

*Ілюстративні матеріали  
до дипломної роботи магістра*

*на тему : "Економічні аспекти проведення термомодернізації та застосування системи "розумний дім" в індивідуальному житловому будинку "*

*Виконав: студент 6 курсу, групи 601 мНТ спеціальності 144 Теплоенергетика  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)  
Городець І. Ю.*

---

*( прізвище та ініціали)*

*Керівник*

*к.т.н., доц. Гузик Д.В.*

---

*( прізвище та ініціали)*

*Зав кафедрою*

*к.т.н проф.Голік Ю.С.*

---

*( прізвище та ініціали)*

*Полтава – 2024 рік*

## Загальна характеристика роботи

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в рамках Комплексної державної програми енергозбереження України,*

*Метою роботи є дослідження економічних аспектів проведення термомодернізації та застосування системи "розумний дім" в індивідуальному житловому будинку*

*Задачі досліджень:*

*-зменшення енерговитрат*

*-впровадження заходів з термомодернізації будинку та економії паливо-енергетичних ресурсів*

*- впровадження системи "розумний дім".*

*Об'єкт досліджень: двоповерховий житловий будинок котеджного типу з цегляними стінами та слоями штукатурки, та горищними і підвальними перекриттями із залізо-бетону.*

*Предмет досліджень: системи опалення та вентиляції, шляхи зменшення експлуатаційних витрат на ці системи.*

*Методи досліджень: інженерні розрахунки та приведення заданих опорів теплопередачі огорожуючих конструкцій до нормативних*

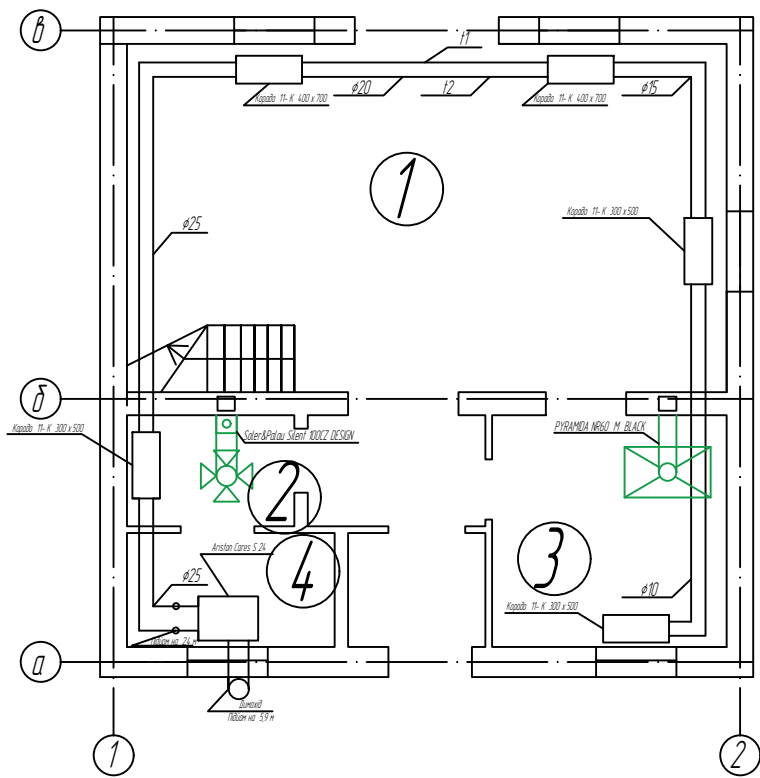
*Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному: зменшення тепловтрат та експлуатаційних витрат з 30947грн/опалювальний період без термомодернізації до 18115грн після утеплення мінеральною ватою та 13586грн після модернізації пінопластом. Застосування приточно-витяжної установки з рекуператором та функцією смарт, дозволить додатково економити близько 20000грн на опалювальний період.*

*Практичне значення одержаних результатів роботи: зменшення експлуатаційних витрат на роботу систем опалення та вентиляції та визначення економічних показників після термомодернізації.*

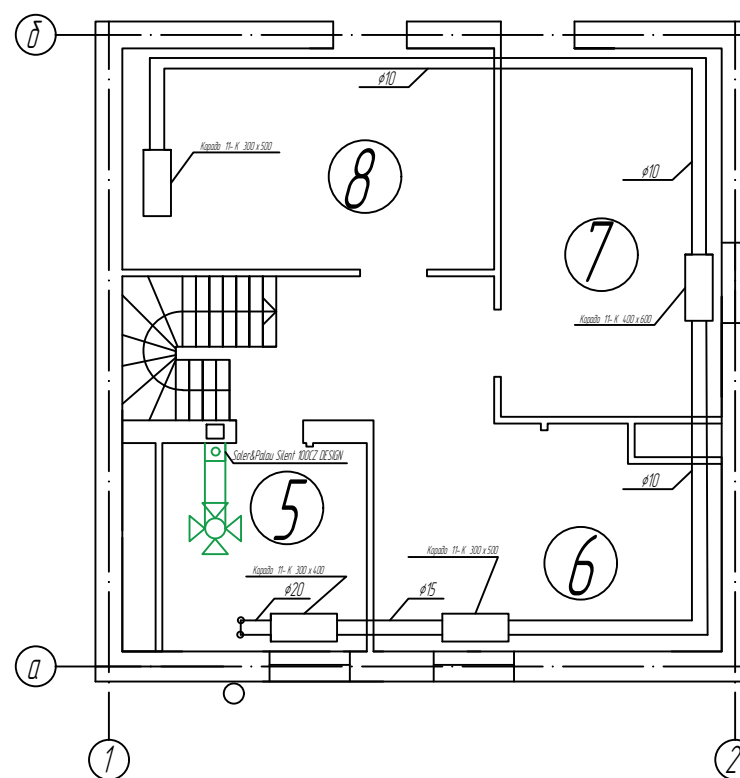
					601 мНТ МКР.105784.24.2024		
ЗН	АДК	№ докум.	Підроз.	Дата	Лист	Арк.	Архив
Виконав	Григорук І.В.						
Вірив	Григорук І.В.						
П. комп.	Григорук І.В.				Характеристика роботи		
Зачитав	Григорук І.В.				Поміткою виконавця технічної роботи неч. деп. фондознав.		

# Будинок до реконструкції

План першого поверху

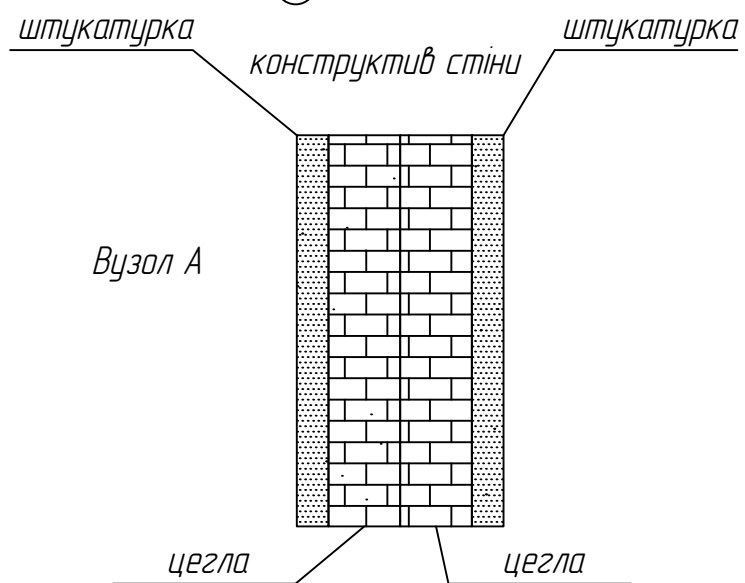


План другого поверху



Експлікація приміщень

№пр	Назва приміщення	S	V
1	вітальня	34.8	73
2	санвузол	2.8	5.8
3	кухня	8.9	18.6
4	топочна	3.6	7.5
5	санвузол	7	14.7
6	спальня	9.1	19.1
7	спальня	11.1	23.3
8	спальня	8	16.8



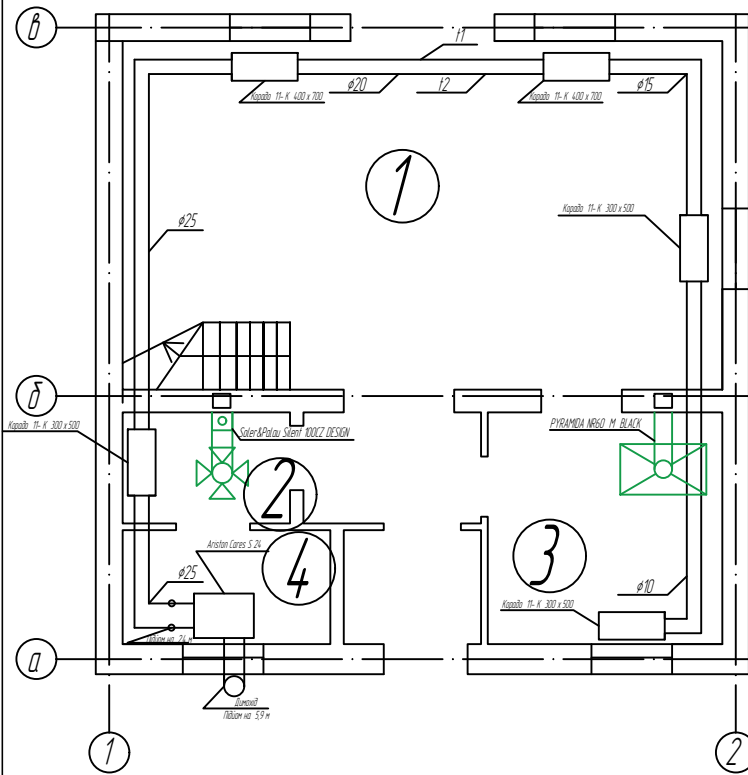
Теплотехнічні характеристики матеріалів, що становлять стіну

назва матеріалу	коеф теплопровідності м2*С/Вт
штукатурка	0,58
цегла	0,56

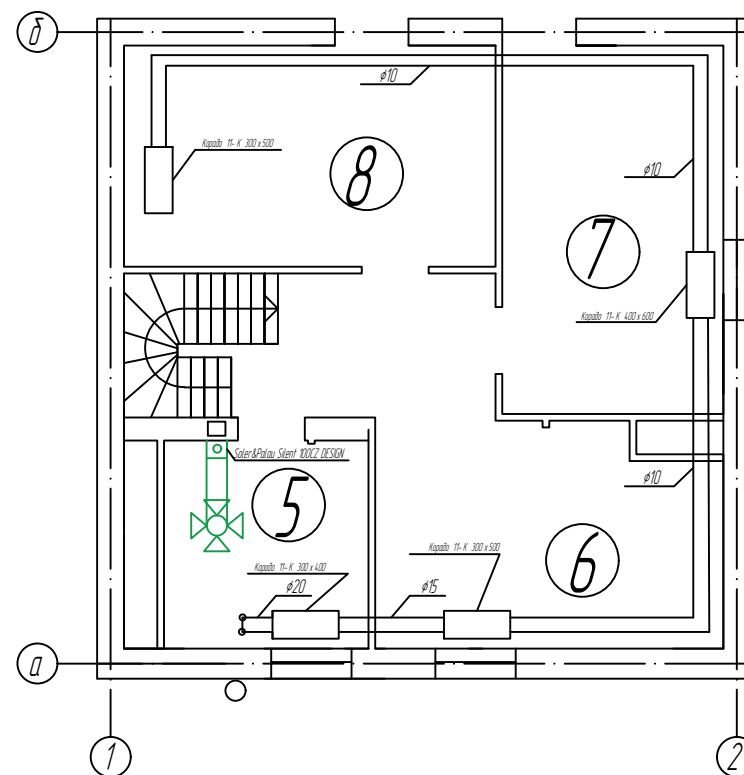
601МНТ МКР.105784.24.2024			
ЗН	АДК	№ докум	Пі дату
Виконав	Григорук Г.В.		
Вірив і р.	Григорук Д.В.		
Пі комп.	Григорук Д.В.		
Затверд.	Григорук Д.С.		
План будинку		Лі стор	Арк
		2	10
		Головний інженер технічний інженер пен. Віра Коваленко	

# Конфігурація системи опалення після термомодернізації

План першого поверху



План другого поверху



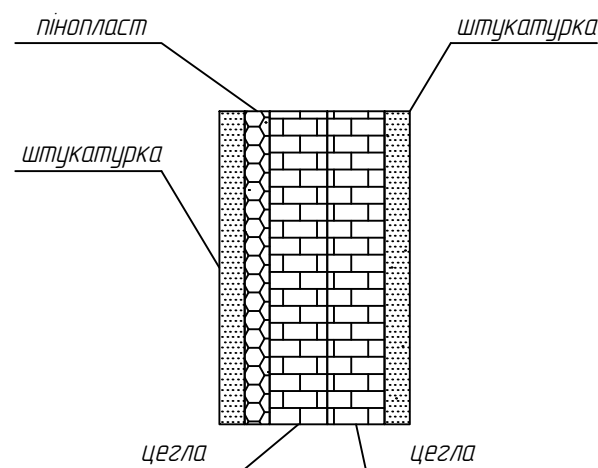
Експлікація приміщень

№пр	Назва приміщення	S	V
1	вітальня	34.8	73
2	санвузол	2.8	5.8
3	кухня	8.9	18.6
4	топочна	3.6	7.5
5	санвузол	7	14.7
6	спальня	9.1	19.1
7	спальня	11.1	23.3
8	спальня	8	16.8

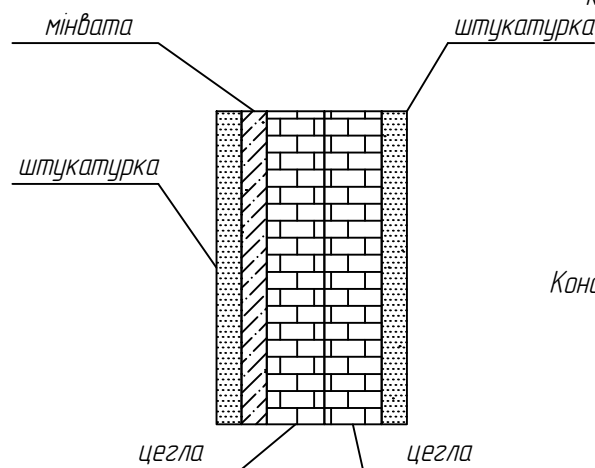
Теплотехнічні характеристики матеріалів, що становлять перекриття

назва матеріалу	коеф теплопровідності м2*С/Вт
штукатурка	0,58
цегла	0,56
мінвата	0,041
пінопласт	0,038
OSB плита	0,15
Вікно 4-10 Ар-4-10-4і	1,3

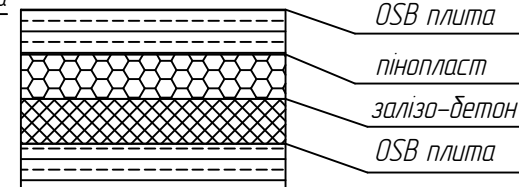
конструктив стіни з утеплювачем пінопластом



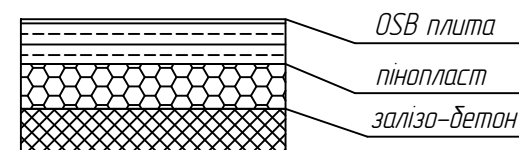
конструктив стіни з утеплювачем мінватою



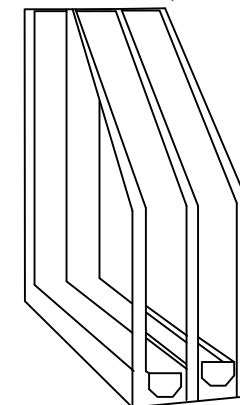
конструктив утепленого горіщного перекриття



Конструктив утепленого підвального перекриття



Вікно 4-10 Ар-4-10-4і



№	Діаг.	№ докум.	Пі діас.	Дата	601 МНТ МКР.105784.24.2024
Виконав	Головний інж.				План будинку
Вірив і р.	Головний інж.				
Пі комп.	Головний інж.				Листовий матеріал технічний університет мені Ірини Кондратиної
Затверд.	Головний інж.				

# Схеми системи опалення до та після термомодернізації

Схема системи опалення до термомодернізації

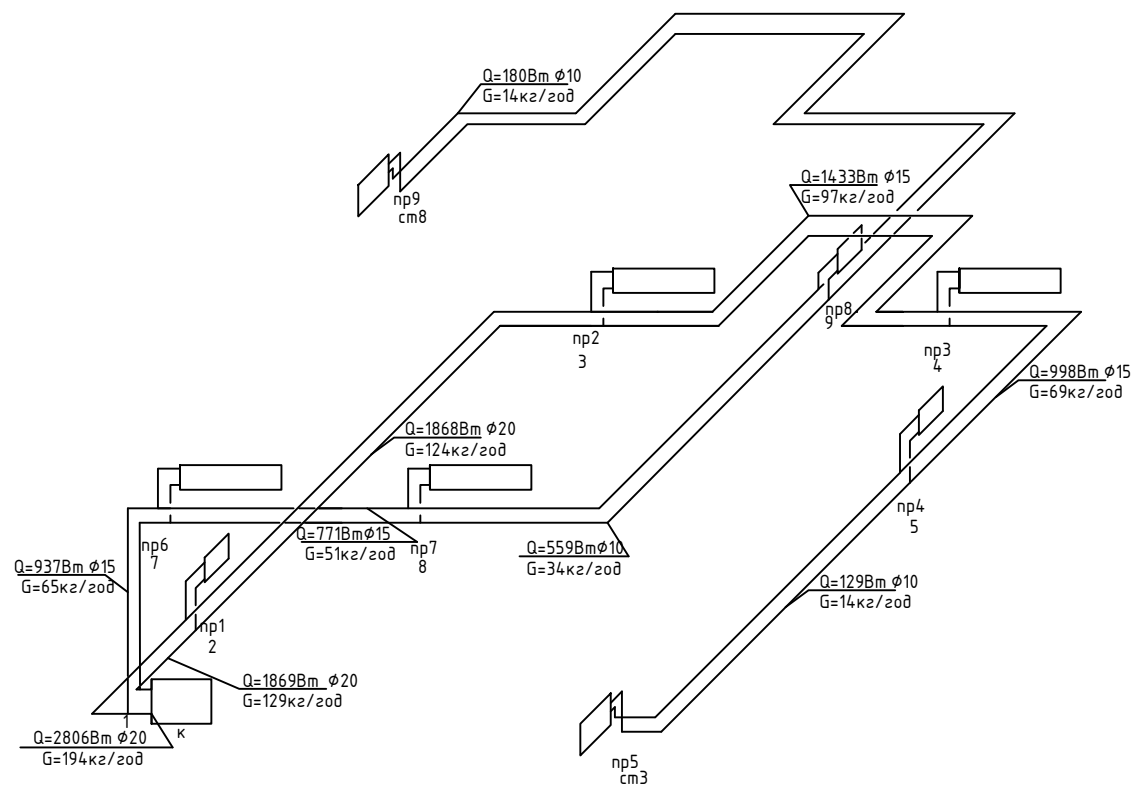
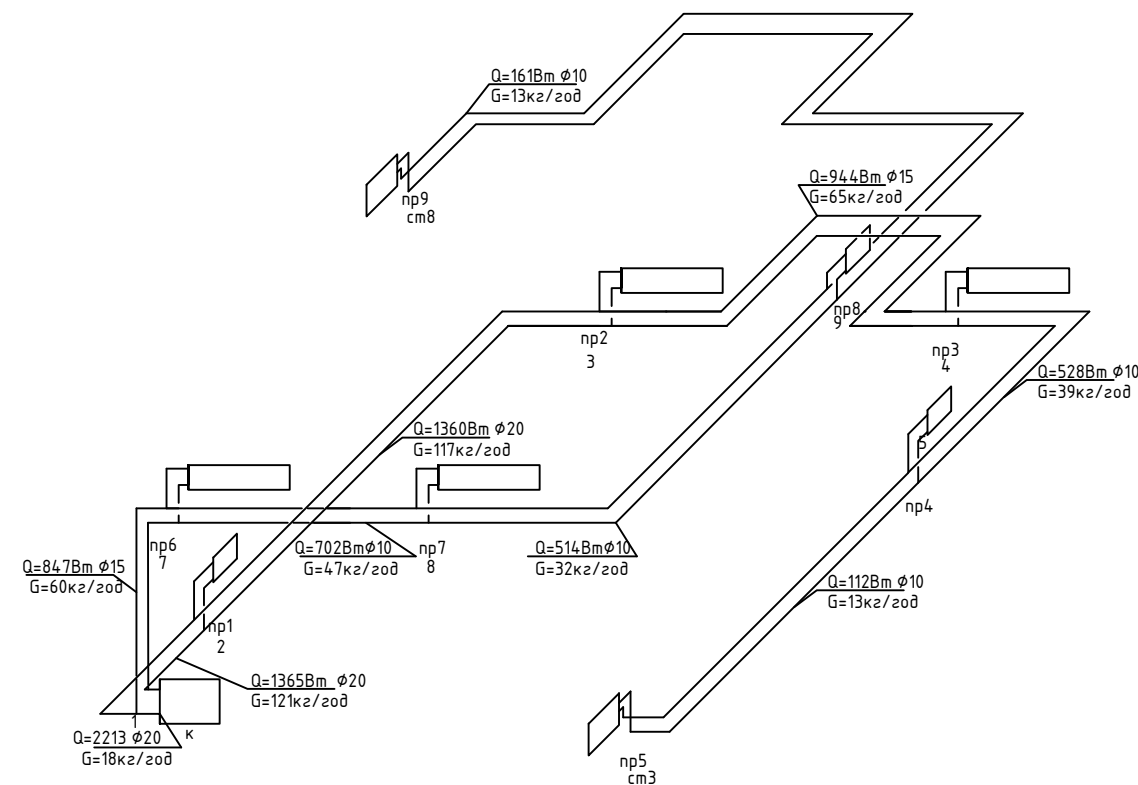


Схема системи опалення після термомодернізації утеплювачем пінопластом

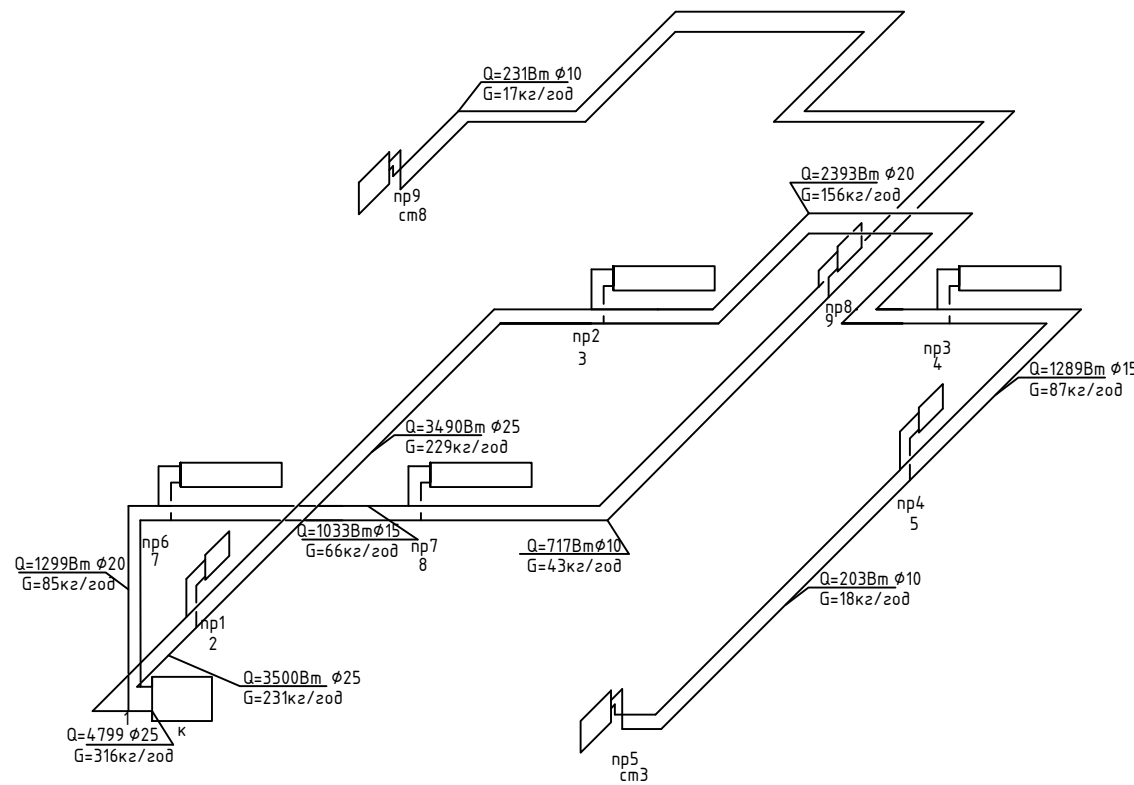


601 н/Т МКР.105784.24.2024				
З/п	А/ж	№ докум.	П/п доку	Дата
Виконав	Григорів Г.В.			
Вірив/р.	Гуцук Д.В.			
Н. контр.	Гуцук Д.В.			
Замовник	Голуб В.С.			

Аксонетр

Літера: Аж  
 Аксид: Аж  
 Полтавський національний технічний університет імені Юрія Коцюбинського

# Схема системи опалення після термомодернізації



Комплекс заходів проведений в рамках термомодернізації дав позитивний результат у вигляді зменшення необхідної кількості теплоносія, що дозволило використати менш потужний насос та зменшити діаметри труб. Крім того, зменшення тепловтрат посприяло підбору опалювальних приладів з меншим розміром, що також мало позитивний ефект. Завдяки вищеперерахованому вдалося знизити вартість системи опалення на 12000 грн.

Специфікація обладнання для системи опалення до термомодернізації

Позиція	Позначення	Назначення	Віднос. виробника	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	к25	труба поліпропіленова	н	173		
2	к20	труба поліпропіленова	н	19		
3	к15	труба поліпропіленова	н	8198		
4	к10	труба поліпропіленова	н	2937		
5	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	5		
6	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	1		
7	Короб 11-К 400x600	Діагностичний радіатор	шт	1		
8	Короб 11-К 400x700	Діагностичний радіатор	шт	2		
9	HERZ 4071 MF	Термокап	шт	1		
10	HERZ - Classic	Термокап	шт	8		
11	к20	З'єднувальне вузло	шт	8		
12	2x н	Розподільний бок	шт	1		
13	PP RPPS SAN ESD PRO 15/15.8	Шарнірний ніс	шт	1		
14		Фільтр сітчастий	шт	2		
15	Ariston Carex S 24	Котел газівий	шт	1		
16	к25	Зворотні катан	шт	1		
17		Манометр	шт	1		
18		Термометр	шт	1		
19	к15	Сливі катан	шт	1		
20	к20	Курйовий фан	шт	20		

Специфікація обладнання для системи опалення після термомодернізації з використанням пінопласту

Позиція	Позначення	Назначення	Віднос. виробника	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	к20	труба поліпропіленова	н	20		
2	к15	труба поліпропіленова	н	83		
3	к10	труба поліпропіленова	н	4035		
4	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	5		
5	Короб 11-К 300x600	Діагностичний радіатор	шт	1		
6	Короб 22-К 300x500	Діагностичний радіатор	шт	2		
7	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	1		
8	HERZ 4071 MF	Термокап	шт	1		
9	HERZ - Classic	Термокап	шт	8		
10	к20	З'єднувальне вузло	шт	8		
11	2x н	Розподільний бок	шт	1		
12	Mini Star-2 Mono A	Шарнірний ніс	шт	1		
13		Фільтр сітчастий	шт	2		
14	Ariston Carex S 24	Котел газівий	шт	1		
15	к25	Зворотні катан	шт	1		
16	2	Манометр	шт	1		
17	2	Термометр	шт	1		
18	к15	Сливі катан	шт	1		
19	к20	Курйовий фан	шт	20		

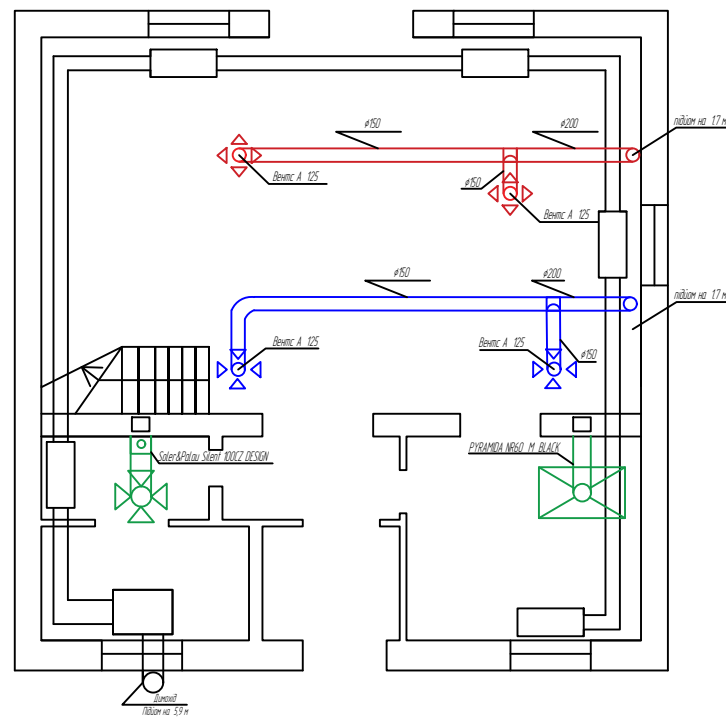
Специфікація обладнання для системи опалення після термомодернізації з використанням мінвати

Позиція	Позначення	Назначення	Віднос. виробника	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	к20	труба поліпропіленова	н	173		
2	к15	труба поліпропіленова	н	2938		
3	к10	труба поліпропіленова	н	2937		
4	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	5		
5	Короб 11-К 300x600	Діагностичний радіатор	шт	1		
6	Короб 22-К 300x500	Діагностичний радіатор	шт	2		
7	Короб 11-К 300x400	Діагностичний радіатор	шт	1		
8	HERZ 4071 MF	Термокап	шт	1		
9	HERZ - Classic	Термокап	шт	8		
10	к20	З'єднувальне вузло	шт	8		
11	2x н	Розподільний бок	шт	1		
12	Mini Star-2 Mono A	Шарнірний ніс	шт	1		
13		Фільтр сітчастий	шт	2		
14	Ariston Carex S 24	Котел газівий	шт	1		
15	к25	Зворотні катан	шт	1		
16	2	Манометр	шт	1		
17	2	Термометр	шт	1		
18	к15	Сливі катан	шт	1		
19	к20	Курйовий фан	шт	20		

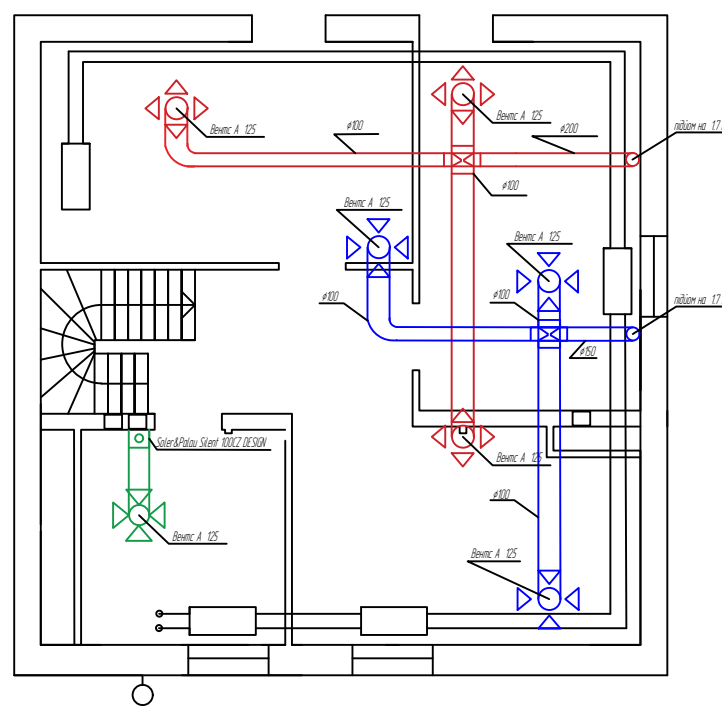
601МНТ МКР.105784.24.2024			
Зм.	Адк.	№ докум.	Пі датс.
Виконав	Головний інж.		
Вірив	Головний інж.		
Пі комп.	Головний інж.		
Затверд.	Головний інж.		
Аксонетр		Технічний інженер менш. Д.В. Кондратенко	

# Конфігурація системи вентиляції після застосування системи "розумний дім"

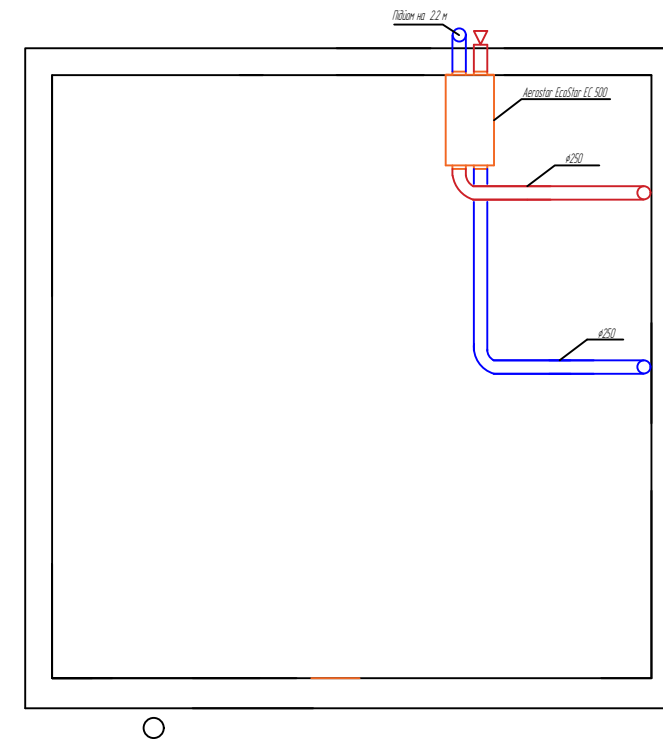
План першого поверху



План другого поверху



План горища



Вартість обладнання для вентиляції після термомодернізації

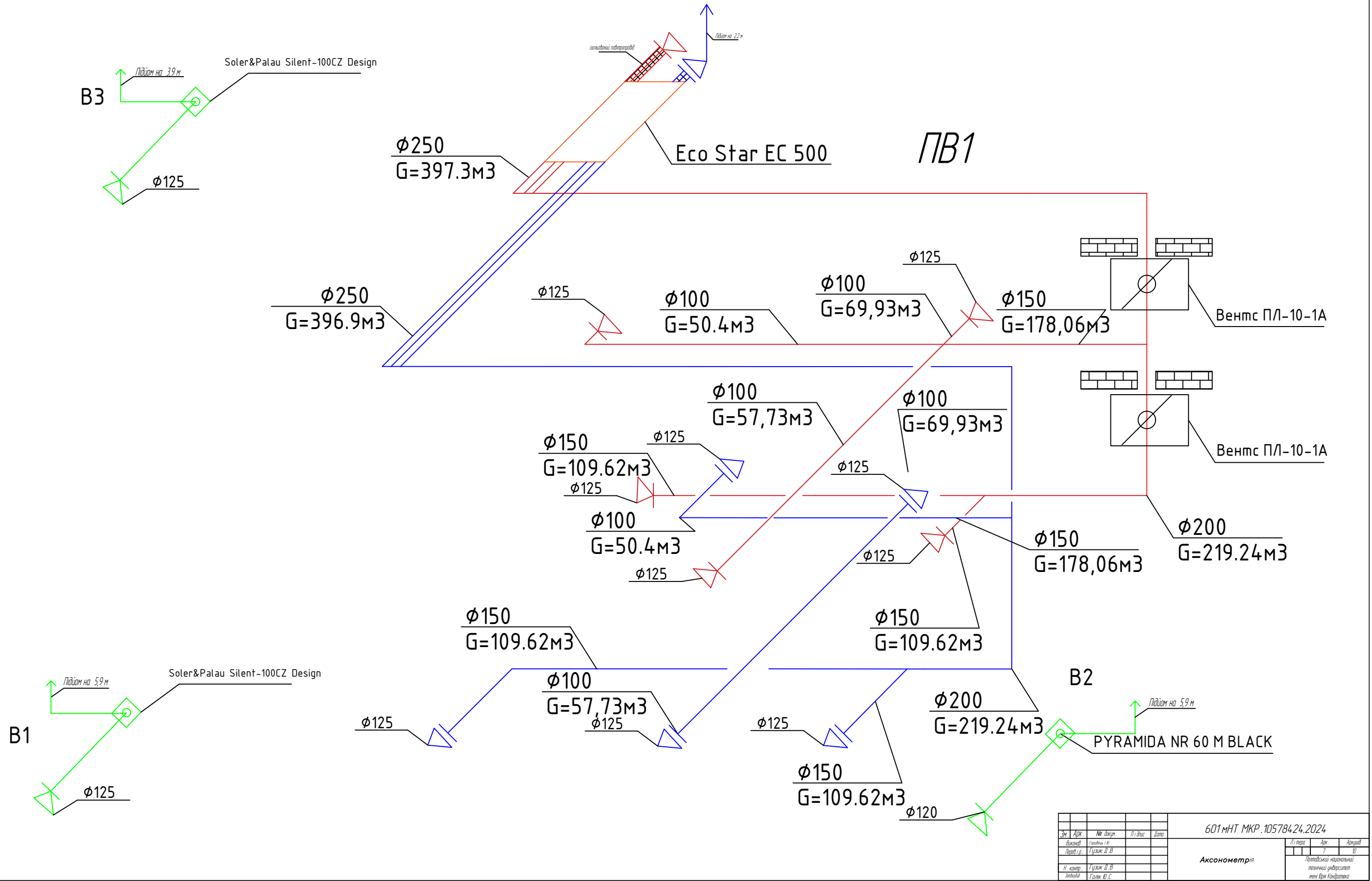
Позиція	Позначення	Назва обладнання	Відносна кількість	Кількість	Нова ціна, грн	Примітка
1	SolarPilot Silent 1000Z 0250N	Вентилятор	шт	2		
2	PIVANIDA NR 60 M BLACK	Датчик	шт	1		
3	Агрегат EcoStar EC 500	Пультно-датчик управління	шт	1		
4	Вентс Д1-10-14	Протипожежний клапан	шт	2		
5		Спальні апарати	шт	2	37,85	
6	Вентс А 125	Амортизатор	шт	11		
7		Круглий затвор	шт	1		

Вартість обладнання для вентиляції до термомодернізації

Позиція	Позначення	Назва обладнання	Відносна кількість	Кількість	Нова ціна, грн	Примітка
1	SolarPilot Silent 1000Z 0250N	Вентилятор	шт	2		
2	PIVANIDA NR 60 M BLACK	Датчик	шт	1		
3		Спальні апарати	шт	4		
4	Вентс А 125	Амортизатор	шт	2		

601 МНТ МКР.105784.24.2024			
ЗМ	АДК	№ докум.	Пі датс.
Виконав	Григорук І.В.		
Перевір.	Григорук Д.В.		
П. комп.	Григорук Д.В.		
Затверд.	Григорук Д.С.		
План будинку		Лист	Арк.
		В	В
		Полтавський національний технічний університет імені Гетьмана Кандиби	

# Схема системи вентиляції



601 мНТ МКР.105784.24.2024				
№	Діаг.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав	Григорів І.В.			
Перевір.	Григорів Д.В.			
Н. контр.	Григорів Д.В.			
Замовл.	Григорів Д.С.			
Аксонетр			Лист 7	
Томського національного технічного університету імені Євгена Кавказця			№	



## Економічні аспекти впровадження системи "розумний дім"



При постійній вентиляції ми з відпрацьованим повітрям видаляємо і тепло яке воно має. За опалювальний період ми таким чином утилізуємо:

$$Q = cG\Delta t = 1,005 \cdot 215,67 \cdot (20 - 0,4) = 4248,26 \text{ Вт/год}$$

$$\text{За опалювальний період } 4248,26 \cdot 24 = 101958,42 + 179 = 18250557,9 \text{ Вт. ( 15.69 гкал)}$$

Так як в приточно - витяжної установці ККД рекуперації становить 81%, то використовуючи цю установку втрати тепла через вентиляцію будуть наступними:

$$18250557,9 \cdot 0,19 = 3467606,16 \text{ Вт (2,98 Гкал)}$$

У місті Львів тариф на теплову енергію становить 1757,91 за гкал. Відповідно без використання вентиляції з рекуперацією втрати тепла через видалення теплого повітря будуть коштувати  $15,69 \cdot 1757,91 = 27581,60$  грн

$$\text{З рекуперацією } 2,98 \cdot 1757,91 = 5238,57 \text{ грн}$$

$$\text{Економія } 27581,60 - 5238,57 = 22343,03 \text{ грн} = 23153 \text{ грн.}$$

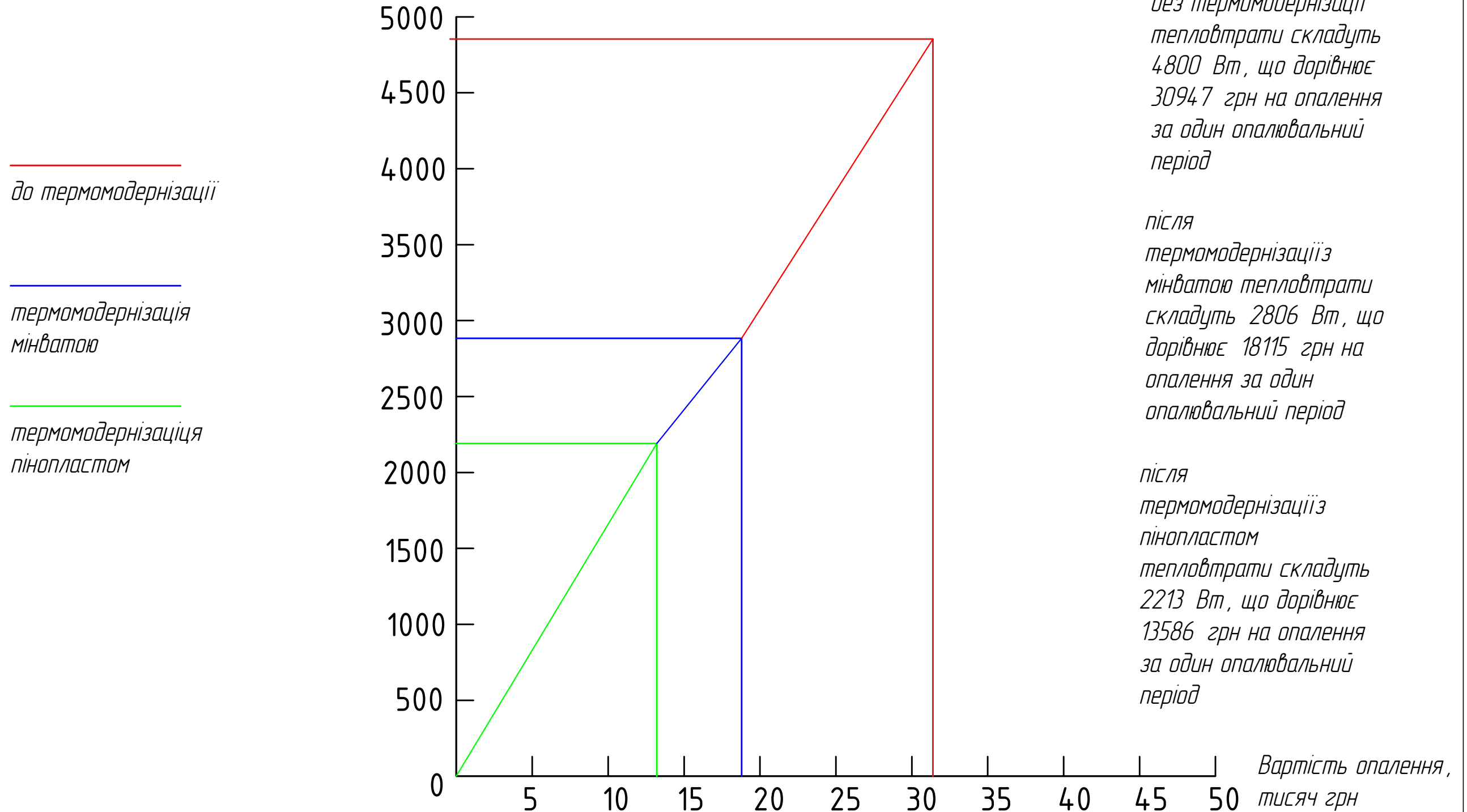
Завдяки впровадженню системи вентиляції "розумний дім" з'являється можливість значно простіше регулювати необхідну кількість повітря яку установка подає за одну годину. Це дозволяє економити електроенергію, так як установка певну частину дня працює на 1й, іншк частину дня на 2й а залишок дня на 3й швидкостях. Завдяки цьому якщо порівнювати її з роботою аналогічної за потужністю установки, проте без функції розумний дім то за опалювальний період можна заощадити 810 грн на електроенергії.

Крім того, наявність рекуператора з ККД у 81% також дозволяє значно заощадити на платіжках за опалення так як отримуючи свіже повітря, ми маємо лише дещо догріти а не нагрівати з мінусових температур до комфортних 20, так як значна частина тепла з видаленого повітря передається тому, що заходить з вулиці, що в свою чергу дозволяє зекономити до двадцяти тисяч гривень згідно з тарифами для львівської області.

				601 МНТ МКР.105784.24.2024			
Зн.	Док.	№ докум.	Пі датс.	Дата	Лист	Арк.	Архив
Виконано	Гарантовано	Гарантовано	Гарантовано				
Введено	Гарантовано	Гарантовано	Гарантовано				
П. комп.	Гарантовано	Гарантовано	Гарантовано				
Затверджено	Гарантовано	Гарантовано	Гарантовано				
				Економіка		Потребительская организация технический университет и др. Конфиденциально	

# Графік відношення тепловтрат до вартості опалення

Тепловтрати, Вт



без термомодернізації тепловтрати складуть 4800 Вт, що дорівнює 30947 грн на опалення за один опалювальний період

після термомодернізації з мінватою тепловтрати складуть 2806 Вт, що дорівнює 18115 грн на опалення за один опалювальний період

після термомодернізації з пінопластом тепловтрати складуть 2213 Вт, що дорівнює 13586 грн на опалення за один опалювальний період

Вартість опалення, тисяч грн

601 МНТ МКР .105784.24.2024			
ЗН	АДК	№ докум.	Пі діст.
Виконав	Голова Г.Б.		
Варіант	Голова Д.В.		
П. комп.	Голова Д.В.		
Завантажено	Голова В.Є.		
График		Лист	№
		Політехнічний національний технічний університет імені Івана Кошованого	

## Висновки

В результаті моєї роботи були виділені наступні пріоритети по термомодернізації:

- утеплення стін та порівняння двох різних утеплювачів, утеплення підвального та горищного перекриттів та заміна вікон на більш енерго економічні. Також важливою метою була оптимізація системи вентиляції в будинку із впровадженням системи "розумний дім",

- всі вище перераховані заходи дають змогу зекономити при капітальних та експлуатаційних затратах на системі опалення. Крім того все це матиме суттєві економічні переваги в середній та довгій перспективах.

- користуючись отриманими в ході розрахунків результатами та порівнявши їх стало зрозуміло що після проведення термомодернізації та утеплення стін мінватою тепловтрати зменшилися на 41,6%, а після утеплення пінопластом на 53,9%,

- без термомодернізації будинку система опалення обійдеться в 114475грн, при термомодернізації будинку за допомогою мінвати вартість системи складе 102273грн, за допомогою ж пінопласту – в 102199грн. Якщо ж брати фінальну вартість термомодернізації з матеріалами на систему опалення, матеріалами для утеплення та витратами для праці то для пінопласту виїде в 893498грн, для мінеральної вати ця сума складе 1101094грн, що на 23,23% більше за утеплення пінопластом. Тож порівнюючи два утеплювача можна сказати, що при дещо кращих теплоізоляційних властивостях пінопласту термомодернізація ним же ще й обійдеться в значно меншу суму ніж мінеральною ватою, що робить його більш привабливим матеріалом для подібних цілей.,

- застосування елементів розумний дім дає змогу значно легше контролювати показники мікроклімату в будинку, а в поєднанні з рекуператором в приточно-витяжній установці система дозволяє отримувати свіже повітря в приміщенні і при цьому не втрачати всю теплоту з видаленим повітрям, що в свою чергу позитивно впливає на платіжку за опалення так як немає потреби витрачати більше тепла щоб нагріти нове повітря в заміну видаленого. Використовуючи розумну систему цілодобово та регулюючи її швидкість ми економимо 810грн на електроенергії а завдяки рекуперації ми зможемо зекономити 21798грн за опалювальний період, що в сумі дозволить нам зекономити 22608 грн на опалювальний період.

Підводячи підсумки можна впевнено сказати, що термомодернізація будинку дає змогу значно підвищити економічні показники систем опалення та вентиляції в будинку.

				601МНТ МКР.105784.24.2024			
ЗМ	АДК	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав		Григорук І.В.					
Вірив	р.	Гуцук Д.В.					
П. комп.		Гуцук Д.В.					
Замовив		Голуб В.С.					
					Висновки		
					Підписано: національний технічний університет "Політехніка"		