МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж та обслуговування систем кондиціювання і вентиляції повітря»
Група: БКВ - 05

Дипломний проєкт

студента денного відділення
БКВ 05.03.000 ДП ПЗ

Боровик Данііла Дмитровича

м. Одеса - 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж та обслуговування
Систем кондиціювання і вентиляції
повітря»
Група БКВ - 05

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 05.03.000 ДП ПЗ

До дипломного проекту на тему:

Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на _____ сторінках та графічного матеріалу на ____ аркушах.

Дипломник _____ (БоровикД.Д.)

Керівник проекту _____ (ПетушенкоС.М.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Катан В.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист " 28 **"** 06 **2024 р. Протокол ЕК №** 02 БКВ

Оцінка ЕК 5 (відмінно)

Секретар ЕК _____ **Хоцяновський С.Ю.**

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«___» _____2024 р.
Дата закінчення проєкту
«____» _____ 2024 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
«_____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Боровик Данііл Дмитрович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Ствердженa наказом по коледжу від «___» _____ 202__р. №____–А2- ОД
Вихідні данні для проекту: температура зовнішнього повітря взимку – 26°С
відносна вологість зовнішнього повітря влітку – 58 %
Зміст та послідовність виконання дипломного проекту
Вступ

1. Загальна частина
1.1 Вихідні дані проєкту
1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Розрахунково-конструкторська частина
2.1 Розрахункові дані проєкту
2.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
2.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
2.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
2.5 Визначення витрати повітря припливної установки
2.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
2.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
2.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

3. Організаційна частина
3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціювання і вентиляції повітря

4. Економічна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Використана література

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. План та розріз об'єкту завдання

Графічний Аркуш 2. Аксонометрична схема повітророзподільної мережі системи кондиціювання або холодопостачання

Графічний Аркуш 3. Схема автоматизації системи кондиціювання і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	
2. Розрахунково-конструкторська частина	
3. Організаційна частина	
4. Аркуш 1, 2	
5. Економічна частина	
6. Аркуш 3, 4	
7. Організаційна частина	
8. Охорона праці	
Попередній захист	
Захист дипломного проекту	

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № ___від “ ___” _____ 202__ р.

Завідувач кафедрою _____(Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Петушенко С.М.)

Форма	Зона	Поз	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація		
			БКВ 05.03.000 ДП.ПЗ	**Дипломний проєкт**		
А4		**1**	**БКВ 05.03.000 ДП.ПЗ**	**Пояснювальна записка**	**1**	
				Креслення		
А1		**1**	**БКВ 05.03.000. ДП БК**	**План та розріз об'єкту завдання**	**1**	
А1		**2**	**БКВ 05.03.000. 02. ДП С7**	**Розводка повітропроводів**	**1**	
А1		**3**	**БКВ 05.03.000. 03. ДП С7**	**Електрична схема кондиціонера**	**1**	
А1		**4**	**БКВ 05.03.000. 04. ДП СБ**	**Система вентиляції Aerauliqa**	**1**	

Зм	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	**БКВ 05.03.000. ДП. ПЗ**		
Розробив		Боровик			Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.	**Літера**	**Аркуш**	**Аркуші**
Перевір.		Петушенко				**Н Д П**		
Н. контр.		Волянська				**ВСП «ОТФК ОНТУ», 2024 р.**		
Затв.		Беркань						

ЗМІСТ

Вступ

1. Загальна частина
1.1 Вихідні дані проєкту
1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Розрахунково-конструкторська частина
2.1 Розрахункові дані проєкту
2.2 Розрахунок теплонадходжень об'єкту завдання
2.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
2.4 Зведена таблиця тепло і вологонадходжень об'єкту завдання
2.5 Визначення витрати повітря припливної установки
2.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
2.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
2.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
2.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

3. Організаційна частина
3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціювання і вентиляції повітря

4. Економічна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Список використаних джерел

					БКВ 05.03.000. ДП ПЗ		
Зм	А	№ докум.	Підп	Дат			
Розроб		Боровик			Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.	Літ.	Арку / Аркушів
Переві		Петушенко					
Н.конт		Волянська С				ОТФК ОНТУ БКВ - 05	
Затв.		Беркань Ір.В					

ВСТУП.

Опалення тепловим насосом набирає дедалі більшої популярності серед клієнтів. При правильному розрахунку та виборі типу агрегату: "повітря-повітря", "повітря-вода" або геотермальний тепловий насос, Ви створите високий рівень комфорту для вашого будинку.

Оскільки обладнання вважається ефективним, а також дуже економним для опалення порівняно з іншими опалювальними агрегатами, такими як: газовий та електричний котел.

Тепловий насос для опалення має ряд переваг:

висока енергоефективність, яка має на увазі мінімальні витрати на щомісячне утримання будинку. Річ у тім, що з купівлі 1 кВт електроенергії, рахунок високого коефіцієнта перетворення тепла, система дозволяє одержати 3 кВт теплової енергії;

пристрій не залежить від наявності газу в будинку, оскільки підведення газу на ділянку є дорогим рішенням, тому Ви заощадите за допомогою цього обладнання;

опалення тепловим насосом економічно вигідно в експлуатації, що супроводжує мінімальні витрати на утримання холоду, тепла та ГВП.

Опалення тепловим насосом набагато дешевше, порівняно з використанням газового або електрокотла.

Для споживачів електроенергії було встановлено спеціальні тарифи, які робили використання теплового насоса ще вигіднішим:

якщо на ділянці відсутня проводка газу до будинку, держава могла надати 3000 кВт годин із 50% знижкою - що вважалося дуже вигідною пропозицією;

у нічний період часу мешканці могли використовувати електроенергію, вартість якої була знижена ще на 50%. Сьогодні використовується лише нічний тариф, у якому існує знижка –50% від первісної ціни.

Автоматика теплового насоса дасть можливість підтримувати комфортну температуру в приміщенні незалежно від пори року;

Відсутні шкідливі викиди в довкілля, які вважаються небезпечними як для природи, так і для людей,

універсальний, оскільки обладнання може виконувати три функції: опалення приватного будинку тепловим насосом та охолодження приміщення, а також нагрівання води.

Насамперед, щоб підібрати оптимальний варіант теплового насоса для опалення, необхідно зробити якісний теплотехнічний розрахунок будівлі, який дасть зрозуміти наскільки ефективний будинок.

Повітряний тепловий насос підходить для котеджів розмір яких знаходиться в діапазоні 100-200 м^2. Тому встановлювати обладнання для великих приміщень вважається нераціонально. Оскільки максимальна потужність повітряного теплового насоса становить 16 кВт.

Геотермальний тепловий насос встановлюється у заміських будинках, площа яких перевищує 200 м^2.

Тепловий насос повітря-повітря

Вважається досить поширеним видом пристрою, але підходить для невеликих будівель. Устаткування є одним із бюджетних типів теплонасосу, оскільки ціни на придбання агрегату вважаються досить доступними.

Тепловий насос для опалення є системою, яка складається з внутрішнього і зовнішнього блоку.

Зовнішній блок відповідає за забір тепла з холодного вуличного повітря та нагрівання фреону. Внутрішній блок сприяє подачі тепла від фреону до повітря приміщення. Існує кілька видів внутрішніх блоків. Вони можуть бути:

настінними;

канальними;

касетними;

підлоговими.

Тепловий насос може працювати як на обігрів, так і охолодження приміщення.

Геотермальний тепловий насос «ґрунт-вода»

Ефективний пристрій, який використовує джерело з низькопотенційною енергією – ґрунтом. Придбання геотермального теплового насоса вважається дорогим рішенням, оскільки для роботи обладнання необхідно бурити свердловини, а також використовувати зонди ґрунтові.

Вертикальний зонд є конструкцією із пластикових труб, в яких постійно відбуватиметься циркуляція незамерзаючої рідини. Цей розчин сприяє передачі тепла землі через теплообмінник у тепловий насос. Довжина зонда може розподілятися на кілька свердловин.

Також, можна використовувати ґрунтові води, як продуктивне джерело тепла, для роботи теплового насоса. Перед тим як бурити свердловини, необхідно провести аналіз ґрунту. Якщо на ділянці з невеликою площею немає раціональної кількості запасів води в глибині, то придбання геотермального термічного насоса буде нераціональним рішенням. Оскільки коефіцієнт перетворення, відповідно, буде низьким, що призведе до зниження ефективності роботи системи.

Тепловий насос для гарячого водопостачання

Принцип роботи теплового насосу для охолодження будинку

Ефективність теплового насосу

Вибір теплового насоса

Види теплових насосів

часті питання

Теплові насоси є енергоефективним обладнанням, яке дозволить забезпечити комфортну температуру в приміщенні будь-якої пори року. Оскільки взимку тепловий насос працюватиме на опалення будівлі, а влітку – на його охолодження. Також обладнання має здатність нагрівати воду та

забезпечить мешканців гарячою водою для побутових та інших потреб цілий рік.

Існує кілька видів теплових насосів, які відрізняються принципом роботи системи, джерелом тепла та ін. Також кожен тип обладнання має особливі вимоги для встановлення, свої переваги та недоліки.

Тепловий насос «повітря-вода»

Універсальний та популярний пристрій, який має високий попит для використання в Україні. Тепловий насос «повітря-вода», як і «повітря-повітря», має внутрішній і зовнішній блок. Але якщо порівнювати ці теплові насоси за виконанням функцій, то на відміну від повітряного, водяний може працювати не тільки на обігрів/охолодження приміщення, а також на нагрівання води для гарячого водопостачання.

В основному для повноцінної системи опалення обладнання застосовується з теплими підлогами, стінами, а також фанкойлами.

Важливо відзначити, що використання теплового насоса тільки для опалення будинку вважається нераціональним. Оскільки зовнішній та внутрішній блоки можуть відповідати як за подачу холоду, так і тепла до приміщення.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані проєкту.

Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.

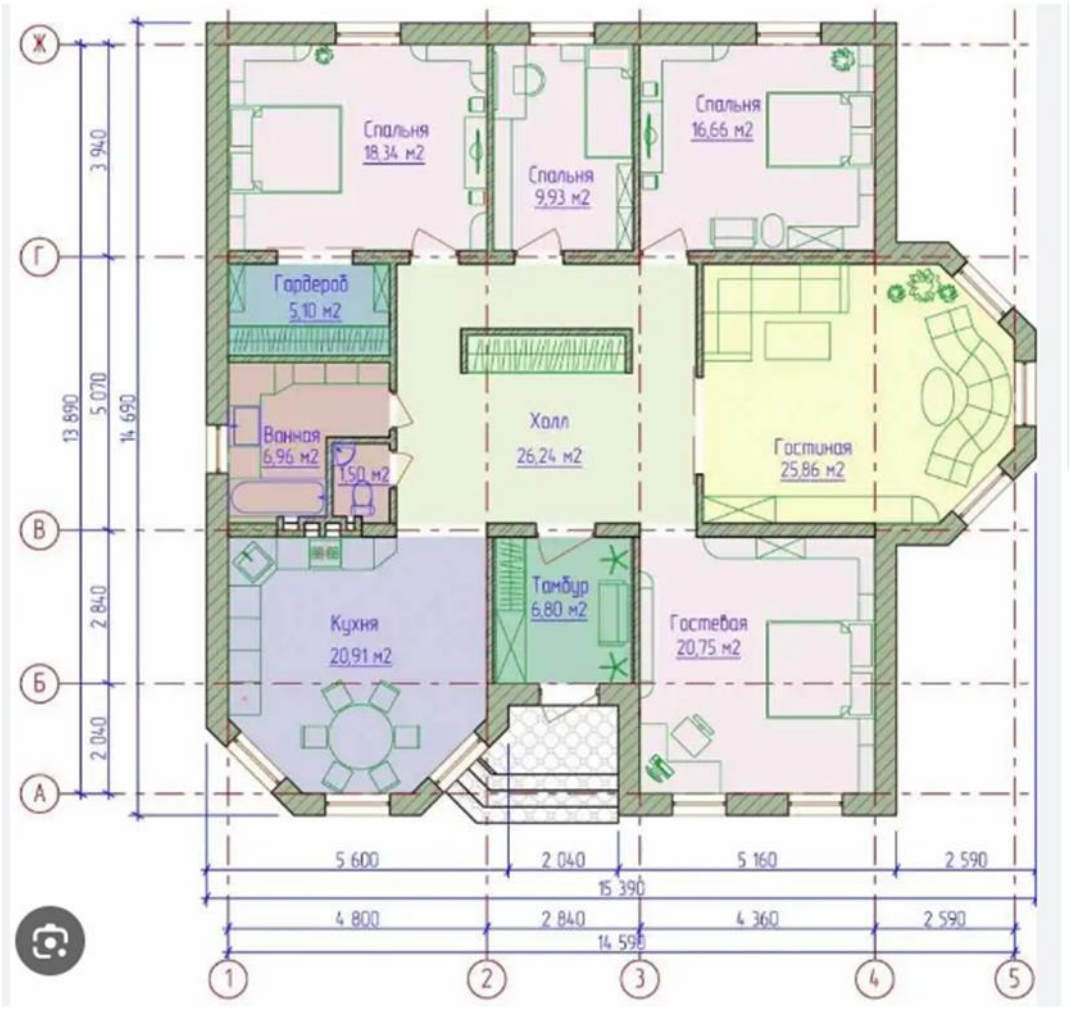
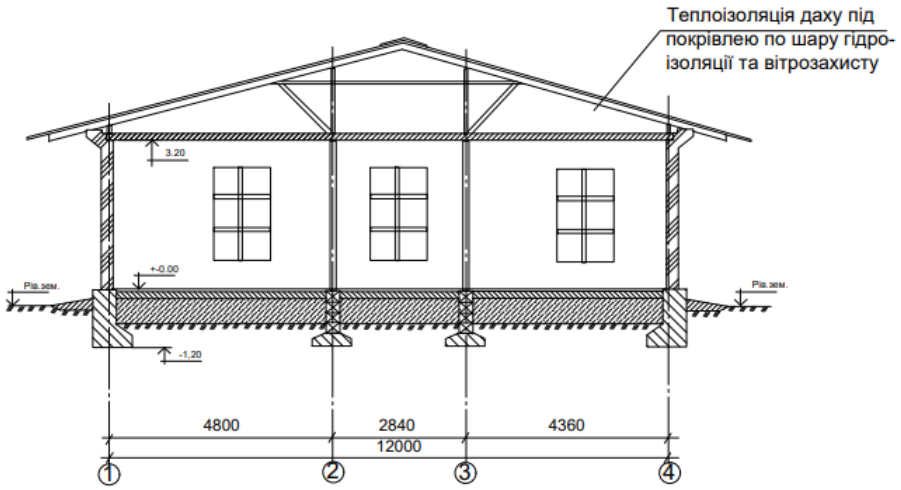


Рис.1.1 Будинок площею 184 м. кв.

А-А
1 : 50


Теплоізоляція даху під покрівлею по шару гідро-ізоляції та вітрозахисту
3.20
+-0.00
Рів.зем.
Рів.зем.
-1.20
4800
2840
4360
12000
1
2
3
4

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

Планування одноповерхового будинку 184 м^2 включає чотири спальні (одна гостьова), гардероб, ванну кімнату, санвузол, хол, вітальню, кухню і тамбур.

Вдале розташування приміщень забезпечать комфортне проживання в будинку та зроблять повсякденне побутове життя простіше. Ідеальне рішення для сім'ї з 4-5 мешканців.

Класичний масив будинку зі смаком доповнений унікальними аксесуарами. Яскрава палітра кольорів і природних елементів фасаду становить видимий контраст з темною плиткою. Сучасні вікна надають свіжість і новизну всьому вигляду будинку.

Найбільш важливим дизайнерським рішенням є вітальня. Це дуже просторе та комфортне приміщення. Великі вікна забезпечать вільний доступ сонячним променям. Унікальний домашній клімат створює невеликий камін. Його тепло не тільки чудово обігріє весь будинок, а й буде супроводжувати вас усі зимові вечори.

Тип фундаменту стрічковий збірно-монолітний.

Будинок з силікатної цегли з вентильованим прошарком, стеля-залізобетонні плити з дерев'яним настилом.

Вікна з двокамерним склопакетом. розмір вікон 2 х 1,40 м- 6 штук, 1 х 1,4 – 6 штук.

Дах - кінцеве перекриття - профнастил покрівельний ПК-20 оцинкований лист з кольоровим полімерним покриттям, товщина 0,4 мм розмір 1,5 Х 1,16 м, утеплення даху 200 мм.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані проєкту

Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.

Розрахункові параметри Київська область :

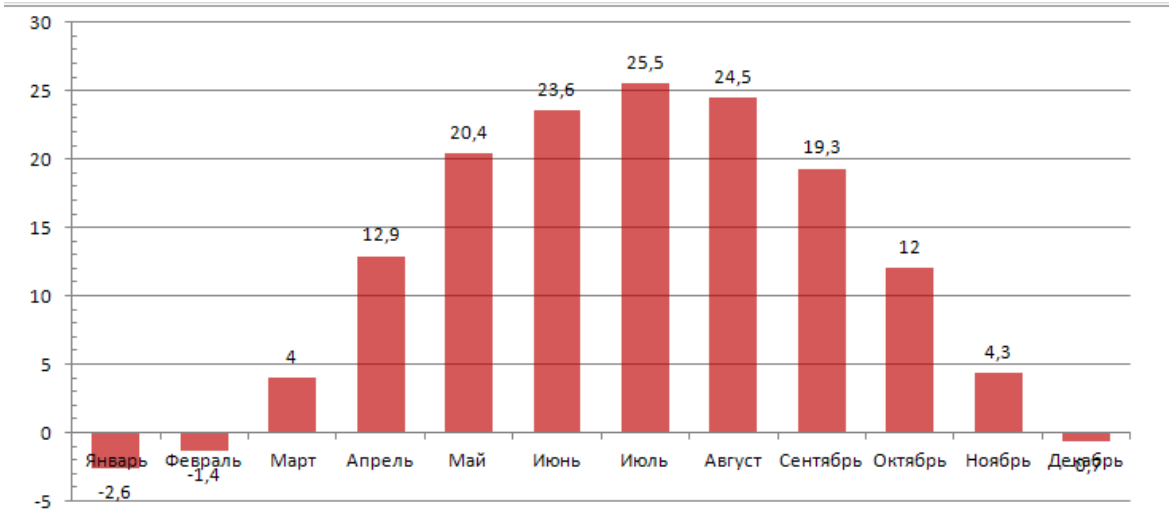


Рис. 2.1 Максимальна температура

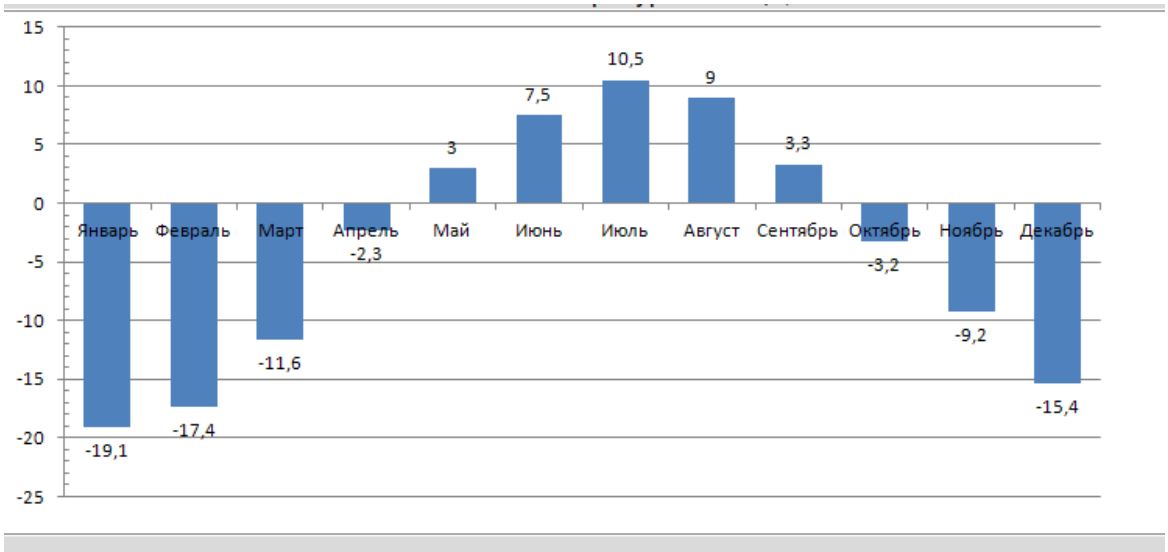


Рис. 2.2 Мінімальна температура

- розрахункова літня температура 26 °С;
- розрахункова літня відносна вологість 58 %;
- розрахункова зимова температура -19°С;
- розрахункова зимова відносна вологість 88 %.

Температура всередині приміщень будівлі в зимовий період приймаємо 20°С. Відносна вологість у приміщеннях має бути у межах 30-60%.

2.2 Розрахунок теплонадходжень об´єкту завдання

Втрати теплоти через огороджувальні конструкції

При ретельному підході до створення системи опалення будинку необхідно почати з розрахунку тепловтрат будівлі. Втрати тепла в будинку відбуваються через стіни, вікна, дах та підлогу першого поверху. Тепло також йде разом із повітрям при вентиляції та через щілини в конструкціях.

Втрати тепла через стіни

Втрати тепла через стіни розраховуються за формулою:

Qстін = kстін * Fстін (tвн - tзовн), (2.1)

де Qстін - тепловтрати, Вт;

kстін - коефіцієнт теплопередачі стіни, Вт/(м2*град.С);

Fстін - площа стіни;

tвн - температура повітря всередині, град. С; можна приймати 20 град.С

tзовн - температура повітря зовні, град. С;

kстін розраховується за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{зовн}}}, \quad (2.2)$$

де k - коефіцієнт теплопередачі стіни, Вт/(м2*град.С);

d1 - товщина першого шару стіни (наприклад, піноблоку), м;

λ1 - коефіцієнт теплопровідності першого шару стіни, Вт/(м*К); дає виробник матеріалу або за таблиці коефіцієнтів теплопровідності

d2 - товщина другого шару стіни (наприклад, пінопласту), м;

λ2 - коефіцієнт теплопровідності другого шару стіни, Вт/(м*К); за принципом λ1.

dn, λn - якщо є ще шари – за принципом d1 та λ1;

αвн - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни; приймаємо рівним 8,7.

αзовн - коефіцієнт тепловіддачі від стіни до зовнішнього повітря; для зовнішніх стін без повітряного прошарку приймаємо рівним 23; для зовнішніх стін з повітряним прошарком (сайдинг і т.п.), а також для стін з неопалювальними приміщеннями приймаємо 12.

Втрати тепла через вікна

Тепловтрати через вікна розраховуються за такою ж формулою:

Qвікон = kвікон * Fвікон (tвн - tзовн), (2.3)

де Qвікон - тепловтрати, Вт;

kвікон - коефіцієнт теплопередачі вікон, Вт/(м2*град.С);

Fвікон - площа вікон;

tвн - температура повітря всередині, град. С; можна приймати 20 град.С

tзовн - температура повітря зовні , град. С; для Києва - мінус 22 град.С, для інших міст - за довідником

kвікон розраховується за формулою:

$$k = \frac{k_{ст} \cdot F_{ст} + k_р \cdot F_р + P \cdot \Psi}{F_{загал}} \quad (2.4)$$

Qвікон = kвікон * Fвікон (tвн - tзовн),

де kск - коефіцієнт теплопередачі склопакета, Вт/(м2*град.С); дає виробник

Fск- площа склопакета, кв.м.;

kр - коефіцієнт теплопередачі рами, Вт/(м2*град.С); дає виробник

Fр- площа рами, кв.м.;

P - периметр скління, м;

ψ - коефіцієнт для врахування теплопередачі алюмінієвої смуги. приймаємо рівним 0,07

Втрати тепла через стелі

Втрати тепла через стелі розраховуються за тією самою формулою:

Qстелі = kстелі * Fстелі (tвн - tзовн), (2.5)

де Qстелі - тепловтрати, Вт;

kстелі - коефіцієнт теплопередачі стелі, Вт/(м2*град.С);

Fстелі - площа стелі;

tвн - температура повітря всередині, град. С; можна приймати 20 град.С

tзовн - температура повітря зовні, град. С; для Києва - мінус 22 град.С, для інших міст - за довідником

kстелі розраховується за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{зовн}}}, \quad (2.6)$$

де k - коефіцієнт теплопередачі стелі, Вт/(м2*град.С);

d1 - товщина першого шару стелі (наприклад, дерева), м;

λ1 - коефіцієнт теплопровідності першого шару стелі, Вт/(м*К); дає виробник матеріалу або за таблицею коефіцієнтів теплопровідності info.liconce.com

d2 - товщина другого шару стелі (наприклад, мінвати), м;

λ2 - коефіцієнт теплопровідності другого шару стелі, Вт/(м*К); за принципом λ1.

dn, λn - якщо є ще шари – за принципом d1 и λ1;

αвн - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стелі; приймаємо рівним 8,7.

αзовн - коефіцієнт тепловіддачі від стелі до зовнішнього повітря; для стелі мансарди з повітряним прошарком приймаємо рівним 23; для стелі мансарди з просвітами між дахом і стелею, а також за наявності горища, що не опалюється, приймаємо рівним 12.

Втрати тепла через підлогу

Втрати тепла через підлогу розраховуються за тією самою формулою:

Qпідлоги = kпідлоги * Fпідлоги (tвн - tзовн), (2.7)

де Qпідлоги - тепловтрати, Вт;

kпідлоги - коефіцієнт теплопередачі підлоги, Вт/(м2*град.С);

Fпідлоги - площа підлоги;

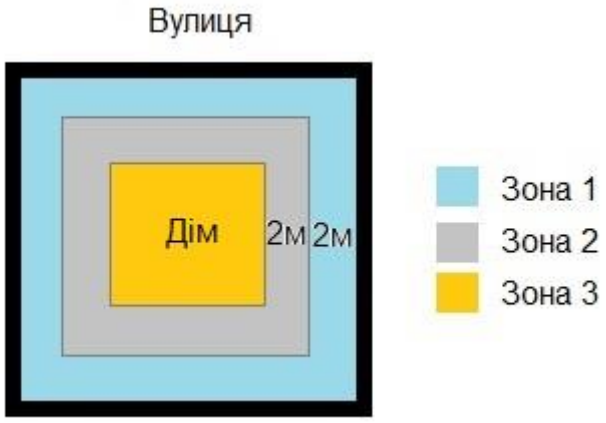
tвн - температура повітря всередині, град. С; можна приймати 20 град.С

tзовн - температура повітря/грунту зовні, град. С; можна приймати 5 град.С

Підлога на ґрунті

Якщо підлога розташована безпосередньо на ґрунті, то kпідлоги розраховується за формулою:

$$k = \frac{1}{R_c + \frac{d}{\lambda}}, \quad (2.8)$$



де d - товщина шару, що утеплює, м;

λ - коефіцієнт теплопровідності шару, що утеплює, Вт/(м2*град.С);

Rc по зонах завширшки 2 м, паралельним зовнішнім стінам, приймаємо рівним 2,1 для 1-й зони; 4,3 для 2-й зони; 8,6 для 3-й зони и 14,2 для решти площі.

Витрати тепла на нагрівання припливного повітря (інфільтрації)

Витрата тепла на нагрівання припливного повітря рахується для житлових кімнат, кухні та санвузлів за формулою:

$$Qi = 0,28 * Ln * \rho * C * (tp - ti) * k, \quad (2.9)$$

де Qi - кількості тепла, необхідне для нагрівання інфільтрації, Вт;

Ln - витрата повітря, що видаляється, куб.м./год; приймаємо рівним 3 куб.м./год на кожний кв.м. площі житлового приміщення.

ρ - щільність повітря у приміщенні, кг./куб.м.; приймаємо рівною 1,1

C - питома теплоємність повітря, кДж/(кг*К); приймаємо рівною 1

tp - температура повітря приміщення, град.С;

ti - температура зовнішнього повітря, град.С;

k - коефіцієнт врахування зустрічного теплового потоку в конструкціях. можна прийняти рівним 1

Розрахунки тепловтрат проводимо за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Оберіть місто Київ $t_{зов}$ = -18 °C

Введіть температуру повітря у приміщенні; $t_{вн}$ = +20 °C

Тепловтрати через стіни згорнути

Вид фасаду З вентильованим повітряним прошарком α = 12

Площа зовнішніх стін, кв.м. 162

Матеріал першого шару Кладка із силікатної цегли λ = 0.87

Товщина першого шару, м. 0.38

Матеріал другого шару Пінопласт λ = 0.052

Товщина другого шару, м. 0.100

Матеріал третього шару Цементно-піщаний розчин λ = 0.93

Товщина третього шару, м. 0.02

Прибрати шар

Порахувати

Тепловтрати через стіни, Вт 2386

Рис. 2.3 Тепловтрати через стіни.

Тепловтрати через вікна згорнути

Оберіть скління

Двокамерний склопакет k = 2.3

Введіть площу вікон, кв.м. 30.8

Порахувати

Тепловтрати через вікна 2692

Рис. 2.4 Тепловтрати через вікна.

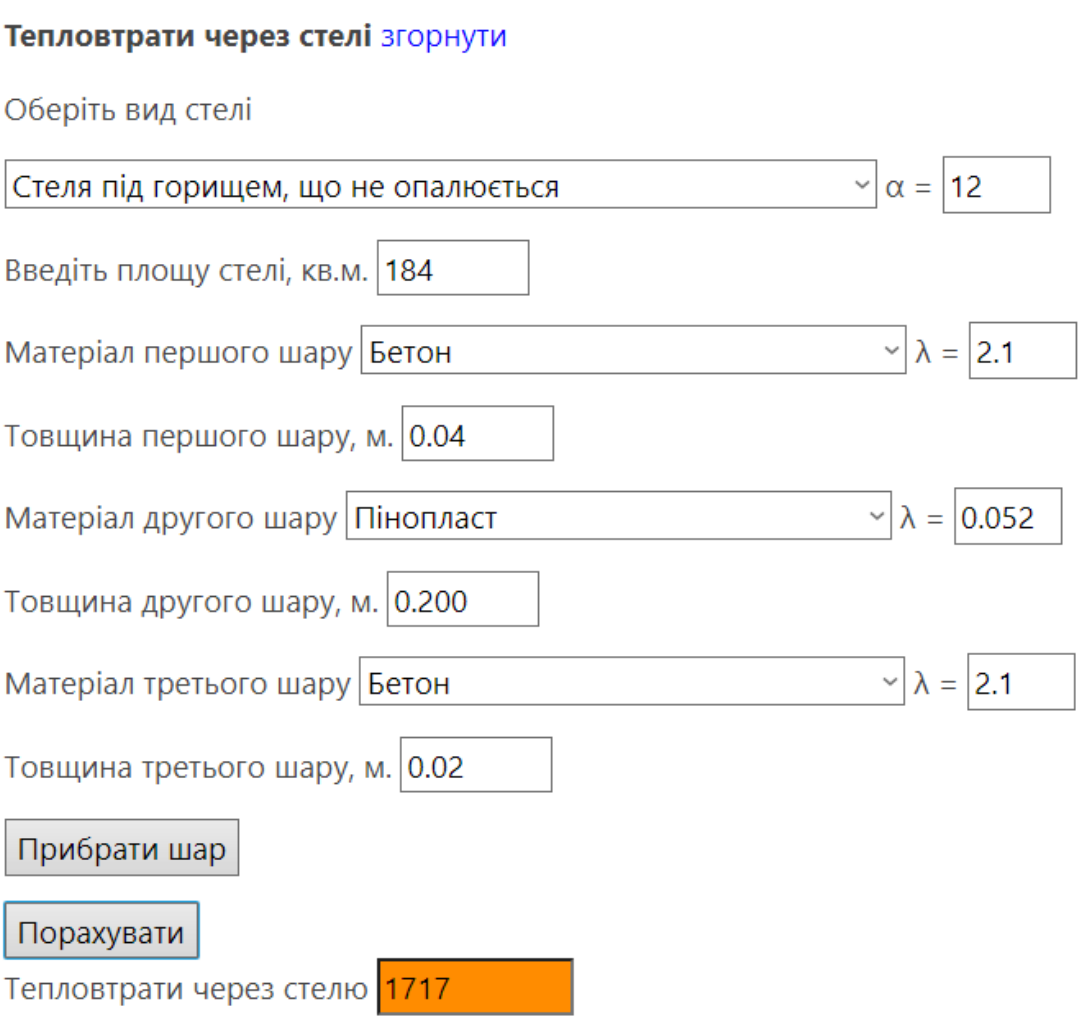


Рис. 2.5 Тепловтрати через стелю.

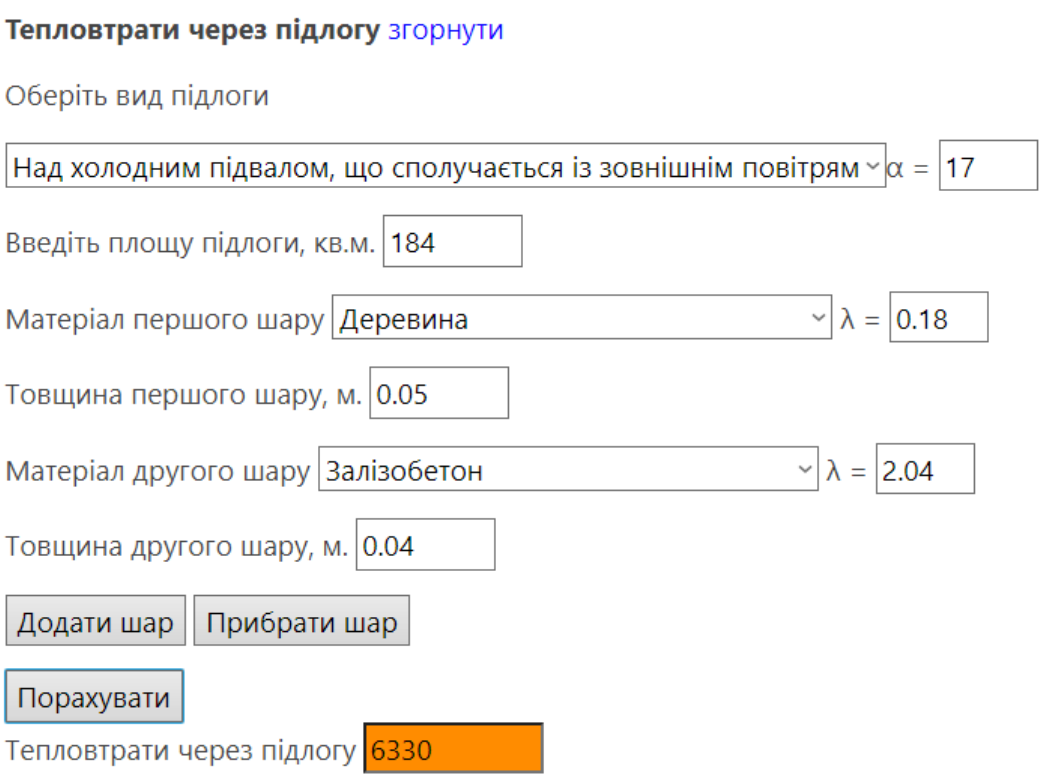


Рис. 2.6 Тепловтрати через підлогу.

Рис. 2.7 Тепловтрати на інфільтрацію.

Сумарні результати розрахунку 20208 Вт.

Теплонадходження в приміщення.

Теплонадходження від людей :

$$Q_{л}^{я} = \sum_{i=0}^{n} k_i \cdot n_i \cdot q_{я} \quad (2.10)$$

$Q_{л}^{я} = 2 \cdot 99 + 3 \cdot 0{,}85 \cdot 99 = 450$ Вт

Теплонадходження від електроустаткування і приладів:

$$Q_{ОБ} = \sum_{i=1}^{n} \left(N_B \cdot k_B \cdot k_O \cdot k_З \cdot (1 - \eta + k_T \cdot \eta) \right)_i . \quad (2.11)$$

де N_B - встановлена потужність і-го обладнання, Вт;

k_B = 0,7-0,9 - коефіцієнт використання встановленої потужності;

k_O = 0,5-1,0 - коефіцієнт одночасності роботи устаткування;

$k_З$ = 0,5-0,8 – коефіцієнт середнього завантаження обладнання;

k_T = 0,1-1,0 – коефіцієнт переведення механічної енергії в теплову, який враховує, що частина теплоти може бути віддана охолоджуючій емульсії, повітрю або воді та винесена ними з приміщення;

η = 0,75-0,9 – ККД двигуна.

Всі розрахунки проведемо в таблиці.

Таблиця 2.1 Розрахунок теплонадходжень від електроустаткування і приладів

Вид обладнання	N_B, Вт	Кількість, шт.	k_B	k_O	$k_З$	k_T	η	$Q_{ОБ}$, Вт
Комп'ютер	250	3	0,9	0,6	0,6	0,9	0,95	208
Принтер	300	3	1	0,3	0,5	0,8	0,9	97
Холодильник	200	1	1	0,4	1	1	0,8	80
Електрочайник	1500	1	1	0,1	0,5	1	1	75
Плита електрична	2000	1	1	0,1	0,5	1	1	100
Телевизор	200	1	0,9	0,6	0,6	0,9	0,95	62
Разом								622

Теплонадходження від освітлювальних приладів:

$$Q_{ОСВ} = \sum \left(N_{ОСВ} \cdot k_{ОСВ} \cdot k_{В.ОСВ} \right)_i . \quad (2.12)$$

де $N_{ОСВ}$ – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт;

$k_{ОСВ}$ - коефіцієнт переходу електроенергії в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні;

$k_{В.ОСВ.}$- коефіцієнт використання світильників.

Таблиця 2.2 Розрахунок теплонадходжень від освітлювальних приладів

Вид обладнання	$N_{ОСВ}$, Вт	Кількість, шт.	$k_{ОСВ}$	$k_{В.ОСВ}$	$Q_{ОСВ}$, Вт
Світлодіодні лампи	20	23	0,6	0,1	28
				Разом	28

Теплонадходження для розглянутого приміщення для холодного періоду року:

$$Q_{Я} = Q_{Л}^{Я} + Q_{ОСВ} + Q_{ОБ} . \quad (2.13)$$

$$Q_{Я} = 20208 + 28 + 622 = 20858 \text{ Вт}$$

Надлишковий потік прихованої теплоти визначається за формулою:

$$Q_{ПР} = \frac{W \cdot h_{ВП}}{3600} + \sum_{1}^{3} k_i \cdot n_i \cdot q_{ПР} ; \quad (2.14)$$

де $h_{ВП} = 2500 + 1,8 \cdot t_{ВП}$ - ентальпія водяної пари при температурі пари $t_{ВП} = t_В$, кДж / кг;

$q_{ПР}$ - потік прихованої теплоти, що виділяється однією людиною, кВт,

$$Q_{\text{ПР}} = \frac{1 \cdot (2500 + 1{,}8 \cdot 20)}{3600} + 2 \cdot 0{,}099 + 3 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}099 = 1{,}15\text{кВт}$$

Величина кутового коефіцієнта променю процесу ε:

$$\varepsilon^{\text{х}} = 3600 \cdot \frac{Q_{\text{я}} + Q_{\text{ПР}}}{W}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \qquad (2.15)$$

де $Q_{\text{П}}$, $Q_{\text{я}}$, $Q_{\text{ПР}}$ - надлишковий потік відповідно повної, явної та прихованої теплоти в приміщенні, кВт;

W - надлишкові виділення вологи в приміщенні, що підлягають асиміляції припливним повітрям, кг / год:

$$W = \sum_1^3 (k_i \cdot n_i \cdot g_w) + 1000 \cdot W_{\text{ОБ}}, \frac{\text{кг}}{\text{год}} \qquad (2.16)$$

$$W = 2 \cdot 0{,}075 + 3 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}075 = 0{,}34 \text{ кг/год.}$$

$$\varepsilon^{\text{х}} = 3600 \cdot \frac{20{,}858 + 1{,}15}{0{,}34} = 23303 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Температуру повітря, що видаляється з приміщення громадських будівель орієнтовно можна визначити за формулою:

$t_{\text{ВИД}} = t_{\text{РЗ}} + \Delta \cdot (H - h) = 20 + 1{,}3 \cdot (3 - 1{,}5) = 22$ °С,

де Δ - градієнт температури по висоті приміщення, °С/м, приймаємо Δ = 1,3 °С/м;

Н= висота приміщення, 2,8 м;

h - висота робочої зони (при сидячому положенні людей приймається 1,5 м).

Температура припливного повітря $t_{\text{П}}$ визначається як:

$t_{\text{П}} = t_{\text{РЗ}} - \Delta t = 20 - 5 = 15$ °С.

де Δt = 5 °С.

За отриманим значеннями кутового коефіцієнта променю та внутрішніми і зовнішніми температурами будуємо процеси обробки повітря для холодного періоду.

2.3 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря

Вихідні дані: : $t_З$ і $\varphi_З$ (точка З); $t_В$ і $\varphi_В$ (точка В); G ; ε_X .

Через точку В проводиться промінь процесу ε^X до перетину з лінією $d_П$=const (або $h_П$ = const) в точці П, яка характеризує стан припливного повітря за умови збереження в холодний період року розрахункового повітрообміну G. Перетин лінії $d_П$ = const з кривою $\varphi_О$= 95% визначає точку О, яка відповідає параметрам повітря на виході з камери зрошення. Відрізок В-П характеризує процес в повітронагрівачі другого підігріву. Відрізок П´ / П - підігрів повітря у вентиляторі і повітропроводах. З точки З вгору по лінії $d_З$ = const проводиться промінь процесу нагрівання повітря в повітронагрівачі першого підігріву до перетину з $h_О$ = const в точці К.

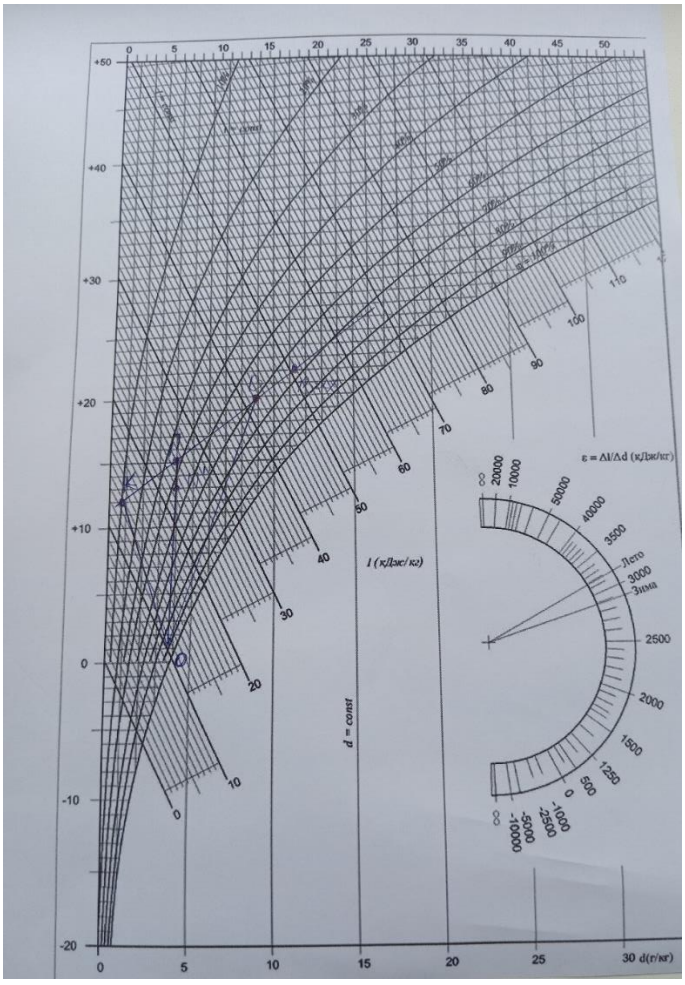


Рис. 2.8 Процеси обробки повітря для холодного періоду.

2.4 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки

Розрахунок повітрообміну

Необхідна величина повітрообміну при розрахунку по надлишку явної теплоти, кг/год:

$$G_1 = 3600\frac{Q_я}{c_{пов}(t_{рз} - t_п)} \quad (2.17)$$

G_1=3600·0,34 / 1·(20-15) =245 кг/год.

Обмін повітря по асиміляції вологи, яка виділяється в приміщенні, кг/год:

$$G_{II} = \frac{W}{d_{вид} - d_п} \quad (2.18)$$

$G_п$=0,34·10^3 / 8 - 3 =68 кг/год.

Визначаємо мінімальну кількість зовнішнього повітря, що подається в приміщення:

$$G_{III}^{min} = \rho_{пов} \cdot n \cdot l \quad (2.19)$$

G_{min} = 1,2·5 ·25 = 150 кг/год.

Об'ємна витрата повітря:

$L=G/\rho_П$, $м^3$/год. (2.20)

L=150/1,2 = 125 $м^3$/год.

Приймаємо припливно-витяжну установку з рекуперацією тепла Aerauliqa QR140A

Рис. 2.9 Припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла Aerauliqa QR140A

Таблиця 2.3 Технічна характеристика Aerauliqa QR140A

Діаметр під'єднання	Ø125мм
Електро підключення	1~ 220 V/50 Hz
Споживана потужність	0,167 Вт
Максимальна витрата повітря	140 м³/год.
ККД рекуперації	89%
Теплообмінник	Пластинчастий (рекуперативний)
Клас захисту	IP44

Вентиляційна установка з рекуперацією тепла Aerauliqa QR140A забезпечить приплив та витяжку повітря в приміщенні будь-якого типу. Обладнання відрізняється компактними габаритами, але при цьому є досить продуктивним і сприяє створенню якісного, комфортного мікроклімату в приміщенні. Наявність вбудованих теплообмінників сприяє економії коштів на опаленні взимку та на охолодженні приміщень влітку.

Вентиляційне обладнання Aerauliqa QR140A працює майже безшумно. Це пояснюється розміщенням вентиляторів – вони розташовані між рекуператорами. Устаткування комплектується енергозберігаючими двигунами. Серед головних переваг цієї вентиляційної установки можна виділити те, що рекуперація повітря виробляється на високому рівні, при цьому енергоспоживання дуже низьке.

У моделі Aerauliqa QR140A передбачена не тільки рекуперація повітря, а й його очищення. Цю функцію виконують фільтраційні елементи (у кількості 2 штук), що відповідають стандарту очищення G4. Приєднання вентиляційного агрегату можливе до повітроводів, що мають круглий переріз і діаметр 125 мм.

Вентилятор Aerauliqa QR140A виконаний у невеликому розмірі, а така особливість дає можливість встановлювати обладнання за стелею. Завдяки якісній шумоізоляції агрегат працює тихо і не доставляє дискомфорт користувачам. Як ізоляційний матеріал використовується спінений поліпропілен, товщина якого 10 мм. Ізоляційний шар також служить для збереження тепла всередині обладнання, а значить ККД рекуперації значно зростає. Для виготовлення корпусу використовується двошаровий алюмоцинк з надійним захистом від корозії.

Припливно-витяжна установка Aerauliqa QR140A комплектується двома вентиляторами, що мають відцентрові колеса, із загнутими назад лопатями. Завдяки вбудованій системі захисту від перегріву двигуна установка зберігає

свою працездатність протягом тривалого часу. Динамічна балансування робочих коліс сприяє високим показникам аеродинаміки.

В обладнанні Aerauliqa QR140A є два рекуператори перехресного струму, які сприяють передачі тепла між двома потоками повітря. Наявність спеціального піддону сприяє відведенню вологи і конденсату, що утворюється. Устаткування може експлуатуватися в холодну пору року завдяки надійному захисту рекуператорів від обмерзання.

Модель Aerauliqa QR140A оснащена перемикачем, який дає можливість виконувати регулювання роботи установки та встановлювати один із трьох доступних режимів. Доступне підключення додаткових пристроїв регулювання даної вентиляційної установки.

Припливно-витяжне обладнання Aerauliqa QR140A з функцією рекуперації тепла може використовуватися в приміщеннях будь-якого типу (основні та підсобні кімнати). При необхідності виконати настінний монтаж, рекомендується використовувати кронштейни. Можливий монтаж на стелі за підвісною стелею.

2.5 Розрахунок основного холодильного обладнання

20208+ 28+622=20858

1,15

Тепловий баланс приміщення.

Сумарні тепловтрати 20208 Вт

Тепло надходження 1800 Вт

20208 – 1800 = 18408 Вт

Приймаємо два канальних кондиціонера інверторних Cooper&Hunter CH-IDH100PNK /CH-IU100NM

Рис. 2.10 Cooper&Hunter CH-IDH100PNK /CH-IU100NM

Технічні характеристики Cooper&Hunter

CH-IDH100PNK /CH-IU100NM

Основні характеристики:

Тип фреону (холодоагент)	R410a
Споживана потужність, кВт	Холод: 3,15 / Тепло: 3,50
Сезонний коефіцієнт продуктивності SEER (охолодження)	6,10 (A++)
Сезонний коефіцієнт продуктивності SCOP (обігрів)	4,00 (A+)
Рівень шуму зовнішнього блоку Дб	55
Рівень шуму внутрішнього блоку Дб - min/max	46/44/42/40
Розміри зовнішнього блоку, мм	940x530x820
Розміри внутрішнього блоку, мм	1040x300x754
Розмір приміщення, м²	100
Продуктивність охолодження, кВт	10,00
Продуктивність обігріву, кВт	12,00
Повітряпродуктивність, м³/год	1800
Напруга, В/Гц/Ф	~ 380-415В/50Гц/1Ф
Енергоефективність у режимі охолодження (EER)	3,15
Енергоефективність в режимі нагрівання (COP)	3,50

2.6 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

Вибір типорозмірів і кількості розподільника повітря

Сумарна площа перерізу визначається за формулою:

$F_{\Sigma} = L_{розр} / (3600 \cdot v_{рек})$, (2.21)

де $v_{рек}$ - рекомендована швидкість на виході з решітки, задамося швидкістю,

що дорівнює 3 м / с.

Мінімальна кількість решіток визначається за формулою:

$N_{мін} = f_{прим} / 36$ (2.22)

де $f_{прим}$ - площа приміщення, м^2

Площа однієї решітки визначається за формулою:

$F = F_{\Sigma} / N$ (2.23)

Фактичну швидкість в решітці визначається за формулою:

$v = L_{розр} / (N \cdot 3600 \cdot F_0)$ (2.24)

У спальні №1 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 18,34 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 50 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = Lрозр / (3600 \cdot v_{рек}) = 50 / (3600 \cdot 3) = 0{,}0046$ м^2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ( ):

$F = 0{,}0046 / 1 = 0{,}0046$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу $F_0 = 0{,}006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 50 / (1 \cdot 3600 \cdot 0{,}006) = 2{,}31$м / с

У спальні №2 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 9,93 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = L\text{розр} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0{,}0023$ м^2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ( ):

$F = 0{,}0023 / 1 = 0{,}0023$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу $F_0 = 0{,}006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0{,}006) = 1{,}16$ м / с

У спальні №3 подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 16,66 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 50 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = L\text{розр} / (3600 \cdot v_{\text{рек}}) = 50 / (3600 \cdot 3) = 0{,}005$ м^2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ( ):

$F = 0{,}005 / 1 = 0{,}005$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0{,}006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 50 / (1 \cdot 3600 \cdot 0{,}006) = 2{,}31$ м/с

Гостьова спальня:

подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 20,75 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 50 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = Lрозр / (3600 \cdot vрек) = 50 / (3600 \cdot 3) = 0{,}005$ м2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ( ):

$F = 0{,}005 / 1 = 0{,}005$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0{,}006$ м2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 50 / (1 \cdot 3600 \cdot 0{,}006) = 2{,}31$ м/с

Гардероб:

подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 5,10 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = Lрозр / (3600 \cdot vрек) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0{,}0023$ м2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою:

F = 0,0023 / 1 = 0,0023 м2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

F_0 = 0,006 м2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

v = 25 / (1 · 3600 · 0,006) = 1,16 м / с

У ванній кімнаті подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 6,86 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = L_{розр} / (3600 \cdot v_{рек}) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0,0023$ м^2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою ( ):

F = 0,0023 / 1 = 0,0023 м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

F_0 = 0,006 м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

v = 25 / (1 · 3600 · 0,006) = 1,16 м / с

Санвузол:

подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 1,50 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 25 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$F\Sigma = Lрозр / (3600 \cdot vрек) = 25 / (3600 \cdot 3) = 0,0023$ м2

Кількість решіток приймаємо 1.

Площа однієї решітки визначимо за формулою:

$F = 0,0023 / 1 = 0,0023$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0,006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 25 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,006) = 1,16$ м / с

У кухні подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 20,91 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 100 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$\Sigma F = Lрозр / (3600 \cdot v_{рек}) = 100 / (3600 \cdot 3) = 0,009$ м^2

Кількість решіток приймаємо 2.

Площа однієї решітки визначимо за формулою :

$F = 0,009 / 2 = 0,005$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0,006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 100 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,012) = 2,31$ м / с

Хол:

подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 26,24 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 125 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$\Sigma F = Lрозр / (3600 \cdot v_{рек}) = 125 / (3600 \cdot 3) = 0,012$ м^2

Кількість решіток приймаємо 2.

Площа однієї решітки визначимо за формулою :

$F = 0,012 / 2 = 0,06$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0,006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 125 / (1 \cdot 3600 \cdot 0,012) = 2,89$ м/с

Вітальня:

подача і видалення повітря здійснюються в верхню зону через решітки фірми ТМ ВЕНТС.

Площа приміщення – 25,86 м^2

Розрахункова витрата повітря в приміщенні – 100 м^3/год

Сумарну площу всіх решіток в приміщенні визначимо за формулою :

$\Sigma F = Lрозр / (3600 \cdot v_{рек}) = 100 / (3600 \cdot 3) = 0,0092$ м^2

Кількість решіток приймаємо 2.

Площа однієї решітки визначимо за формулою :

$F = 0,009 / 2 = 0,005$ м^2

Підбираємо стандартну решітку з каталогу фірми фірми ТМ ВЕНТС з

клапаном витрати повітря розміром 100 × 100 мм з площею живого перерізу

$F_0 = 0{,}006$ м^2

Фактичну швидкість в решітці визначимо за формулою:

$v = 100 / (1 \cdot 3600 \cdot 0{,}012) = 2{,}31$ м/с

Рис. 2.11 Решітка фірми ТМ ВЕНТС

3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціювання і вентиляції повітря

Автоматизація систем кондиціювання та вентиляції дозволяє:

ФУНКЦІЇ ТА РЕЖИМИ

Багатошвидкісний вентилятор внутрішнього блоку кондиціонера: 4 швидкості

Режим комфортного сну SLEЄP (кілька варіантів ручного налаштування)

Інтелектуальне керування в режимі AUTO – автоматична зміна режимів роботи залежно від змін температури у приміщенні

Авторестарт – функція автоматичного перезапуску із запам'ятовуванням налаштувань

Таймер

Режим осушення

Самодіагностика порушення роботи основних блоків та режимів

Автоматичний захист

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

WI-FI

Два пульти в комплекті: дротовий та дистанційний (серія IN)

Можливість вибору датчика температури внутрішнього повітря для керування

Сумісний із системою “розумний дім” – BMS (building management system)

Якщо живлення короткочасно відключається, а потім включається, кондиціонер автоматично відновлює параметри функцій, що були встановлені раніше.

Продуктивність кондиціонерів з двоступеневим інверторним компресором при зовнішній температурі -20 °С вдвічі вище, ніж у звичайних інверторних кондиціонерів.

В інверторному зовнішньому блоці плата буде працювати навіть при температурі 85 °С. Металевий корпус захищає її від вогню.

Зниження споживання електроенергії.

Підвищує ефективність обігріву, прискорюючи процес розмерзання.

Вода при конденсації буде легко стікати та не буде замерзати на піддоні. Нова конструкція покращує ефективність обігріву при низьких температурах.

Стійкий до солоного повітря, дощу та інших факторів корозії. Самодіагностика - код помилки виводиться автоматично для полегшення обслуговування кондиціонера у разі відмови.

У режимі «очікування» споживає всього 0,5 Вт.

Режим 1 Стандартний

Температура в приміщенні автоматично знижується при обігріві.

Режим 2 Інтелектуал

Дослідження біоритмів людини під час сну показали, що в різний час ночі комфортна температура по відчуттях людини змінюється.

Використовуючи ці дані, мікрокомп'ютер кондиціонера автоматично змінює температуру в приміщенні.

Режим 3 Користувача

Ви можете задавати свою власну залежність зміни температури для нічного режиму, щоб ваш кондиціонер забезпечив комфортні умови для сну у відповідності з вашими потребами.

Датчик температури, що встановлений в бездротовому пульті дистанційного управління, вимірює температуру повітря в місці свого знаходження і передає цю інформацію до внутрішнього блоку кондиціонера.

Кондиціонер працює в режимі, який дозволяє досягти заданих параметрів кліматичного комфорту за місцем знаходження пульта ДУ.

Низькотемпературний обігрів.

Кондиціонер може працювати в режимі обігріву при температурі зовнішнього повітря до -30°С. Це досягається за рахунок застосування двоступеневого компресора з технологією інжекції фреону, використання електричних підігрівачів піддону зовнішнього блоку і застосування технології «теплий старт» (передпусковий підігрів).

Робота кондиціонера в режимі обігрів стала ще більш комфортною завдяки скороченню часу на розморожування. При роботі кондиціонера в режимі обігріву температура теплообмінника зовнішнього блоку часто буває нижче 0°С. Щоб уникнути утворення льоду на теплообміннику зовнішнього блоку, кондиціонер перемикається в режим розморожування. Традиційна програма розморожування працює відповідно до заданих часових інтервалів. Так після кожних 50-ти хвилин роботи кондиціонера протягом 10 хвилин відбувається процес розморожування. Програма інтелектуального розморожування активує цей процес тільки тоді, коли це дійсно необхідно. В результаті менше споживання електроенергії, а споживач отримує максимальний комфорт.

Система самоочищення.

Після вимикання кондиціонера вентилятор внутрішнього блоку продовжує працювати протягом деякого часу. Це запобігає збиранню вологи на теплообміннику і забрудненню внутрішнього блоку кондиціонера.

Технологія G10 вирішує проблему вібрації компресора і забезпечує його стабільну роботу при вкрай низьких частотах обертання, до 1Гц.

Зовнішній блок після досягнення кондиціонером заданої температури при номінальному тепловому навантаженні не зупиняється.

Таким чином, істотно підвищується рівень енергозбереження, рівень надійності та зручності експлуатації інверторних кондиціонерів. При роботі на мінімальній частоті обертання компресора кондиціонер споживає мінімум електроенергії.

Технологія G10 дозволяє кондиціонеру працювати в більш широкому діапазоні продуктивності в режимах охолодження та обігріву, точніше підтримувати температурний режим для максимального комфорту.

ФУНКЦІЇ ТА РЕЖИМИ

Вбудоване керування зовнішнім електричним нагрівачем

Відображення температури:
зовнішнього/витяжного/припливного/витяжного після теплообмінника повітря

Вибір швидкості вентилятора

Вбудований тижневий таймер

Автоматична функція By-pass

Автоматичне керування нагрівачем для розморожування теплообмінника

Можливість підключення датчика концентрації вуглекислого газу (опція)

Індикація необхідності очищення фільтра – вбудований таймер очищення фільтра

Авторестарт – запам’ятовування налаштувань та відновлення роботи після відключення живлення

Нічний free cooling

Можливість підключення датчика контроль вологості повітря

Система моніторингу та індикації помилок

4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Вихідні дані

Таблиця 4.1 - Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об’єкту	Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл
2	Система охолодження (обігріву)	Тепловий насос
3	Обслуговуючий персонал	Сервісна служба
4	Вартість 1 кВт. електроенергії, грн.	4.32

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Розраховуємо вартість устаткування по кожному найменуванню. Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню окремо і сумарно за формулою:

$$Воб = Ц_н * К_н \quad (4.1)$$

де $Ц_н$ – вартість одиниці устаткування, грн.

$К_н$ – кількість даного найменування устаткування, шт.

Заносимо розрахунки в таблицю

Таблиця 4.2 - Загальна вартість устаткування

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кіль кість, шт.	Ціна за 1 обладнан ня, грн.	Сумарна вар тість, грн.
1	Канальний кондиціонер інверторний	Cooper&Hunter CH-IDH100PRK2/CH-IU100RM2	2	140000	280000
2	Припливно-витяжна установка з рекуперацією тепла	Aerauliqa QR140A	1	38000	38000
3	Разом сумарна вартість основного устаткування	-	-	-	318000
4	Вартість іншого устаткування	-	-	-	31800
5	Витрати на монтаж і транспорт	-	-	-	47700
6	Загальна вартість	-	-	-	397500

Загальна вартість капіталовкладень $К_в$ в грн. на устаткування розраховується за формулою:

$$К_в = С_{бд} + С_{заг}^{об}, \quad (4.2)$$

де $С_{заг}^{об}$ – загальна вартість обладнання, грн.

Кв = 0 + 397500 = 397500 грн

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

4.3.1 Розрахунок витрат на електроенергію

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховуємо та заносимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 – Розрахунок споживання електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Ном.потужність, кВт	Коеф. використання облад-нання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба електроенергії, кВт.год
		Wh.	Кв.об.	Куст.	Чрік	Wзаг=Wh.*Кв.об*Ку.* Чрік
1	Канальний кондиціонер інверторний Cooper&Hunter CH-IDH100PRK2/CH-IU100RM2	3,5	0,6	1	3000	6300
2	Приточно-витяжна установка з рекуперацією тепла ВЕНТС ВУЭ2 200 П	0,167	0,6	1	3000	300,6
	Усього					6600,6

Витрати на силову електроенергію в грн, визначаємо за формулою:

$$C_w = W_{заг} \cdot Ц_е \qquad (4.3)$$

де Це – ціна 1кВт електроенергії, грн.

Cw =6600,6*4,32= 28514,6 грн

4.3.2 Розрахунок витрат на сервісне обслуговування

Виходячи з умов повної автоматизації устаткування приймаємо що устаткування потребує сервісного обслуговування 1 раз на рік. Вартість обслуговування-4000 грн

4.4 Техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.4 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1.	Найменування об'єкту	Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл.
2.	Система охолодження(обігріву)	Тепловий насос
3.	Сума капіталовкладень, грн	397500
4.	Щорічні витрати, грн.	32514,6
5.	Обслуговуючий персонал, осіб.	Сервісна служба

Отже проєкт системи енергозбереження для приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл., на базі теплового насосу, можна вважати доцільним і економічно вигідним, так як при рівні цін, що склалися на цей час, капіталовкладення окупляться приблизно за 6 років.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Правильна оцінка небезпечних і здорових умов праці дає можливість забезпечити безпечні і здорові умови праці..

Людина, яка володіє професійними навичками та знаннями правил безпеки, передбачає ризик можливості загинути, отримати травму чи набути професійне захворювання і застосовує заходи, які його зменшують або зовсім виключають Тому на робітників та службовців покладаються обов'язки по дотриманню всіх інструкцій з охорони праці, правил по обслуговуванню машин, правильному застосуванню засобів індивідуального захисту.

Враховуючи характер технологічних процесів і умов праці, можливо визначити з достатньою достовірністю небезпечні та шкідливі чинники.

Оскільки в дипломному проєкті розглядається питання розробки теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку, кількість шкідливих та небезпечних чинників там зменшується, і стосується лише питань безпеки при експлуатації теплового насосу.

5.1 Характеристика технічного обладнання

Тепловий насос – універсальна система, яка об’єднує функції котла, гарячого водопостачання і кондиціонера.

Переваги теплових насосів:

- Ефективність: При ттемпературі зовнішнього повітря + 7 ° С і нагріванні води в контурі опалення до + 35 ° С, COP (Coefficient of performance показує у скільки разів виробленої теплової енергії більше, ніж витраченої електричної) теплового насоса становить 4,3 – 4,8;
- Універсальність використання: Агрегат здатний забезпечити комфорт в будь - який сезон. Взимку він використовується для нагріву приміщень, влітку – для охолодження.
- Екологічність: Тепловий насос не виділяє шкідливих викидів або перегрітих газів в атмосферу.
- Безпека: При використанні теплового насоса не використовується паливо, отже немає відкритого вогню.
- Простота у використанні: Теплові насоси, в основному, повністю автоматизовані, що позбавляє користувача необхідності втручатися в роботу апарату.
- Невибагливість до систем вентиляції . Тепловий насос не передбачає особливих вимог до системи вентиляції. А також не потребує частого обслуговування, завдяки замкнутому контуру холодоагенту.
- Довговічність. Теплові насоси можуть працювати до 20 років без капітального ремонту.
- Ергономічність. Внутрішні блоки теплових насосів займають вкрай мало місця в приміщенні. А сама габаритна частина даного агрегату – зовнішній блок, розміщується за межами приміщення.

5.2 Вимоги до розміщення та транспортування теплового насосу

Тепловий насос розміщується на стійкій поверхні, бажано бетонній. При установці теплового насоса на дерев'яній підлозі, її необхідно укріпити для того, щоб вона могла витримати вагу теплового насосу. Можна встановити під тепловий насос товсту металеву плиту, товщиною мінімум 6мм . Металевий лист повинен перекрити кілька перекладин, розділяючи вагу теплового насосу на якомога більшу площу. Потрібно уникати розміщення теплового насоса в кутку приміщення, так як оточуючі стіни можуть підвищувати шум.

Тепловий насос повинен транспортуватися та зберігатися завжди вертикально. Під час транспортування необхідно закріпити тепловий насос так, щоб він не нахилявся. При переміщені теплового насосу в будівлі можливе короткочасне переміщення насосу під кутом 45° з нахилом на задню частину. Після того, як тепловий насос встановлений в вертикальному положенні, він повинен простояти як мінімум годину перед вводом в експлуатацію.

Щоб спростити встановлення, послідуючу перевірку та технічне обслуговування, рекомендується оптимальний вільний простір навкруги теплового насосу.

Категорично заборонено тепловий насос нахиляти та , або класти горизонтально. Опора компресора не витримує навантаження на злам, тому може зламатися при нахилі теплового насосу.

5.3 Безпека використання та характеристика холодоагенту

Холодильні агенти повинні бути нешкідливими для організму людини, не повинні викликати корозії металу в машині і трубопроводах, не бути горючими і вибухонебезпечними, а також повинні мати сприятливі термодинамічні властивості: помірні тиски при температурах випаровування та конденсації, малі питомі об'єми парів і малу теплоємність рідини. Коефіцієнти теплопровідності та тепловіддачі повинні бути високими. Температура затвердіння холодильного агента повинна бути якомога нижче, а критична температура - якомога вище.. Холодильні агенти повинні бути інертні по відношенню до мастила, мати малу в’язкість і помірну вартість..

Робочою речовиною даної холодильної установки є фреон) R-407. Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об’ємній частці його в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладону при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20^0C . По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентам..

Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вміщувати ядовиті домішки

Використання фреону в якості холодоагенту вимагає дотримання певних заходів безпеки. По-перше, його використання можливе тільки в добре

вентильованих приміщеннях. По – друге, будь-які поглиблення в підлозі, де може накопичуватися холодоагент, необхідно відразу ж ізолювати

6.4 Вимоги заходів безпеки

Власники будинку несуть відповідальність за безпечну експлуатацію теплового насосу й утримання його в належному стані. Забороняється експлуатувати тепловий насос особам, які не досягли віку 18 років та не ознайомлені з із пристроєм і принципом його безпечної роботи. Не дозволяється експлуатувати тепловий насос при несправній автоматиці, розбирати й ремонтувати автоматику власними силами, вносити будь-які конструктивні зміни. Тепловий насос повинен бути встановлений в приміщенні із температурою не нижче +10ºС;

5.5 Електробезпека

Передбачена проектом електроапаратура передбачає експлуатацію її відповідно до паспортних даних, що визначають номінальні значення струму і напруги. Всі електромонтажні роботи виконуються в суворій відповідності з ДБН В.2.5.24-2003 «Электротехнические устройства. Производство электромонтажных работ», ПУЭ з дотриманням норм по охороні праці і техніки безпеки. Електропостачання здійснюється від загального щита автоматизації. Підключення щита до системи електропостачання та обладнання здійснюється на місці. Блок управління насосами забезпечується наступними функціями:

- автоматичне відключення циркуляційного насосу у разі падіння тиску н вході насосу нижче встановленого;
- можливість ручного вмикання/вимикання насосу;
- автоматичне вмикання насосу після перерви в електропостачанні, а також інші функції, які детально описані в технічній документації на щит автоматизації;

Електрообладнання живиться від мережі перемінного струму з глухо заземленою нейтраллю частотою 50Гц.

Технічні рішення по запобіганню електротравм при переході напруги на не струмові дні частини електроустановки:

З метою захисту людей від ураження електричним струмом проектом передбачено:

- занулення всіх корпусів електродвигунів насосів та регулюючих клапанів, так як вони можуть бути під напругою при пошкоджені ізоляції. Занулення лаж змогу виключити небезпеку ураження електричним струмом людей при пробої на корпус обладнання одною з фаз мережі. Це досягається завдяки швидкому вимиканню, максимальним струмовим захистом ділянки, на якій виникло замикання на корпус. Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат з струмовим захистом) та пошкоджений

провідник вимикається від мережі. При цьому використовуються вимоги ПУЕ – 2006 до схеми занулення:

– забезпечується необхідна кратність струму короткого замикання;

– контроль занулення проводиться при вводі в експлуатацію, перевірка здійснюється кожні 5 років ;

– у нульовому проводі не дозволяється установка роз'єднувачів та інших

приладів розриву електричної мережі;;

– не дозволяється використовувати трубопроводи в якості нульового робочого проводу.

Для захисту людей від помилкових дій та випадкового дотику до струмоведучих частин застосована різнокольорова ізоляція провідників окремих елементів електросхем, таблички та написи з позначенням робочих напруг, попереджувальні знаки, використання напруги до 42 В для підключення електроінструменту.

Захист людей від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги, всі установки забезпечується засобами захисту, а також засобами забезпечення першої медичної допомоги відповідно до «Правила використання и випробування засобів захисту , які використовуються в електроустановках»

5.6 Пожежна безпека.

Для захисту квартир, житлових будинків і будинків індивідуальної забудови слід використовувати 5-ти літрові порошкові вогнегасники із розрахунку один на квартиру або будинок.

Під час експлуатації вогнегасника один раз на місяць проводиться зовнішній огляд, при цьому перевіряється цілісність запобіжника запірно-пускового обладнання та індикатору тиску (стосується закачаних порошкових вогнегасників – стрілка індикатору повинна перебувати в зеленій зоні). При одержані негативних результатів зовнішнього огляду , а також після закінчення одержанні негативних результатів зовнішнього огляду, гарантійного терміну експлуатації, вогнегасник необхідно направити в спеціалізований пункт проведення технічного обслуговування.

6 Перелік використаних джерел

1. Бєлова Є. М. Центральні системи кондиціювання повітря в будинках / Бєлова Є. М. - М.: Єврокліматт, 2006. - 640 с.

2. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель і споруд: навчальний посібник / Зінич П. Л. – К. : КНУБА, 2002. – 256 с .

3. Тарабанов М. Г. Кондиціювання повітря. Частина 1 / Тарабанов М. Г. - М.: АВОК-ПРЕС, 2015. - 212 с.

4. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціювання громадських об’єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с

5. Хмельнюк М.Г., Подмазко О.С., Подмазко О.І. «Холодильні установки та сфери їх використання», О: ОНАХТ, 2014 р., 483 с

6. Титлов О.С., Горикін С.Ф. «Холодильное оборудование предприятий пищевой промышленности», Львів: «Новий Світ-2000», 2013 р, 331 с

7. Беккер А. М. Системи вентиляції. Техносфера, Єврокліматт, переклад з німецького, 2005 р.

8. Джеджула, В. В. Вентиляція та кондиціювання громадських об’єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.

9. https://tur-pogoda.com.ua/ukraine/

10. ukr-tur

11. www.turcalendar

12. Закон України “Про охорону праці”.

13. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 04.04.1994р., №30.

14. Закон України “Про пожежну безпеку”.

Позиція	*Найменування*	*Кількість*	*Примітка*
1	Зовнішній блок кондиціонера	2	
2	Канальний кондиціонер		
	інверторний Cooper&Hunter		
	CH-IDH100PNK /CH-IU100NM	2	
3	Припливно-витяжна установка з		
	рекуператором Aerauliqa QR140A	1	

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	**БКВ 05.03.001 ДП С7**		
Розробив		Боровик			Розводка повітроводіводів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Петушенко						
						ВСП «ОТФК ОНТУ» 2024		
Н. контр.		Волянська						
Затв.		Беркань						

UNICHECK
by Turnitin

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016390429

Дата перевірки:
27.06.2024 08:50:47 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.06.2024 09:03:24 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 2БКВ-05 БОРОВИК

Кількість сторінок: 36 **Кількість слів: 4539** **Кількість символів: 31026** **Розмір файлу: 1.17 MB** **ID файлу: 1016203387**

17.6%
Схожість

Найбільша схожість: 7.82% з Інтернет-джерелом (https://bilux.ua/calculation-heat-loss-private-house-ukr)

17.6% Джерела з Інтернету	74	..... Сторінка 38

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи	304

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента
Боровик Данііла Дмитровича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Монтаж та обслуговування систем кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема: Проєкт системи кондиціювання і вентиляції повітря їдальні при санаторі на 340 посадкових місць, м. Одеса

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Дипломний проект Боровик Данііла Дмитровича виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЄСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Боровик Данііл Дмитрович над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника
Теоретична підготовка Боровик Данііла Дмитровича – добра. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж та обслуговування систем кондиціювання і вентиляції повітря» показав програмні результати навчання на достатньому рівні, зацікавленість проявляв до дисциплін професіонального циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Боровик Даніїл Дмитрович в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Петушенко Сергій Миколайович

Місце роботи і посада керівника проекту ВСП «ОТФК ОНТУ», к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач спецдисциплін

«___» червня 20 24 р. Підпис _____

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

ОДЕСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

Р Е Ц Е Н З І Я

на дипломний проект (роботу) студента

Боровик Данііла Дмитровича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Монтаж та обслуговування систем кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема: Проєкт системи кондиціювання і вентиляції повітря їдальні при санаторі на 340 посадкових місць, м. Одеса

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки сторінок

Обсяг графічної частини проекту аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Дипломний проєкт Боровик Данііла Дмитровича виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на ____ сторінках і графічного матеріалу на аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЄСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на виробництві

Тема дипломного проєкту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломник Боровик Данііл Дмитрович використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості виконання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частини добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Висока якість виконання графічної частини за допомогою програми AutoCad.

2. Підібрано сучасне обладнання.

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. Можливо треба було б більше розписати переваги та недоліки канального кондиціонера.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові: -

Місце роботи і посада рецензента:

« 26» червня 20 24 р.

Підпис

ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»

Ми, що нижче підписалися,

Боровик Данііл Дмитрович,

здобувач освіти гр. 2БКВ-05, та

Петушенко Сергій Миколайович,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Розробка теплового насосу для системи енергозбереження приватного будинку площею 184 м. кв, Київська обл» (автор роботи – Боровик Д.Д., керівник роботи – ПетушенкоС.М.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець _____ / Боровик Д.Д. /

Керівник _____ / ПетушенкоС.М. /

«10» червня 2024 р.