

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

систем кондиціонування та

вентиляції повітря»

Група: 4КВ - 07

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення
4КВ 07. 011. 000 ДП

Ляха Олександра
Валерійовича

м. Одеса - 2024 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 КВ-07

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КВ. 07. 011. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204
м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.

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

Дипломник _____ (Лях О.В.)

Керівник проекту _____ (Жупанов І.А.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Кухарук А.А.)

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 " 27 " 06 2024 р. Протокол ЕК № 02 КВ

Оцінка ЕК _____ ч (добре)

Секретар ЕК _____ (Хоцяновський С.Ю.)

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2024 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2024 р.

Затверджую
Заступник директора з НВП
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Прізвище, ім'я та по батькові **Ляху Олександр Валерійович**
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціонування і вентиляції повітря»
Тема проєкту: «Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.»

Стверджена наказом по коледжу від « 02 » 11 2023 р. № 244 –А2- ОД

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту
ВСТУП

1. Огляд теплових насосів

- 1.1. Сфери застосування теплових насосів
- 1.2. Опалення тепловими насосами
- 1.3. Утилізація теплоти
- 1.4. Переваги теплових насосів
- 1.5. Термодинамічний цикл теплового насоса
- 1.6. Принцип дії теплового насоса
- 1.7. Особливості повітряних теплових насосів
- 1.8. Режими роботи повітряних теплових насосів
- 1.9. Пристрій повітряного теплового насосу

2. Будівельно-ізоляційна конструкція будинку

- 2.1. Конструктивне рішення
- 2.2. Обґрунтування вибору температурних режимів
- 2.3. Визначення коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій

3. Визначення теплових втрат

- 3.1. Розрахунок теплових втрат через огороження
- 3.2. Визначення теплових втрат через інфільтрацію
- 3.3. Загальні теплові втрати

4. Розрахунок теплоприпливів приміщень

- 4.1. Зовнішні теплоприпливи
- 4.2. Теплоприпливи від внутрішніх джерел

5. Тепловий розрахунок повітряного теплового насосу

6. Розрахунок пластинчастого конденсатора

7. Підбір компресора та теплообмінних апаратів

8. Охорона праці та безпека в надзвичайній ситуації

9. Економічний розділ

10. Висновки

11. Використані джерела

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	20 ÷ 21.05.2024
2. Технологічна частина	22 ÷ 24.05.2024
3. Розрахунково-конструкторська частина	25 ÷ 04.06.2024
4. Організаційна частина	05.06.2024
5. Аркуш 1, 2	06 ÷ 08.06.2024
6. Економічна частина	09 ÷ 11.06.2024
7. Аркуш 3	12.06.2024
8. Охорона праці	13.06.2024
Попередній захист	14.06.2024
Захист дипломного проекту	20 ÷ 28.06.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 3 від “17” жовтня 2023

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Жупанов І.А.)

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента

Ляха Олександра Валерійовича
(прізвище, ім'я і по батькові)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Керівник дипломного проекту

Жупанов І.А.

Тема дипломного проекту: Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної частини проекту _____ аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проект «Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.», виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на _____ сторінках і графічного матеріала на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

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

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

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

Якість виконання пояснювальної її записки і графічної частина добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Обґрунтування і вибір сучасних теплових насосів Vaillant AroTherm VWL 55/2 A 230 V

2. Застосування в якості холодильного агенту сучасного озонобезпечного хладагенту R454B

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

Для теплового розрахунку прийняті максимальні теплоприпливи, при яких необхідно застосовувати систему з акумулятором холоду для зниження теплового навантаження.

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

Прізвище, ім'я, по батькові

Місце роботи і посада рецензента

« _____ » _____

Підпис

**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Ляха Олександра Валерійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Тема: Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204
м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Лях Олександр дипломний проект виконав згідно завданню.
ДП складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу
на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Лях Олександр над дипломним проектом працював самостійно,
графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних
аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Ляха Олександра задовільна. При навчанні за
освітньою програмою «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та
вентиляції повітря» в цілому показав задовільні результати навчання, більше
зацікавленості проявляв до дисциплін гуманітарного циклу.

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

Здобувач освіти Лях Олександр Валерійович працюючи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Ляха Олександра Валерійовича отримав освітньо-професійний рівень фаховий молодший бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – технік-механік з обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини _____

Оцінка графічної роботи _____

Загальна оцінка _____

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Жупанов Іван Анатолійович

Місце роботи і посада керівника проекту: завідувач слюсарно-електромонтажної майстерні ВСП «ОТФК ОНТУ»

«__» _____ 20__ р.

Підпис _____

Зміст

ВСТУП	5
1. Огляд теплових насосів	6
1.1. Сфери застосування теплових насосів	6
1.2. Опалення тепловими насосами	7
1.3. Утилізація теплоти	8
1.4. Переваги теплових насосів	8
1.5. Термодинамічний цикл теплового насоса	9
1.6. Принцип дії теплового насоса	12
1.7. Особливості повітряних теплових насосів	14
1.8. Режими роботи повітряних теплових насосів	18
1.9. Пристрій повітряного теплового насосу	19
2. Будівельно-ізоляційна конструкція будинку	20
2.1. Конструктивне рішення	20
2.2. Обґрунтування вибору температурних режимів	21
2.3. Визначення коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій	24
3. Визначення теплових втрат	31
3.1. Розрахунок теплових втрат через огороження	31
3.2. Визначення теплових втрат через інфільтрацію	35
3.3. Загальні теплові втрати	37
4. Розрахунок теплоприпливів приміщень	40
4.1. Зовнішні теплоприпливи	40
4.2. Теплоприпливи від внутрішніх джерел	42
5. Тепловий розрахунок повітряного теплового насосу	44

					<i>4КВ 07 011.000.ДП.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Лях О.В</i>			Розробка системи енергозбереження для таун-хаузу площею 204м.кв. на основі теплового насосу, м Ізмаїл	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Жупанов І.А</i>					3	79
Реценз.						<i>ВСП ОТФК ОНТУ</i>		
Н. Контр.		<i>Волянська С.В</i>						
Затверд.								

6. Розрахунок пластинчастого конденсатора	48
7. Підбір компресора та теплообмінних апаратів	51
8. Охорона праці та безпека в надзвичайній ситуації.....	63
9. Економічний розділ.....	72
10. Висновки.....	76
11. Використані джерела.....	78

					4KB 07 011.000.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Проблеми енергоефективності є особливо важливими в сучасний період розвитку нашої країни. Вартість палива та теплової енергії зростає, і ця тенденція, за прогнозами, триватиме в майбутньому. Одночасно постійно і швидко збільшується обсяг споживання енергії. У зв'язку з цим очевидно є необхідність виявлення шляхів зниження енерговитрат. Одним із напрямків економії енергоресурсів є впровадження енергозберігаючих заходів у системах ТГВ (теплопостачання, опалення, вентиляція та кондиціонування повітря). Зменшення витрат енергії на роботу цих систем повинно стати однією з основних задач при їх проектуванні та експлуатації. Потреба міст у паливно-енергетичних ресурсах та надання інженерних послуг зростає. Водночас функціонування систем інженерного обладнання негативно впливає на навколишнє середовище. Наприклад, викиди від ТЕЦ і котельних становлять понад третину всіх викидів в атмосферу. Це призводить до збільшення захворюваності населення, зносу та пошкодження виробничого обладнання, погіршення екологічної ситуації в населених пунктах. Крім того, важливою причиною для проведення більш інтенсивної енергозберігаючої політики є значне підвищення вартості видобутку та транспортування паливно-енергетичних ресурсів. Теплові насоси на сьогоднішній день є прогресивним технологічним обладнанням, здатним вилучати енергію зі скидного вентиляційного повітря, теплоту зі стічних вод та іншого промислового вторинного тепла, а також відновлюваних природних джерел. Робота цих систем базується на використанні низькопотенційного тепла, яке потім перетворюється на високопотенційне для обігріву будівель та нагріву води.

					4KB 07 011.000.ДП.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Огляд теплових насосів

Проблема енергозбереження стає з кожним роком все більш актуальною. У структурі собівартості виробництва електричної та теплової енергії вартість палива сягає 70% і продовжує зростати у зв'язку з подорожчанням газу. Тому отримання електричної та теплової енергії з альтернативних джерел набуває особливого значення. За прогнозами Світової енергетичної ради, до 2020 року у розвинених країнах світу теплопостачання здійснюватиметься за допомогою теплових насосів. Вони поступово замінюють опалювальні котли, оскільки використовують невичерпні джерела тепла - енергію сонця, поглинену землею, водою і повітрям. Теплові насоси компактні, прості в монтажі і запуску, потребують лише періодичної перевірки і огляду. Вони споживають незначну кількість електроенергії, близько 15-20% від виробленої енергії. При опаленні електрикою вихід теплової потужності становить 1 кВт на 1 кВт витраченої електроенергії. Тепловий насос надає 3 кВт теплової потужності при витраті 1 кВт електроенергії. Проектуванням, виготовленням і впровадженням теплонасосної техніки займаються найбільші енергетичні корпорації Японії, США, Канади, Китаю та країн ЄС. Міжнародне Енергетичне Агентство (МЕА) координує політику впровадження теплонасосних технологій. Агентство регулярно публікує міжнародний огляд «Перспективи енергетичних технологій» (Energy Technology Perspectives, ETP), видає журнал «Теплові насоси», проводить міжнародні конференції, симпозіуми, виставки та семінари. МЕА здійснює наукові дослідження та прискорює впровадження інноваційних розробок у системи опалення, кондиціонування, вентиляції та гарячого водопостачання. Їх діяльність координується з Європейською асоціацією теплових насосів (ЕНРА) і національними комітетами. Це дозволяє урядам країн об'єднувати ресурси та сприяти розвитку теплонасосних технологій.

1.1. Сфери застосування теплових насосів

На сьогоднішній день теплові насоси широко використовуються по всьому світу. Їх кількість в Японії, Європі та США обчислюється десятками мільйонів одиниць. Виробництво теплових насосів орієнтовано на задоволення потреб

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

внутрішнього ринку. У Японії та США найбільш поширені теплові насоси типу «повітря – повітря» для опалення та річного охолодження повітря. У Європі популярні теплові насоси типу «вода – вода» і «вода – повітря». У США дослідженнями і виробництвом теплових насосів займаються понад шістдесят фірм. У Японії щорічний випуск теплових насосів перевищує 500 тисяч одиниць. У Німеччині щорічно вводиться понад 5 тисяч установок. У Швеції та країнах Скандинавії експлуатуються великі теплові насосні установки. У Швеції до 2000 року експлуатовалося понад 110 тисяч теплонасосних станцій (ТНС), з яких 100 мали потужність близько 100 МВт і вище. Найбільш потужна ТНС (320 МВт) працює у Стокгольмі. Споживачами тепла, виробленого тепловими насосами, є всі користувачі, яким необхідна температура води до 55 градусів, а саме:

- Опалення;
- Гаряче водопостачання;
- Підігрів води в басейнах;
- Кондиціонування.

1.2 Опалення тепловими насосами

Системи опалення на основі теплових насосів відрізняються екологічною чистотою, оскільки працюють без спалювання палива і не виробляють шкідливих викидів в атмосферу. Вони також економічні: при підведенні 1 кВт електроенергії, залежно від режиму роботи та умов експлуатації, тепловий насос може генерувати від 3 до 5 кВт теплової енергії. Серед переваг теплових насосів слід зазначити зниження капітальних витрат через відсутність газових комунікацій, підвищення безпеки житла завдяки відсутності вибухонебезпечного газу, а також можливість одночасного отримання опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування від однієї установки.

Системи опалення поділяються на моновалентні та бівалентні. Моновалентні системи мають одне джерело тепла, яке повністю покриває річну потребу в опаленні. Бівалентні системи використовують два джерела тепла для розширення діапазону робочих температур. Наприклад, тепловий насос працює до температури зовнішнього повітря $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при подальшому зниженні

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температури додається газовий або рідкопаливний котел для компенсації зниження продуктивності теплового насоса.

1.3 Утилізація теплоти

Додатковий енергетичний та економічний ефект від застосування теплових насосів досягається завдяки створенню контуру утилізації тепла в єдиній системі охолодження, опалення та нагріву води. Аеротермальні (повітряні) теплові насоси є більш привабливими ніж геотермальні, оскільки вони вимагають менших початкових капітальних вкладень. Не потрібні поля теплообміну і свердловини, а отже, відсутні дорогі земляні роботи і буріння. Вся зовнішня частина системи складається лише з зовнішнього блоку.

1.4 Переваги теплових насосів

1. Економічність. Низьке енергоспоживання досягається завдяки високому ККД (до 300%), що дозволяє отримати на 1 кВт витраченої енергії 3-8 кВт теплової енергії або до 2,5 кВт потужності для охолодження.
2. Екологічність. Теплові насоси забезпечують екологічно чистий метод опалення та кондиціонування, що сприяє заощадженню невідновлюваних енергоресурсів та зниженню викидів CO₂.
3. Безпека. Відсутність відкритого полум'я, вихлопів, сажі, запаху солярки, можливості витоку газу чи розливу мазуту, а також відсутність пожежонебезпечних сховищ для вугілля, дров, мазуту або солярки.
4. Надійність. Мінімум рухомих частин із високим ресурсом роботи, незалежність від поставок пального матеріалу та його якості, захист від перебоїв електроенергії, практично не потребує обслуговування. Термін служби теплового насоса становить 15-25 років.
5. Комфорт. Тепловий насос працює майже безшумно, а погодозалежна автоматика і мультизональний кліматичний контроль забезпечують комфорт і затишок у приміщеннях.

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Гнучкість. Тепловий насос сумісний з будь-якою циркуляційною системою опалення, а сучасний дизайн дозволяє встановлювати його у будь-яких приміщеннях.

7. Універсальність. Тепловий насос може використовувати як електричну, так і теплову енергію.

8. Широкий діапазон потужностей. Теплові насосні установки можуть легко вирішувати питання теплопостачання заміського будинку, котеджу, а також застосовуються в цивільному, промисловому та приватному будівництві.

1.5 Термодинамічний цикл теплового насоса

Термодинамічний тепловий насос являє собою перевернуту холодильну машину і включає випарник, конденсатор і контур, що виконує термодинамічний цикл. Основні типи термодинамічних циклів - абсорбційний та парокомпресійний. У холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого об'єму випарником, тоді як конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище. У тепловому насосі навпаки: конденсатор виділяє теплоту для споживача, а випарник утилізує низькопотенційну теплоту від вторинних енергетичних ресурсів або нетрадиційних відновлюваних джерел енергії.

Термодинамічний цикл теплового насоса на T-S діаграмі (де T - температура, S - ентропія) представлений на Рис. 1.3. Точка 1 відповідає стану сухої насиченої пари, що утворилася в результаті повного випаровування рідкої фази холодоагенту у випарнику. Далі відбувається стиснення холодоагенту в компресорі (процес 1-2), при цьому тиск і температура різко підвищуються. Перегріта пара подається в конденсатор, де охолоджується до сухого насиченого стану і потім конденсується до рідкого стану (точка 3), віддаючи сумарну теплову енергію. Потім рідкий холодоагент проходить через дросельний клапан, знижуючи тиск і температуру (процес 3-4). Процес дроселювання проходить практично адіабатно, тому його вважають ізоентальпним. Далі холодоагент надходить у випарник, де кипить, відбираючи теплоту від низькопотенційного джерела (процес 4-1).

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплові, енергетичні та економічні характеристики теплових насосів тісно пов'язані з характеристиками джерел тепла. Ідеальне джерело тепла повинно забезпечувати стабільну високу температуру протягом опалювального сезону, не бути корозійним та забруднюючим, мати сприятливі теплофізичні властивості, і не вимагати значних інвестицій та витрат на обслуговування. У більшості випадків наявне джерело тепла є ключовим фактором, що визначає експлуатаційні характеристики теплового насоса. У невеликих системах широко використовуються зовнішнє повітря та ґрунт, для великих систем - морська, озерна і річкова вода, геотермічні джерела та ґрунтові води.

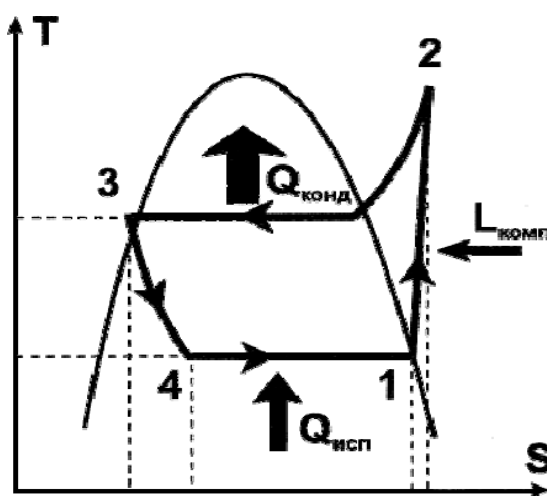


Рис. 1.1 Термодинамічний цикл теплового насоса в T-S діаграмі

Основними характеристиками теплового насоса є коефіцієнт перетворення тепла, термодинамічний коефіцієнт корисної дії (ККД) та питома вартість, тобто вартість, віднесена до теплопродуктивності теплового насоса.

Коефіцієнт перетворення тепла являє собою відношення одержуваної теплової потужності до витратної потужності на привід компресора. Цей показник перевищує одиницю і значною мірою залежить від температури

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

холодного джерела тепла (T_1) та температури одержуваного гарячого теплоносія (T_2). Завдяки роботі теплового насоса можна отримати приблизно в 2-8 разів більше тепла, ніж при безпосередньому підігріві теплоносія в електрокалорифері.

$$\varepsilon_1 = \frac{Q_B}{N} = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \quad (1.1)$$

Для людей, не знайомих з роботою теплових насосів, ця обставина здається порушенням першого закону термодинаміки. Насправді це не так. В даному випадку ми лише трансформуємо теплоту низького потенціалу в теплоту високого потенціалу, тобто іншого температурного рівня.

Коефіцієнт перетворення тепла не є коефіцієнтом корисної дії (ККД) теплонасосної установки. Відомо, що якість виду енергії залежить від її здатності перетворюватися в інший вид енергії. Якщо механічна робота в ідеальному процесі може бути повністю перетворена в інший вид енергії, то теплота навіть в ідеальному процесі лише частково перетворюється в механічну роботу. Ступінь перетворення теплоти в роботу характеризується працездатністю або ексергією потоку теплоти і значною мірою залежить від температурного рівня потоку теплоти та температури навколишнього середовища.

Термодинамічна досконалість теплового насоса визначається його ексергетичним ККД, який може бути обчислений наступним чином:

$$\eta_e = \frac{Q_B \omega}{N} \quad (1.2)$$

де ω - температурна функція або коефіцієнт працездатності теплоти, що визначається як:

$$\omega = \frac{T_2 - T_{oc}}{T_2} \quad (1.3)$$

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як видно, ексергетичний ККД теплонасосної установки завжди менше одиниці. Орієнтовна залежність коефіцієнта трансформації тепла від температури представлена на рис. 1.4. Як видно, у разі малої різниці температур у випарнику і конденсаторі коефіцієнт трансформації може досягати великих значень. На практиці, при сучасному рівні цін на обладнання та енергоносії, рекомендується застосовувати теплові насоси з коефіцієнтом трансформації не нижче 2,5.

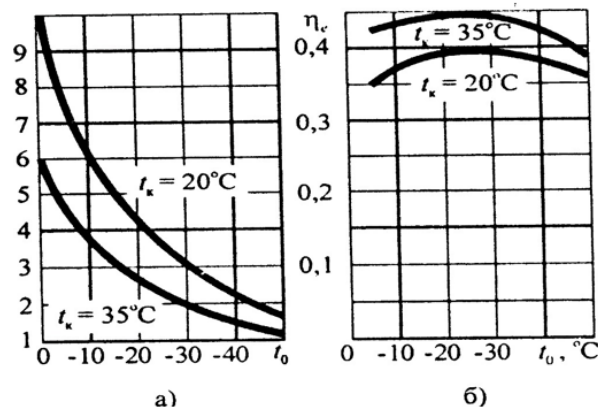


Рис. 1.2 Залежність холодильного коефіцієнта (а) і ексергетичного ККД (б) від температур конденсації і випаровування

1.6 Принцип дії теплового насоса

Тепловий насос (ТН) працює за принципом зворотного циклу холодильного агрегата. Він відбирає теплоту з одного середовища, наприклад, з повітря зовні будинку, нагріває теплоносії у компресорі (за рахунок стиснення) і передає високопотенційну теплоту в опалювальне приміщення. Першим практичним втіленням цієї ідеї займається видатний англійський фізик і інженер Вільям Томсон (лорд Кельвін), який у 1852 році оприлюднив концепцію «умножителя тепла» – схему реалізації теплонасосної системи. Перші теплові насоси були повітряними. У ХХ столітті з'явилася можливість використовувати для контуру «відбору» тепла ТН ґрунтові або водяні теплообмінники. Тепловий насос може відбирати тепло з різних джерел – водойм, землі, повітря – і передавати його для підігріву теплоносія. У жарку пору року він може охолоджувати будівлю, перенаправляючи тепловий потік назад і скидаючи

						4КВ 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			122

надлишок теплоти в ґрунт, водойму або атмосферу. Один «реверсивний» тепловий насос може взимку нагрівати воду для опалення та гарячого водопостачання (ГВП), а влітку – охолоджувати будівлю.

З моменту реалізації ідеї ТН інженери намагалися підвищити ефективність цих машин, яку вимірюють за допомогою «коефіцієнта перетворення» або COP (Coefficient of Performance), що показує, скільки енергії потрібно витратити на збір, передачу і виділення тепла порівняно з кількістю зібраної теплової енергії. Показник $COP = 4$ означає, що тепловий насос переносить корисного тепла вчетверо більше, ніж витрачає електроенергії на свою роботу.

Цілком працездатні моделі ТН використовуються з середини ХХ століття, проте найбільшого поширення вони набули в наш час через актуальність питань енергоефективності та економії витрат на органічне паливо.

1 листопада 2016 року Верховна Рада прийняла зміни до Закону «Про альтернативні джерела енергії», які тепер відносять теплові насоси до обладнання, що використовує відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Згідно із законом, до альтернативних джерел енергії належать «аеротермальна енергія», «гідротермальна енергія» і «геотермальна енергія». Закон також визначає, що тепла енергія, вилучена тепловими насосами з повітря, води, ґрунту, вважається виробленою з ВДЕ за умови, що річний обсяг виробництва теплової енергії тепловим насосом перевищує обсяг теплової енергії, витраченої на виробництво електричної енергії, спожитої самим тепловим насосом. Це відповідає Директиві 2009/28/ЄС, яка регламентує державне заохочення використання таких видів енергії. 13 червня 2016 року Європарламент прийняв резолюцію щодо Стратегії опалення та охолодження (EU Strategy on Heating and Cooling), згідно з якою технології прямого спалювання палива для опалення вважаються технічно безперспективними. На перше місце ставиться комбінована технологія використання теплових насосів разом із сонячними батареями (фотоелектричними та фототермальними), див. Рис. 1.5.

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		132

	Потенциальная энергоэффективность существующей технологии
A+++	Комбинированные технологии, использующие ВИЭ
A++	Тепловые насосы (ВИЭ) Котлы на биомассе (ВИЭ)
A+	Когенерация, тригенерация
A	Конденсационные газовые котлы
B	
C	Традиционные газовые котлы
D	Электрические резистивные нагреватели

Рис 1.5 Энергоефективність технологій обладнання для систем опалення, охолодження та ГВП згідно «EU Strategy on Heating and Cooling 2016»

1.7 Особливості повітряних теплових насосів

Теплові насоси мають характерну особливість – їх ефективність тим вища, чим менша різниця температур між джерелом теплоти (наприклад, зовнішнє повітря) і температурою споживача тепла. Тому ТН використовуються в низькотемпературних системах опалення, де теплоносій на виході має температуру від +35 °С до +55 °С. Як низькотемпературні системи опалення використовуються системи поверхневого нагріву типу «тепла підлога», «тепла стіна», «теплий плінтус», повітряні системи опалення із застосуванням фанкойлів тощо. Чим вища температура нагріваного теплоносія, наприклад, води, тим нижча ефективність теплового насоса. І чим вища температура джерела тепла, тим ефективніше працює ТН. Наприклад, при підвищенні температури джерела з -20 °С до +7 °С ефективність роботи ТН зростає від COP = 2,0 до COP = 4,0. Отже, чим менший температурний диференціал між джерелом тепла і його споживачем, тим вигідніше застосування теплових насосів.

За типом середовища, з якого відбирається теплота, ТН поділяються на три основних типи: «ґрунтові» (тепловий потенціал ґрунту), «водяні» (тепло підземних водяних горизонтів або водойм) та «повітряні» (тепло атмосферного

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря). За видом теплоносія у вхідному і вихідному контурах насоси діляться на такі типи: «грунт-вода», «вода-вода», «повітря-вода», «грунт-повітря», «вода-повітря», «повітря-повітря». Грунтові і водяні ТН вважаються найефективнішими, оскільки використовують умовно необмежене джерело теплоти з постійною температурою і великою теплоємністю. Головним їх недоліком є висока вартість обладнання, складність і дорожняча монтажу зовнішніх підземних або підводних теплообмінних контурів, які не завжди можна реалізувати (наприклад, у містах). ТН типу «повітря-вода», зокрема реверсивні, найчастіше використовуються для побутових систем опалення та ГВП. Для опалення (опалення/охолодження) без функції приготування води в ГВП використовуються ТН типу «повітря-повітря», які мало відрізняються від спліт-кондиціонерів. Існує два типи повітряних ТН: «повітря-вода» і «повітря-повітря». Обидва типи відбирають тепло з навколишнього повітря і передають його теплоносію – воді або повітрю. Вода слугує проміжним теплоносієм, який потім направляється через гідросистему в опалювальні прилади (наприклад, в систему «тепла підлога»), що нагрівають повітря в приміщенні. ТН «повітря-повітря» безпосередньо підвищують температуру в приміщенні. У повітряних ТН обох типів ефективність і продуктивність різко знижуються при зовнішній температурі нижче $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, але сучасні ТН можна використовувати до температури $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		155

<p style="text-align: center;">Тепловий насос «повітря-вода»</p>	<p style="text-align: center;">Тепловий насос «повітря-повітря»</p>
<p>Подібно опалювального котла нагріває воду через теплообмінник, яка направляє в низькотемпературні опалювальні прилади («тепла підлога», фанкойли) і/або для ГВП. Застосування разом з радіаторами (високотемпературними нагрівачами) неефективно. Можна накопичувати тепло в спеціальних баках-акумуляторах.</p>	<p>ТН «повітря-повітря» доцільно використовувати як додаткову систему опалення. Як основна система опалення в період зимових «мінімумів» може потребувати підтримки від додаткових джерел тепла. Реверсивні ТН «повітря-повітря» використовуються для опалення та охолодження. Є моделі, які пристосовані для роботи з ГВП. У реверсному режимі (літнє охолодження) не потрібно додаткове або спеціальне обладнання. Допускається паралельне використання з наявною системою централізованого опалення.</p>
<p>При зимових «мінімумах» температур недостатню потужність по теплу можна компенсувати за рахунок додаткових електронагрівальних пристроїв, спеціально вбудованих в водяний контур. Зазвичай ТН «повітря-вода» пристосовані для спільної роботи з іншими опалювальними приладами (газовими, твердопаливними або мазутними котлами, сонячними водонагрівальними панелями).</p>	<p>Якщо ТН «повітря-повітря» обраний як основна система опалення, то недостатню потужність по теплу в період зимових «мінімумів» можна компенсувати повітряними нагрівачами інших типів або паралельно підключати іншу опалювальну систему.</p>

Висновки	Висновки
<p>ТН «повітря-вода» можна вдало використовувати як основну систему опалення, так і додаткову. Легко пристосовується для роботи з ГВП. У літній період може повністю працювати тільки на ГВС. У реверсному режимі (для літнього охолодження) може працювати тільки в системах з фенкойлами і системах поверхневого охолодження (стіни, стеля). Застосовується в системах індивідуального опалення. Вимагає установки гідросистеми, відокремленої від централізованого опалення.</p>	<p>ТН «повітря-повітря» доцільно використовувати як додаткову систему опалення. Реверсивні ТН «повітря-повітря» використовуються для опалення та охолодження. Є моделі, які пристосовані для роботи з ГВП. У реверсному режимі (літнє охолодження) не потрібно додаткове або спеціальне обладнання. Допускається паралельне використання з наявною системою централізованого опалення. Не вимагає глибокої переробки наявної системи опалення.</p>

Особливості застосування двох типів повітряних ТН представлені в таблиці. Обидва види повітряних теплових насосів застосовуються як для нових систем опалення, так і для реконструкції або модернізації старих. На відміну від ТН, що використовують тепло ґрунту або підземних вод, повітряні теплові насоси не потребують ґрунтових робіт і спеціальних дозволів. Це означає, що повітряні ТН можуть використовуватися в історичній забудові або в умовах, де проведення ґрунтових робіт неможливе або утруднене з геологічних міркувань.

1.8 Режими роботи повітряних теплових насосів

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		177

Оскільки зовнішнє атмосферне повітря слугує джерелом тепла для повітряних теплових насосів, умови їх роботи змінюються разом із температурними коливаннями повітря. За надто низьких температур зовнішнього повітря використання теплових насосів для опалення та нагріву води стає неефективним, адже кількість тепла, отриманого від первинного теплоносія (повітря), виявляється недостатньою. Подібне спостерігається і при високих температурах зовнішнього повітря у режимі охолодження: кількість відведеного тепла через зовнішній теплообмінник є надто малою. Отже, існує оптимальний діапазон температур зовнішнього повітря та вторинного теплоносія (води), який визначено для кожної конкретної моделі теплових насосів. Наприклад, на рис. 1.6 наведені графіки для повітряних моноблоків серії aroTHERM компанії Vaillant. Перше значення у дужках вказує на температуру зовнішнього повітря, друге - на температуру теплоносія (води) в контурі опалення/охолодження. Експлуатація теплових насосів повинна здійснюватися в межах цих температурних діапазонів.

Якщо використовувати лише теплові насоси для опалення, то при низьких температурах знадобиться обладнання з надмірною потужністю, що нерационально з огляду на вартість обладнання та енерговитрати. У нашій кліматичній зоні, де взимку температура може опускатися нижче $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$... $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, рекомендується поєднувати теплові насоси з іншими джерелами тепла, наприклад, газовими конденсаційними котлами або електродкотлами. Це так звана «бівалентна схема» опалення, при якій основне навантаження несе тепловий насос, а пікові навантаження покриваються додатковими джерелами, що використовують інший вид енергії.

Практичні схеми бівалентної роботи теплових насосів з котлами вже доведені, і багаторічний досвід їх експлуатації підтверджує економічність цього підходу. Сучасна автоматика регулює спільну роботу опалювальних пристроїв таким чином, щоб максимально використовувати енергію з навколишнього середовища при мінімальних витратах на купівельну енергію (електроенергію та газ). При цьому враховуються також добові особливості тарифів на електроенергію (двоступні і багатовступні тарифікація).

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						188
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 1.7 а) і б) наведені схеми реалізації комбінації теплових насосів з додатковим опалювальним обладнанням - газовим котлом (а) та електрокотлом (б). Комбінована схема дозволяє нагрівати теплоносії до високої температури, необхідної для роботи радіаторного опалення. У разі використання низькотемпературної системи опалення (наприклад, «тепла підлога»), великий нагрів не потрібен, і допоміжний котел вмикається рідко, лише для покриття пікових теплових навантажень або для періодичного прогріву води в ГВП до високої температури з метою видалення легіонел у баку ГВС. Крім того, система «тепла підлога» дозволяє використовувати теплові насоси для літнього охолодження приміщень.

1.9 Пристрій повітряного теплового насосу

Пристрій повітряного моноблочного теплового насосу можна зрозуміти на прикладі моделі Vaillant aroTHERM серії VWL 55/2 A - VWL 155/2 A з функцією «активний холод», яка дозволяє використовувати насос для охолодження влітку та опалення взимку. Моноблочна установка теплового насосу з усіма технічними засобами розташовується у зовнішньому блоці, що значно спрощує монтаж та підвищує надійність системи, оскільки в будинок заводяться лише теплоізовані труби системи опалення. Правильне встановлення зовнішнього блоку відносно стін будинку знижує рівень шуму, що відчувається. Сучасні теплові насоси відрізняються дуже низьким рівнем шуму, наприклад, модель Vitocal 200-S від Viessmann, представлена на виставці ISH-2017, забезпечує рівень шуму всього 35 дБ (А) на відстані 3 метри.

2. Будівельно-ізоляційна конструкція будинку

					4KB 07 011.001.ДП.ПЗ	Арк.
						199
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Конструктивне рішення

№	Найменування приміщення	Площа, м ²
Перший поверх		
1	Тамбур	3,06
2	Спальня	18,75
3	Кухня	24,8
4	Гостинна	29,5
5	Хол	21,79
6	Бойлерна	6
7	С/у	1,18
8	С/у	4,1
Всього		109,18
Другий поверх		
1	С/у	8,52
2	Холл	18,33
3	Спальня	19,6
4	Спальня	23,6
5	Мала спальня	11,4
6	Дитяча спальня та ігрова	25,8
Всього		107,25
Всього по будинку		216,43

Для розрахунку взято двоповерховий будинок у Одеській області, місто Ізмаїл, загальною площею 216,43м². Будинок має 10 кімнат: 4 спальні на другому

					4КВ 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк. 22/20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверсі, одна гостьова спальня на першому поверсі, 3 санвузли, вітальню, кухню-їдальню на першому поверсі, допоміжні приміщення та неопалюване горище. Котельня розташована на першому поверсі. В якості системи опалення використовується тепловий насос. Комбінована система опалення, охолодження та гарячого водопостачання передбачає вбудовані прилади опалення (тепла підлога) та фанкойли у житлових приміщеннях, а також бак непрямого нагріву з електродігрівачем для забезпечення гарячого водопостачання.

2.2. Обґрунтування вибору температурних режимів

Затишок і комфорт – це суб'єктивні показники, що характеризують сприйняття людиною навколишнього середовища. Поняття «комфортної температури» є настільки широким, що його не використовують у технічній лексиці чи нормативній документації. Натомість застосовується термін «оптимальна температура» повітря, який має значні відмінності.

Показник «комфортної» температури є суб'єктивною оцінкою прийнятності навколишніх умов, що визначається виключно людськими відчуттями. Водночас, «оптимальна» температура повітря визначається на основі складних фізіологічних експериментів та розрахунків. Її значення залежать від багатьох факторів і враховують потреби середньостатистичного людського організму. Кожне значення «оптимальної» температури підкріплене багаторічними дослідженнями і спостереженнями. Інформація щодо «оптимальної» температури повітря є офіційною, законодавчо закріпленою та задокументованою у нормативних документах ДБН В.2.5-67:2013 та ДСТУ Б EN 15251:2011.

Згідно з цими документами, параметри мікроклімату при опаленні та вентиляції приміщень слід приймати відповідно до додатків Д та Е, зокрема: - У холодний період року в зоні обслуговування житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень температура і швидкість руху повітря повинні відповідати оптимальним або підвищеним оптимальним нормам для відповідних приміщень. Допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм у зоні обслуговування громадських та

адміністративно-побутових приміщень, де відсутні місця постійного перебування людей, та у приміщеннях загального користування поза межами квартир житлових будинків. - У холодний період у робочій зоні виробничих приміщень температуру і швидкість руху повітря приймають в межах оптимальних норм. На робочих місцях дозволено приймати ці параметри в межах допустимих норм, якщо оптимальних норм неможливо дотриматися через технологічні вимоги виробництва. - У теплий період року в зоні обслуговування та робочій зоні громадських, адміністративно-побутових та виробничих приміщень швидкість руху повітря та температуру приймають в межах допустимих норм, якщо забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату неможливе через технологічні, технічні або економічні обмеження. У виробничих приміщеннях з надлишками тепла дозволяється приймати температуру повітря, що дорівнює розрахунковій температурі зовнішнього повітря у теплий період для найжаркішої доби з забезпеченістю 0,95 згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, збільшену не більше ніж на 4 °С та не перевищуючи максимально допустимої внутрішньої температури повітря.

У теплий період параметри мікроклімату не нормуються для приміщень житлових будинків (крім приміщень з системами кондиціонування та охолодження повітря), а також для громадських, адміністративно-побутових та виробничих будівель у періоди, коли їх не використовують, і у неробочий час за відсутності технологічних вимог до температурного режиму приміщень. Відносну вологість повітря допускається приймати у межах допустимих норм (за відсутності спеціальних вимог), дозволяється приймати відносну вологість повітря до 75 % включно у кліматичних районах (природних зонах) з відносною вологістю зовнішнього повітря у липні, яка дорівнює або перевищує 75 % згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 (за відсутності вимог інших норм). У теплий період року в приміщеннях з вентиляторами (загальними для приміщення або індивідуальними) та за можливості місцевого регулювання ними допускається збільшувати максимальну результуючу температуру повітря за рахунок підвищення швидкості руху повітря згідно з рисунком Д.5. Якщо у теплий період

					4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

року в робочій зоні або зоні обслуговування неможливо забезпечити нормовану температуру через виробничі, технічні або економічні умови, то на постійних робочих місцях і місцях постійного перебування людей у приміщенні слід передбачати душення зовнішнім повітрям або застосовувати кондиціонування з охолодженням повітря.

Параметри мікроклімату приміщень при кондиціонуванні та охолодженні повітря (крім приміщень, для яких параметри мікроклімату встановлені іншими нормативними документами) слід приймати в межах оптимальних норм (підвищених оптимальних для відповідних приміщень) згідно з додатком Д, положеннями ДСТУ Б EN 15251 та ДСТУ Б EN ISO 7730 і санітарно-епідеміологічними вимогами у зоні обслуговування житлових, громадських та адміністративно-побутових приміщень і в межах оптимальних норм згідно з додатком Е і санітарними нормами до мікроклімату виробничих приміщень в робочій зоні виробничих приміщень, а також на робочих місцях виробничих приміщень, де виконуються роботи операторського типу, що зв'язані з нервово-емоційним напруженням (відносяться до категорії робіт Ia), згідно з ДСН 3.3.6.042 і ГОСТ 12.1.005. Відносну вологість повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування для теплого періоду року допускається передбачати за допустимими нормами замість оптимальних (за відсутності вимог інших норм) з урахуванням економічної доцільності та технічної можливості системи кондиціонування та охолодження повітря. За неможливості забезпечення нормованої відносної вологості повітря слід проектувати систему осушення або зволоження повітря.

Температура повітря для робочих приміщень повинна забезпечувати підтримання теплового балансу працюючої людини з навколишнім середовищем і підтримку оптимального або допустимого теплового стану організму. Санітарні правила розподіляють всі види робіт на категорії за енерговитратами, і для кожної категорії вказується своя оптимальна температура з граничними відхиленнями. Також визначається час перебування людини на робочому місці в разі недотримання зазначеного температурного інтервалу.

					4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлення оптимальної температури в житлових будинках є простішою процедурою, оскільки у житлових приміщеннях енергетична активність людини є стабільною і мінімальною. Температура повітря у житлових приміщеннях повинна забезпечувати підтримку теплового балансу людини у стані спокою і підтримання оптимального або допустимого теплового стану організму.

2.3. Визначення коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій

Вибір теплоізоляції та варіантів утеплення стін, перекриттів і інших огорожувальних конструкцій є складним завданням для багатьох замовників-забудовників через велику кількість суперечливих питань. На сьогодні теплозбереження енергоресурсів має велике значення. Згідно з ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» до ізоляції будівель пред'являються такі вимоги: - Перепад між температурами внутрішнього повітря

і на поверхні огорожувальних конструкцій не повинен перевищувати допустимих значень. Максимальні значення перепаду для зовнішньої стіни становлять 4 °С, для покриття та горищного перекриття – 3 °С, для перекриття над підвалами та підпідлоговими – 2 °С. - Температура на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій повинна бути вищою за температуру точки роси.

Розрахунок теплоізоляції передбачає порівняння розрахункових коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій з нормативними даними згідно з ДБН В.2.6-31:2016. Градусо-доби опалювального періоду визначають за формулою:

$$\Gamma_{\text{доб}} = (t_{\text{вн}} - T_{\text{ср}}) * Z \quad (2.1)$$

Необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій залежить від ГДОП та розраховується наступним чином:

$$R_{\text{req}} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} \quad (2.2)$$

де

					4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- n - коефіцієнт положення конструкції,
- t_{int} - розрахункова температура внутрішнього повітря,
- t_{ext} - розрахункова температура зовнішнього повітря,
- Δt_n - допустимий перепад температур між внутрішнім повітрям і поверхнею огороджувальних конструкцій,
- α_{int} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій.

Термічний опір R , $m^2 \cdot ^\circ C / W$, шару багат шарової огороджувальної конструкції, а також однорідної (одношарової) огороджувальної конструкції слід визначати за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.3)$$

де, δ - товщина шару, м;

λ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $W / (m \cdot ^\circ C)$,

Таблиця 2.5 Вихідні дані для розрахунку.

	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Значення

						4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

1	Район будівництва	Місто Ізмаїл	
2	Розахунко ва температура зовнішнього повітря	°С	-18
3	Середня температура опалювального періода	°С	1.7
4	Триваліст ь опалювального сезона	доба	158

Для запроєктованого будинку передбачено три режими опалення:

Перший режим – для житлових приміщень, температура +20 °С, відносна вологість 40%;

Другий режим – для допоміжних приміщень, температура +19 °С, відносна вологість 40%;

Третій режим – для санітарних приміщень, температура +24 °С, відносна вологість 40%.

Таблиця 2.6 Вимоги та приведені коефіцієнти термічного опору в трьох режимах

					4КВ 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

№	Найменування конструкції	R _{тр} , м ² ·К/Вт
1	Стіни зовнішні	2,357
2	Покриття	3,567
3	Перекриття горищні	3,13
4	Перекриття над проїздами	3,567
5	Перекриття над підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,13
6	Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами	3,13
7	Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів	3,13
8	Перекриття над неопалюваними технічними кімнатами	3,201
9	Вікна та балконні двері	0,367
10	Ліхтарі зенітні	0,322
11	Вітрини і вітражі	0,367
12	Двері першого поверху	0,851
13	Двері поверхів вище першого	0,55

					4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Р е ж и м	Ро зрахунко ва темп. повітря в приміще ннях, °С	Відн осна вологість повітря в приміщен нях, %	Градус о-добу опалювальног о періоду, °С * доба	Темп. роси, точки °С
	20	40	2733,4	5,103
	19	40	27 33,4	5,103
	24	40	3523,4	9,56

Найменування конструкції	Rтр, м ² -К/Вт
Стіни зовнішні	2,633
Покриття	3,962
Перекриття орищні	3,486
Перекриття над проїздами	3,962
Перекриття над підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,486
Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами	3,486
Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів	3,486
Перекриття над неопалюваними технічними кімнатами	3,486
Вікна та балконні двері	0,414
Ліхтарі зенітні	0,338
Вітрини і вітражі	0,414
Двері першого поверху	0,966
Двері поверхів вище першого	0,55

					4КВ 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Конструкція, матеріали та коефіцієнти теплопередачі огороджувальних конструкцій представлені в Таблиці 1.7. Як матеріал несучої конструкції використані газобетонні блоки з щільністю 400 кг/м³ і товщиною 400 мм, а також паропроникна цементно-перлітова штукатурка товщиною 20 мм.

Конструкція підлоги по ґрунту

Штучна основа з ущільненого піску середньої крупності, $\delta=500$ мм

Залізобетонна монолітна плита $\delta=350$ мм

Пісочна засипка $\delta=350$ мм

Залізобетонна монолітна плита 1-го поверху $\delta=100$ мм

Утеплювач – пінополістирол «Піноплекс 43» $\delta=100$ мм

Верхні шари: цементно-пісчана стяжка $\delta=60$ мм та керамічна плитка $\delta=10$ мм

Конструкція перекриття 2-го поверху

Залізобетонна монолітна плита $\delta=160$ мм

Утеплювач – пінополістирол «Піноплекс 43» $\delta=100$ мм

Верхні шари: цементно-пісчана стяжка $\delta=60$ мм та керамічна плитка $\delta=10$ мм

Конструкція перекриття горища

Залізобетонна монолітна плита $\delta=160$ мм

Утеплювач – пінополістирол «Піноплекс 43» $\delta=150$ мм

Конструкція підлоги на першому поверсі

Передбачає зонування по приміщенням.

					4KB 07 011.002.ДП.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 Коефіцієнти теплопередачі огорожувальних конструкцій

Конструкція	Матеріали шарів	λ , Вт/м К	δ см	R, м ² К/Вт	K, Вт/м ² К	
Стіна основна	РОЗЧИНИ: Розчин цементно перлітний	0,3	2	0,067		
	БЕТОНИ ЛЕГКІ: Газобетон 400	0,14	40	2,857		
	РОЗЧИНИ: гіпсоперлітний	0,23	1	0,043		
	Конструкція в цілому:			3,125	0,32	
Підлога	ГРУНТИ: Пісок 1600	0,58	35	0,603		
	УТЕПЛЮВАЧІ: Пінополістирол Пеноплекс 43	0,032	10	3,125		
	РОЗЧИНИ: цементно-пісчані 1800	0,93	6	0,065		
	ПІДЛОГИ: Плитка керамічна	1	1	0,01		
	Конструкція в цілому:	Зона 1			5,903	0,169
		Зона 2			8,103	0,123
		Зона 3			12,403	0,081
Зона 4				18,003	0,056	
Перекриття 2-го поверху	БЕТОНИ: Залізобетон 2500	2,04	16	0,078		
	УТЕПЛЮВАЧІ: пінополістирол «Пеноплекс 43»	0,032	10	3,125		
	РОЗЧИНИ: цементно-пісчані 1800	0,93	6	0,065		
	ПІДЛОГИ: Плитка керамічна	1	1	0,01		
	Конструкція в цілому:			3,436	0,291	
Перекриття горіща	БЕТОНИ: Залізобетон 2500	2,04	16	0,078		
	УТЕПЛЮВАЧІ: Пінополістирол Пеноплекс 43	0,032	15	4,688		
	Конструкція в цілому:			4,964	0,201	

Опір теплопередачі показує кількість тепла, що проходить через квадратний метр огорожувальної конструкції за певного перепаду температур. Іншими словами, це перепад температур, що виникає при проходженні певної кількості тепла через квадратний метр огорожувальної поверхні.

$$R = \Delta T / q \quad (2.4)$$

де: - (q) – кількість тепла, що втрачає квадратний метр огорожувальної поверхні, Вт/м², - (T) – різниця між зовнішньою температурою і температурою в приміщенні, °С, - (R) – опір теплопередачі, м²·°С/Вт.

Коли мова йде про багат шарову конструкцію, опір кожного шару складається. Наприклад, опір стіни з дерева, обкладеного цеглою, є сумою опорів цегли та дерева:

$$R_{\text{сум}} = R_{\text{дерево}} + R_{\text{цегла}}$$

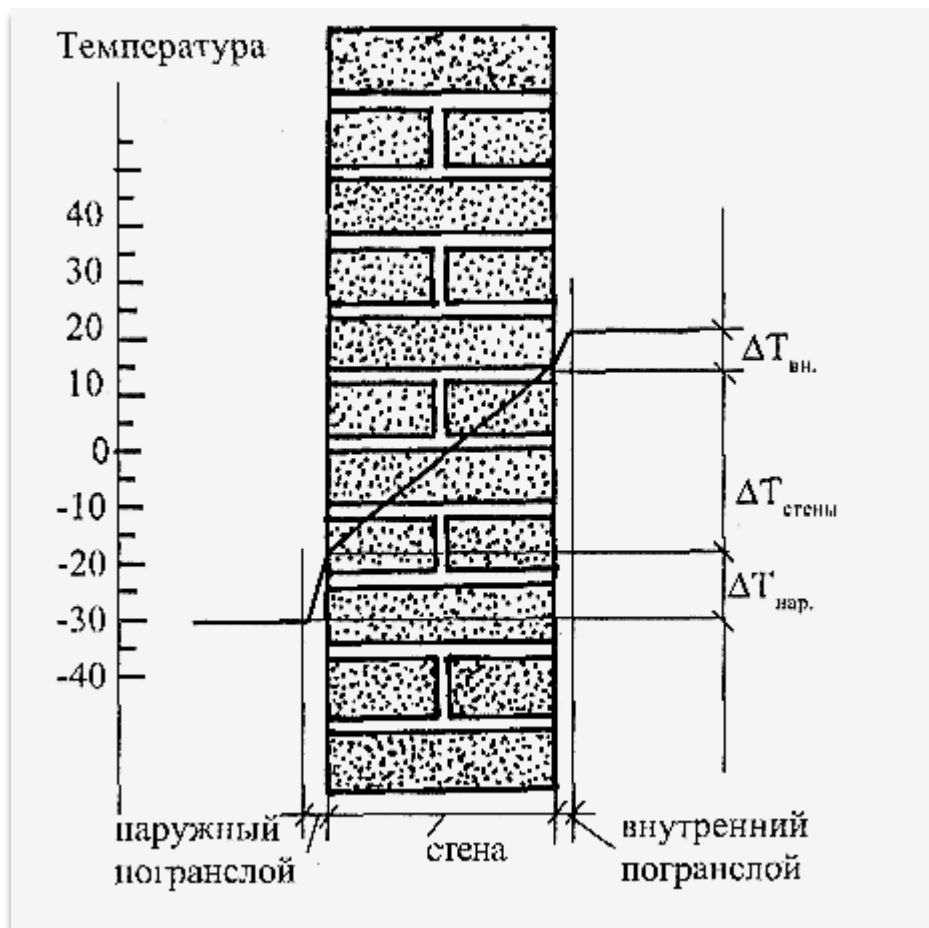


Рис 2.1 розподіл температури і прикордонні шари повітря при передачі тепла через стіну

Порівнявши розрахункові приведені коефіцієнти термічного опору в трьох режимах (з Таблиці 1.6) з отриманими коефіцієнтами термічного опору огорожувальних конструкцій, можна зробити висновок, що підібрана теплоізоляція відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016.

3. Визначення теплових втрат

3.1. Розрахунок теплових втрат через огороження

У цивільних та житлових будівлях теплові втрати приміщень складаються з втрат тепла через різні огорожувальні конструкції, такі як вікна, стіни, перекриття та підлоги, а також теплових втрат на нагрівання повітря, що інфільтрується крізь нещільності в захисних конструкціях даного приміщення. У промислових будівлях існують додаткові види теплових втрат. Розрахунок теплових втрат приміщення проводиться для всіх огорожувальних конструкцій усіх опалювальних приміщень. Необхідно враховувати теплові втрати через внутрішні конструкції при різниці температур між ними і сусідніми приміщеннями до 3 °С. Сумарні теплові втрати поділяються на основні та додаткові. Основні втрати визначаються підсумуванням втрат тепла через огорожувальні конструкції приміщення. Додаткові залежать від орієнтації огорожувальних конструкцій по сторонах світу, а також від розташування будівлі на відкритій місцевості, швидкості вітру в даному географічному районі.

Теплові втрати через огорожувальні конструкції розраховуються за формулою:

$$Q_{ог} = k \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{н}) \cdot n \cdot (1 + \sum B), \text{Вт}$$

де: - ($t_{н}$) – температура зовнішнього повітря, °С; - (k) – коефіцієнт теплопередачі окремої огорожувальної конструкції, Вт/м²·К; - ($t_{вн}$) – температура в приміщенні, °С; - (F) – площа відповідної зони, м²; - (n) – коефіцієнт, що враховує положення огороження щодо зовнішнього повітря; - (B) – додаткові втрати тепла в частках від основних втрат, Вт.

Коефіцієнт (k) визначається за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{СТ}}{\lambda_{СТ}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де: - ($\{1\}$) – коефіцієнт тепловіддачі з боку зовнішнього простору, Вт/(м²·К); - ($\{2\}$) – коефіцієнт тепловіддачі з боку внутрішнього приміщення,

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$Wt/(m^2 \cdot K)$; - ($\{CT\}$) – товщина захисної конструкції, м; - ($\{CT\}$) – теплопровідність огороження, $Wt/(m \cdot K)$.

Таблиця 3.1. Коефіцієнти тепловіддачі огорожувальних конструкцій

Тип огороження	Умови	В
Вікна, двері та зовнішні вертикальні стіни	Орієнтація на північний захід, схід та північний схід	0,1
	Орієнтація на захід, південний схід	0,05
Зовнішні двері, двері з тамбурами	Без повітряної завіси при висоті будівлі Н, м	0,2Н
	Двері потрійні з двома тамбурами	0,2Н
	Двері подвійні з тамбуром	0,27 Н

Таблиця 3.2. Величина коефіцієнта (n), що враховує положення огорожі (її зовнішньої поверхні)

Тип огороження	(n)
Перекриття, які мають контакт із зовнішнім повітрям та стіни	1
Перекриття горища	0,9
Перекриття над холодними підвалами зі світловими отворами	0,75
Перекриття над холодними підвалами без світлових отворів	0,6

Опір теплопередачі для неутеплених підлог (R_{c}) (Вт/м²) по ґрунту та стін нижче рівня землі розраховується по зонам шириною по 2 м, паралельно зовнішнім стінам. Коефіцієнти теплопередачі приймаються рівними 2,1 - для першої зони, 4,3 - для другої зони, 8,6 - для третьої зони, 14,2 - для останніх зон.

Опір теплопередачі для утеплених підлог по ґрунту (R_{y}) (Вт/м²) розраховується за формулою:

$$R_y = R_c + \frac{\delta_{CT}}{\lambda_{CT}}, \text{Вт/м}^2$$

Теплові втрати вікон розраховуються за формулою 2.1. Для розрахунків необхідно знати такі параметри: кількість камер і палітурок, наявність покриття та заповнення газом.

Таблиця 3.3. Теплові втрати вікон різної конструкції при $\Delta T = 40$ °С (Тзов. = -20 °С, Твнутр. = 20 °С)

Тип вікна	RT	q, Вт/м ²	Q, Вт
Звичайне вікно з подвійними рамами	0,3 7	135	21 6
Склопакет (товщина скла 4 мм)	4- 16-4	0,3 2	15 6
	4- Ar16-4	0,3 4	14 7
	4- 16-4K	0,5 3	94
	4- Ar16-4K	0,5 9	85

Примітка: - Парні цифри в умовному позначенні склопакета означають повітряний зазор в мм; - Символ Ar означає, що зазор заповнений не повітрям, а аргоном; - Літера К означає, що зовнішнє скло має спеціальне прозоре теплозахисне покриття.

При розрахунку заповнення дверних прорізів необхідно враховувати добавку на проникнення холодного повітря через зовнішні двері, не обладнані повітряними або повітряно-тепловими завісами, при їх відкриванні на короткі періоди. Ця добавка враховується у тепловтрати дверей і враховує потребу у витраті тепла на підігрів повітря, що проникає через відкриті двері. Ці добавки не враховуються, якщо двері є літніми або запасними, тобто не відкриваються постійно. У промислових будівлях проникнення холодного повітря через ворота при їх відкриванні загалом не більше ніж на 15 хвилин у зміну враховується тим, що тепловтрати через ворота потроюються. При більшому часу відкриття воріт проникнення холодного повітря має локалізуватися шляхом встановлення спеціальних повітряних завіс або тамбурів.

					4KB 07 011.003.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.2. Визначення теплових втрат через інфільтрацію

Інфільтрація – це переміщення повітря через огорожувальні конструкції з навколишнього середовища в приміщення за рахунок вітрового і теплового напорів, що формуються різницею температур і перепадом тиску повітря зовні і всередині приміщень. Вона відбувається через невеликі щілини в дверних і віконних рамах. Повітря надходить у приміщення також із неопалюваних частин будів

лі – горищ, підвалів тощо. Воно проникає через отвори в стінах, підлогах і стелях, таких як тріщини в місцях з'єднання стін або стіни та стелі.

Розрахунок теплових втрат через інфільтрацію здійснюється за такими формулами:

Витрата теплової енергії (Q_i) на підігрівання зовнішнього повітря, що проникає в приміщення через нещільності огорожень в результаті вітрового і (або) теплового тисків. Для розрахунку беруть найбільшу величину тепловтрат за наступними рівняннями:

$$Q_i = 0,28L\rho_n c(t_{вн} - t_n), \text{Вт}$$

де: - (L), м³/год – витрата провітрюваного назовні з приміщень повітря, для житлових будівель приймають 3 м³/год на 1 м² площі житлових приміщень, включно з кухнями; - (c) – питома теплоємність повітря (кДж/кг·°C); - (ρ_n) – щільність повітря зовні приміщення, кг/м³.

Питома вага повітря (γ), Н/м³, його щільність (ρ), кг/м³, визначаються відповідно до формул:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \text{Н/м}^3$$

$$\rho = \frac{\gamma}{g}, \text{кг/м}^3$$

де ($g = 9,81$, t , °C – температура повітря.

Витрата теплоти на підігрівання повітря, що проникає у приміщення через нещільності огорожувальних конструкцій в результаті вітрового і теплового тисків, визначається за формулою:

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_i = 0,28G_i c(t_{вн} - t_n)k, \text{ Вт}$$

де: - (k) – коефіцієнт, що враховує перехресний тепловий потік, для окремо для брошурування балконних дверей і вікон приймається 0,8, для одинарних і парно-палітурних вікон – 1,0; - ($G_{\{i\}}$) – витрата повітря, що проникає (інфільтрується) через огорожувальні конструкції, кг/год.

Для балконних дверей і вікон значення ($G_{\{i\}}$) визначається як:

$$G_i = 0,216 \Sigma F \Delta P_i^{0,67} / R_i, \text{ кг/год}$$

де: - ($P_{\{i\}}$) – різниця тисків повітря на внутрішній і зовнішній поверхнях дверей або вікон, Па; - (F), м^2 – розрахункові площі всіх огорожень будівлі; - ($R_{\{i\}}$), $\text{м}^2 \cdot \text{год/кг}$ – опір повітропроникності даної огорожувальної конструкції, приймається за довідковими даними.

Величина ($P_{\{i\}}$) визначається за формулою:

$$\Delta P_i = (H - h_i)(\gamma_n - \gamma_{вн}) + 0,5 \rho_n V^2 (c_{e,n} - c_{e,p}) k_1 -$$

де: - (H), м – висота будівлі від нульового рівня до даху;
 - ($h_{\{i\}}$), м – висота від нульового рівня до верху балконних дверей або вікон, для яких проводиться розрахунок витрати повітря;
 - ($\gamma_{\{н\}}$), ($\gamma_{\{вн\}}$) – питомі ваги зовнішнього і внутрішнього повітря;
 - ($c_{\{e,p\}}$), ($c_{\{e,n\}}$) – аеродинамічні коефіцієнти для підвітряного і навітряного поверхонь будівлі відповідно. Для прямокутних будівель ($c_{\{e,p\}} = -0,6$), ($c_{\{e,n\}} = 0,8$);
 - (V), м/с – швидкість вітру, яку для розрахунку беруть з довідкових даних;
 - ($k_{\{1\}}$) – коефіцієнт, що враховує залежність швидкісного напору вітру і висоти будівлі, для огорожувальних конструкцій висотою до 5 м коефіцієнт ($k_{\{1\}}$) дорівнює 0,5, висотою до 10 м дорівнює 0,65, при висоті до 20 м – 0,85, а для огорожень 20 м і вище приймається 1,1.

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4KB 07 011.003.ДП.ПЗ

3.3. Загальні теплові втрати

Загальні розрахункові теплові втрати в приміщенні визначаються за формулою:

$$Q_{\text{расч}} = \Sigma Q_{\text{ог}} + Q_i, \text{ Вт}$$

Таблиця 3.5. Загальні теплові втрати

Тепловтрати по групах приміщень, Вт

Приміщення	Питом а тепловтрата (Вт/м ²)	Площа (м ²)	Теплов трати (Вт)
Спальня	148,48	18,75	2845,2
С/у	90,34	11,78	1064,52
Тамбур	76,77	1,03	78,7
Кухня	112,66	7,84	883,27
Гостинна	97,49	29,95	2921,3
Хол	89,24	9,34	833,5
С/у	115,86	4,01	464,73
Бойлерна	83,73	3,9	326,55
Разом по групі:		109,18	9417,47
Разом по поверху:			9484,6

Поверх 1

Приміщення	Питом а тепловтрата (Вт/м ²)	Площа (м ²)	Тепловтрати (Вт)
С/у	90,93	8,52	630,25
Хол	80,14	19,13	1534,6
Спальня	78,16	20,33	1588,51
Спальня	62,33	23,6	1470,59
Мала спальня	92,83	11,06	1026,97
Дитяча спальня та ігрова	70,14	22,35	1565,32
Разом по групі:		107,25	7816,24
Разом по поверху:			7951,32

Поверх 2

Підсумок по об'єкту:

Показник	Значення
Разом по об'єкту, Вт:	17,438.92
Питома тепловтрата по об'єкту, Вт/м²:	216,43

Згідно з розрахунками теплових втрат, найбільші втрати тепла спостерігаються в тамбурі. Це обумовлено тим, що в даному приміщенні встановлені входні двері без теплового тамбура. Для забезпечення комфортних умов та зменшення теплових втрат через відкриття входних дверей передбачається встановлення теплової завіси.

Найбільші втрати тепла також виявлені у вітальні, що пояснюється великою площею цієї кімнати. У зв'язку з цим у вітальні передбачається

					4КВ 07 011.003.ДП.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлення фанкойлів для додаткового опалення, доповнюючи систему теплої підлоги.

У санітарних приміщеннях, крім опалення теплою підлогою, передбачається встановлення рушникосушарок, які є невід'ємним атрибутом ванних кімнат.

Опалення холу зі сходами на першому та другому поверхах передбачає встановлення фанкойла на сходовій клітці на рівні між першим та другим поверхами. Це забезпечує комфортні умови в переході між поверхами.

Опалення передпокою не передбачено, оскільки дане приміщення має мінімальні теплові втрати через зовнішні огорожі, якими можна знехтувати у цьому випадку.

Опалення кухні на першому поверсі здійснюється за допомогою теплої підлоги.

Опалення житлових кімнат на другому поверсі також забезпечується системою теплої підлоги.

					4KB 07 011.003.ДП.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахунок теплоприпливів приміщень

Теплоприпливи - це надходження тепла в приміщення від різних джерел. Розрахунок теплоприпливів є невід'ємною частиною проектування систем охолодження та вентиляції будівель. Цей процес дуже важливий, оскільки від нього залежить, чи буде мікроклімат у кімнаті комфортним для людини.

Охолодження повітря розраховується для таких приміщень:

- **Вітальня:** У цьому приміщенні планується встановлення кількох стельових фанкойлів для забезпечення комфортних умов у спекотний період.

- **Житлові кімнати:** Також передбачено встановлення стельових фанкойлів для охолодження приміщень і створення комфортних умов.

Теплоприпливи в приміщення складаються з:

1. Теплоприпливів через зовнішні огородження.
2. Теплоприпливів від сонячної радіації через світлові прорізи.
3. Теплоприпливів від людей, що перебувають у приміщенні.
4. Теплоприпливів від електрообладнання.

4.1. Зовнішні теплоприпливи

Теплоприпливи через зовнішні огородження розраховуються наступним чином:

$$Q_{зс} = q_{зс} \cdot F_{зс}, \text{ Вт}$$

де: - ($q_{зс}$) - питома тепла потужність теплопередачі захисної споруди, Вт/м². - ($F_{зс}$) - площа захисної споруди, м².

Таблиця 4.1 Значення питомої теплової потужності теплопередачі огорожуючих конструкцій:

Конструкція	Питома тепла потужність, Вт/м ²
Дах без утеплення	60

					4КВ 07 011.004.ДП.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція	Питома теплова потужність, Вт/м ²
Дах з утепленням	25
Стеля	10
Підлога	10

Теплоприпливи від сонячної радіації через світлові прорізи розраховуються наступним чином:

$$Q_{\text{окн}} = q_{\text{окн}} \cdot F_{\text{окн}} \cdot k, \text{ Вт}$$

де: - ($q_{\text{окн}}$) - питома теплова потужність від сонячної радіації залежно від орієнтації вікна, Вт/м². - ($F_{\text{окн}}$) - площа заскленої частини вікна, м². - (k) - коефіцієнт, що враховує наявність сонцезахисних елементів на вікні.

Таблиця 4.2 Значення питомої теплової потужності від сонячної радіації залежно від орієнтації вікна

Орієнтація вікна	Питома теплова потужність, Вт/м ²
Південь	520
Захід	400
Схід	300
Північ	200

Таблиця 4.3 Значення коефіцієнта, що враховує наявність сонцезахисних елементів на вікні

Елемент	Коефіцієнт (k)
Зовнішній навіс	0,3

					4KB 07 011.004.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Елемент	Коефіцієнт (k)
Внутрішні жалюзі	0,5
Спеціальні покриття на склі	0,7

4.2. Теплоприпливи від внутрішніх джерел

Теплоприпливи від людей, що знаходяться у приміщенні, розраховуються наступним чином:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n$$

де: - (n) - кількість людей у приміщенні. - ($q_{\text{л}}$) - тепловиділення однієї людини, Вт/чол.

Таблиця 4.4 Тепловиділення людини залежно від стану

Стан людини	Тепловиділення, Вт/чол
Відпочинок	70
Легка робота	100
Важка робота	200

Тепловиділення від електрообладнання розраховуються наступним чином:

$$Q_{\text{е}} = N_{\text{е}} \cdot m \cdot i, \text{Вт}$$

					4KB 07 011.004.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

де: - (m) - кількість одиниць обладнання. - ($N_{\{e\}}$) - електрична потужність одиниці обладнання, Вт. - (i) - коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову.

Таблиця 4.5 Коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову залежно від типу приладу

Тип приладу	Коефіцієнт (i)
Комп'ютери	0,9
Освітлення	1,0
Кухонна техніка	0,8

4.3. Загальні теплоприпливи

Сумарна величина теплоприпливів приміщення становитиме:

$$\Sigma Q = \Sigma Q_{\text{окн}} + \Sigma Q_{\text{зс}} + \Sigma Q_{\text{л}} + \Sigma Q_{\text{е}} = 16784,45 \text{Вт}$$

					4KB 07 011.004.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5. Тепловий розрахунок повітряного теплового насосу

Теплове навантаження визначається з урахуванням не врахованих тепловтрат і коефіцієнта робочого часу 0.83:

$$\Sigma Q_k = 1.05 \cdot 17439 \cdot 10^{-3} = 18,31 \text{ кВт} \quad (5.1)$$

Даний тепловий насос розрахований на холодопродуктивність 18,31 кВт (теплова продуктивність може варіюватися). Виконано розрахунок циклу та підбір обладнання.

Рис. 5.1 Цикл теплового насоса

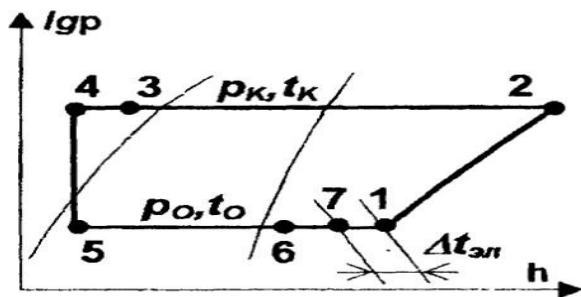
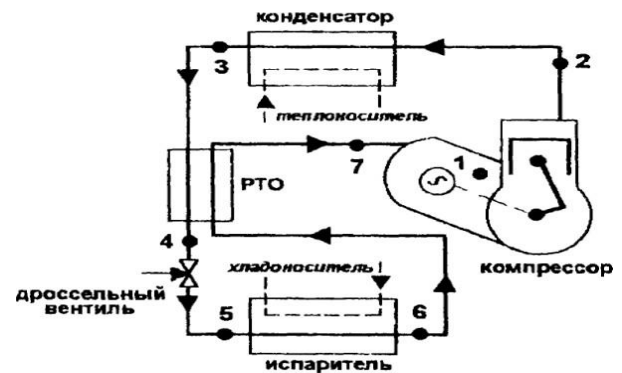


Рис. 5.2 Схема теплового насоса



насоса

Вхідні дані: -

Хладагент: R454B

- Температура кипіння хладагента (ХА): $t_{\{o\}} = -3 \text{ C}$, $P_{\{o\}} = 0,667$

- Температура конденсації хладагента: $t_{\{k\}} = 42 \text{ C}$, $(P_{\{k\}} = 2,32$

- Теплоносій (споживач): вода, $t_{\{v_{\{out\}}\}} = 35 \text{ C}$, $(t_{\{v_{\{in\}}\}} = 12 \text{ C}$

- Теплоносій (холодоносій): пропиленгліколь / вода (30%), $t_{\{out_{\{ТН\}}\}} = -3 \text{ C}$, $t_{\{in_{\{ТН\}}\}} = 0 \text{ C}$

Параметри вузлових точок циклу

Таблица 5.1 Параметры узловых точек цикла

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 011.005.ДП.ПЗ				

№	t °C	P, МПа	h, кДж/кг	v, м³/кг
1	20	0,667	482,38	0,0525
2	106	2,32	549,3	
3	35	2,32	260,3	
4	26,4	2,32	244,4	
5	-4	0,667	244,4	
6	0	0,667	461,4	
7	15	0,667	477,3	

Питома холодопродуктивність циклу визначається за формулою:

$$q_0 = h_6 - h_5, \text{кДж/кг}$$

(5.2)

$$q_0 = 461.4 - 244.4 = 217 \text{кДж/кг}$$

Питоме тепло, відведене у конденсаторі:

$$q_k = h_2 - h_3, \text{кДж/кг}$$

(5.3)

$$q_k = 549.3 - 260.3 = 289 \text{кДж/кг}$$

Питома об'ємна продуктивність:

$$q_k = \frac{v_{вс}}{q_0}, \text{м}^3$$

(5.4)

$$q_k = \frac{217 \text{кДж}}{0.0525} = 4133 \text{м}^3$$

Питома адіабатна робота стискування:

$$l = h_2 - h_1, \text{кДж/кг}$$

(5.5)

$$l = 549.3 - 482.38 = 66.9 \text{кДж/кг}$$

Масова витрата агента:

$$M_a = \frac{Q_k}{q_k}, \text{кг/с}$$

(5.6)

					4KB 07 011.005.ДП.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_a = \frac{18.6}{66.9} = 0.064 \text{ кг/с}$$

Ступінь стиснення компресора:

$$\pi = \frac{P_k}{P_0}$$

(5.7)

$$\pi = \frac{P_k}{P_0} = 3.5$$

Коефіцієнт подачі компресора визначається за графіком залежності подачі спірального компресора від ступеня стиснення:

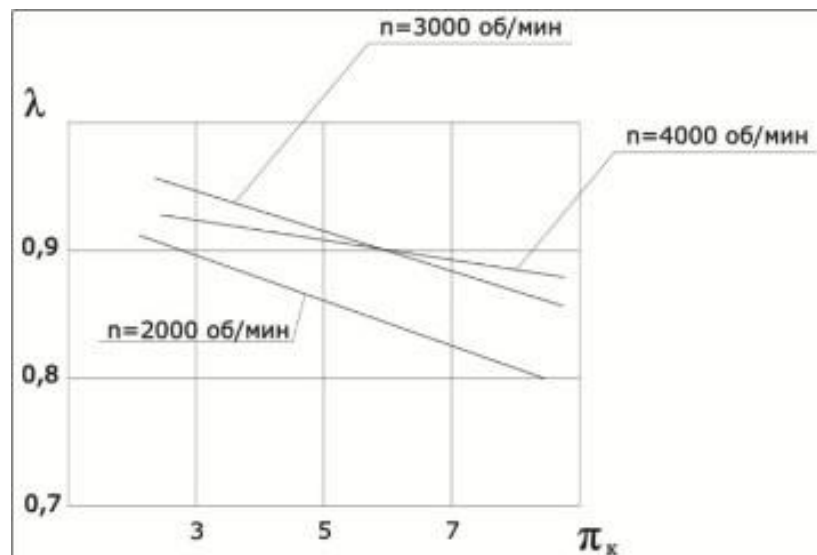


Рис. 5.3 Графік залежності подачі спірального компресора від ступеня стиснення

$$\lambda = 0.87$$

Дійсна об'ємна продуктивність компресора:

$$V_d = M_a \cdot v_{вс}, \text{ м}^3/\text{с}$$

(5.8)

$$V_{d} = 0.064 \cdot 0.0525 = 0.0034 \text{ м}^3/\text{с}$$

Теоретична об'ємна продуктивність:

$$V_{h} = \frac{V_{d}}{\lambda}, \text{ м}^3/\text{с}$$

(5.9)

					4KB 07 011.005.ДП.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_h = \frac{0.0034 \text{ м}^3 \cdot 0.87}{0.87} = 0.064 \text{ м}^3/\text{с}$$

Адіабатна потужність компресора:

$$N_a = M_a \cdot l, \text{ кВт}$$

(5.10)

$$N_a = 0.064 \cdot 66.9 = 3.32 \text{ кВт}$$

Ефективний ККД компресора визначається за графіком залежності ККД компресора від ступеня стиснення:

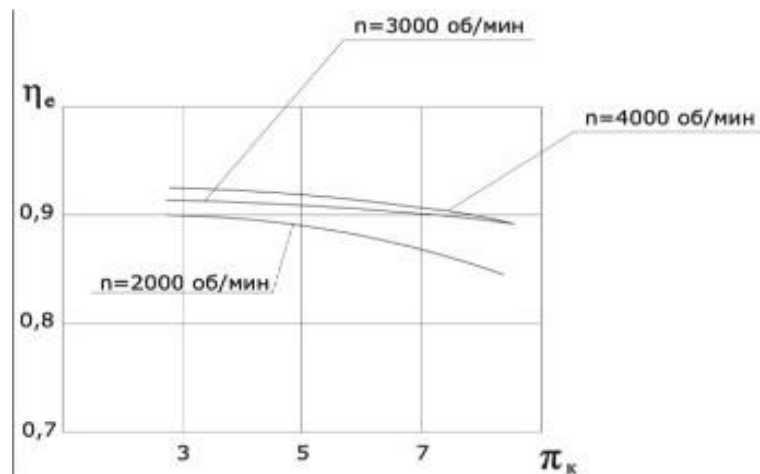


Рис. 5.4 Графік залежності ККД спірального компресора від ступеня стиснення

$$\eta_i = 0.88$$

Ефективна потужність компресора:

$$N_e = \frac{N_a}{\eta_i}, \text{ кВт}$$

(5.11)

$$N_e = \frac{3.32}{0.88} = 3.6 \text{ кВт}$$

Дійсний коефіцієнт перетворення:

$$\text{COP} = \frac{Q_k}{N_e}$$

(5.12)

$$\text{COP} = \frac{13.3}{3.6} = 3.8$$

					4KB 07 011.005.ДП.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Розрахунок пластинчастого конденсатора

Дані для розрахунку

- Температура на вході агента: ($t_{in} = 91.6$, ^)
- Температура на виході агента: ($t_{out} = 29.8$, ^)
- Геометричні параметри пластини (нерозбірна): робоча поверхня ($f = 0.6$, ^2)
- Площа поперечного перетину одного каналу: ($f = 3.1 \cdot 10^{-4}$, ^2)
- Приведена довжина каналу: ($L = 1.16$,)
- Еквівалентний діаметр каналу: ($d_{eq} = 0.009$,)
- Товщина пластини: ($\delta = 0.001$,)
- Коефіцієнт теплопровідності матеріалу пластини: ($\lambda = 16$, /())
- Тип холодильного агента: R454B

Розрахунок

Початкова температура води на вході в апарат приймається ($t_{in} = 32$, ^). З урахуванням підігріву води у системі, температура води на виході з апарату становить ($t_{out} = t_{in} + \Delta t = 32 + 4 = 36$, ^).

Для середньої температури води ($t_{avg} = 33$, ^) визначаються її параметри:
- Теплоємність води: ($C_p = 4.176$, /()) - Щільність води: ($\rho = 996$, /^3) -
Число Прандтля: ($Pr = 5.74$) - Теплопровідність води: ($\lambda = 0.62$, /()) -
Коефіцієнт кінематичної в'язкості: ($\nu = 0.84 \cdot 10^{-6}$, ^2/)

З процесу конденсації агента приймається: - Ентальпія пари на вході в апарат: ($h_{in} = 413$, /()) - Ентальпія пари на виході з апарату: ($h_{out} = 378$, /())

Властивості агента при середній температурі пари: - Щільність агента: ($\rho = 112$, /^3) - Число Прандтля: ($Pr = 1.12$) - Теплопровідність агента: ($\lambda = 0.013$, /()) - Коефіцієнт кінематичної в'язкості: ($\nu = 0.2 \cdot 10^{-6}$, ^2/)

					4KB 07 011.006.ДП.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За результатами теплового розрахунку, загальна витрата агента становить ($G_{\text{a}} = 0.06$, /). Відведена до води теплота від агента визначається як:

$$Q_{\text{фк}} = G_{\text{a}} \cdot (h_{\text{вх}} - h_{\text{вих}}) = 0.06 \cdot (413 - 378) = 2.1 \text{ кВт}$$

Масова витрата води розраховується за рівнянням теплового балансу:

$$G_{\text{w}} = \frac{Q_{\text{к}}}{C_{\text{w}} \cdot (t_{\text{w2}} - t_{\text{w1}})} = \frac{2.1}{4.176 \cdot 4} = 0.126 \text{ кг/с}$$

Приймається протиточна схема руху середовищ у односекційному теплообміннику. Температурний натиск між середовищами визначається за формулою:

$$\theta_{\text{л}} = \frac{(t_{\text{вх}} - t_{\text{w1}}) - (t_{\text{вих}} - t_{\text{w2}})}{\ln\left(\frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{w1}}}{t_{\text{вих}} - t_{\text{w2}}}\right)} = \frac{(91.6 - 32) - (29.8 - 36)}{\ln\left(\frac{91.6 - 32}{29.8 - 36}\right)} = 22.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Приймається середня швидкість руху потоку води ($W_{\text{w}} = 0.3$, /). За рівнянням потоку визначається число рівносторонніх каналів у пакеті пластин апарату в одному ході по воді:

$$z = \frac{G_{\text{w}}}{W_{\text{w}} \cdot \rho_{\text{w}} \cdot f} = \frac{0.126}{0.3 \cdot 996 \cdot 0.00031} = 1.37$$

Число Рейнольдса для води:

$$Re_{\text{w}} = \frac{W_{\text{w}} \cdot d_{\text{екв}}}{\nu_{\text{w}}} = \frac{0.3 \cdot 0.009}{0.84 \times 10^{-6}} = 3214$$

Число Нуссельта для води при турбулентному режимі:

$$Nu_{\text{w}} = 1.05 \cdot 0.07 \cdot Re_{\text{w}}^{0.72} \cdot Pr_{\text{w}}^{0.43} = 1.05 \cdot 0.07 \cdot 3214^{0.72} \cdot 5.74^{0.43} = 52.2$$

Коефіцієнт тепловіддачі на стороні води:

$$\alpha_{\text{w}} = \frac{Nu_{\text{w}} \cdot \lambda_{\text{w}}}{d_{\text{екв}}} = \frac{52.2 \cdot 0.62}{0.009} = 3579 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Для агента визначаємо: - Швидкість пари агента на вході в канал:

$$W_{\text{a}} = \frac{G_{\text{a}}}{\rho_{\text{a}} \cdot f \cdot (z - 1)} = \frac{0.06}{112 \cdot 0.00031 \cdot (36 - 1)} = 0.25 \text{ м/с}$$

- Число Рейнольдса для агента:

$$Re_{\text{a}} = \frac{W_{\text{a}} \cdot d_{\text{екв}}}{\nu_{\text{a}}} = \frac{0.25 \cdot 0.009}{0.2 \times 10^{-6}} = 11250$$

					4KB 07 011.006.ДП.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Число Нуссельта для пари агента: $[Nu_{\{}} = 0.018$

от $Re_{\{}}^{0.8} = 0.018^{0.8} = 31.3$] - Коефіцієнт тепловіддачі на стороні пари:

$$\alpha_a = \frac{Nu_a \cdot \lambda_a}{d_{\text{екв}}} = \frac{31.3 \cdot 0.013}{0.009} = 45.2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_w} + \sum \left(\frac{\delta}{\lambda} \right) + \frac{1}{\alpha_a} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{3579} + 0.000057 + 0.000357 + \frac{0.001}{16} + \frac{1}{45.2} \right)^{-1} \\ = 197 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розрахункова площа поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q_{\text{фк}} \cdot 10^3}{K \cdot \theta_{\text{л}}} = \frac{2100}{197 \cdot 22.3} = 0.48 \text{ м}^2$$

Необхідна кількість пластин:

$$n = \frac{F}{f_{\text{пл}}} = \frac{0.48}{0.6} = 1$$

Визначаємо число каналів: - По агенту ($z_1 = = 0.5$), округлюємо до 1
- По воді ($z_2 = z_1 + 1 = 1 + 1 = 2$)

Приймаємо трьохходовий режим руху води. Розрахункова швидкість води:

$$W_w' = \frac{0.68}{3 \cdot 0.00031 \cdot 996 \cdot 5} = 0.29 \text{ м/с}$$

Перевірка відповідності:

$$\left(\frac{W_w' - W_w}{W_w'} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{0.29 - 0.3}{0.29} \right) \cdot 100\% = 0.33\% < 5\%$$

Загальне число пластин в апараті:

$$Z = 1 + 2 = 3$$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 011.006.ДП.ПЗ				

7. Підбір компресора та теплообмінних апаратів

Підбір компресорів здійснюється за необхідною теплопродуктивністю ($Q_0 = 18.3$,) з параметрами роботи, представленими в тепловому розрахунку. Обирається спіральний компресор фірми Danfoss моделі HLP081 з холодопродуктивністю ($Q_0 = 14.6$,) і споживаною електричною потужністю ($N_{\{\}} = 4.6$,).

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Type: Hermetic scroll compressors
 Producer: Danfoss-Maneurop
 Series: HLP/HLH/HLJ

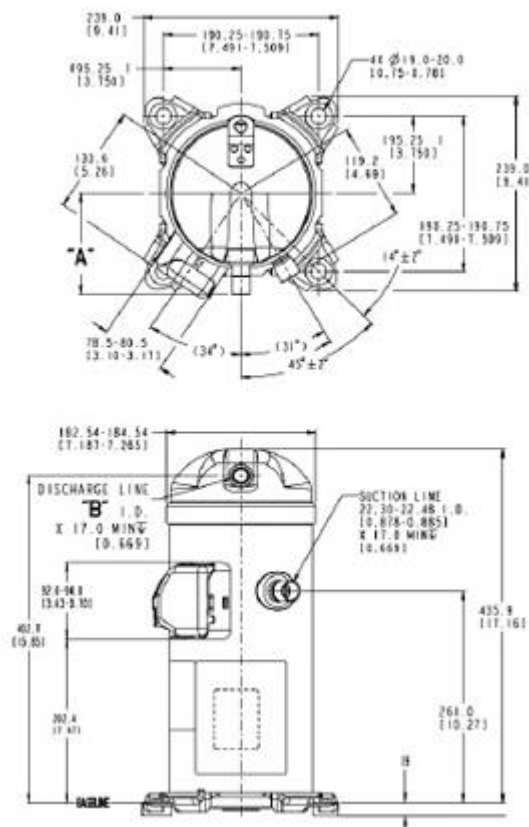
Model: HLP081

Technical data

Displacement [m ³ /h]:	19,3
Swept volume [cm ³ /rev]:	110,9
RPM [min ⁻¹]:	2900
Weight [kg]:	37
Oil charge [dm ³]:	1,57
Oil type:	polyvinyl ether oil
Working pressure range high side [bar]:	10,5 - 29,1
Working pressure range low side [bar]:	1,1 - 6,4
Refrigerant charge limit [dm ³]:	5,4
Refrigerant:	R407C

Connections

	millimeters	inches
Suction connection with supplied sleeve:	22	7/8"
Discharge connection with supplied sleeve:	19	3/4"



Для відведення тепла конденсації в системі використовується пластинчастий конденсатор. Розрахункове теплове навантаження визначається за даними теплового розрахунку:

$$Q_k = Q_0 + N_e = 14.6 + 4.6 = 19.2 \text{ кВт}$$

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4KB 07 011.007.ДП.ПЗ				

Характеристики пластинчастого конденсатора для режиму В0/W55 визначаються за допомогою програми Danfoss Hexact.

Danfoss Hexact (v3.2.2)

Тепловий насос - Конденсатор

Мікропластинчастий теплообмінник: H55-C-40

Умови проектування

- Тип потоку: Протитечія

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
Температура на вході	°C	124.10	50.00
Температура конденсації (роса)	°C	60.50	-
Температура конденсації (пухир)	°C	56.36	-
Переохолодження	К	5.00	-
Температура на виході	°C	51.36	55.00
Масова витрата (загальна)	кг/с	0.074	0.813
Об'ємна витрата (загальна)	л/хв	-	49.348
Конденсована рідина	кг/с	0.074	-
Якість на вході/виході	-	1.000/0.000	-
Максимальне падіння тиску	кПа	50.00	40.00
Абс. тиск насичення на вході	бар	25.59	-

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Властивості рідини - Рідина: R407C

- Референсна температура: °C: 55.94

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
В'язкість (рідина)	мПа·с	0.1006	0.52 68
Щільність (рідина)	кг/м ³	978.0	987. 7
Теплоємність (рідина)	кДж/кг·К	1.897	4.18 1
Теплопровідність (рідина)	Вт/м·К	0.070	0.64 2
В'язкість (газ)	мПа·с	0.0144	-
Щільність (газ)	кг/м ³	108.6	-
Теплоємність (газ)	кДж/кг·К	1.627	-
Теплопровідність (газ)	Вт/м·К	0.020	-
Теплота пароутворення	кДж/кг	138.59	-

Мікропластинчастий теплообмінник

- Теплове навантаження: 17.00 кВт

- Загальна площа: 1.94 м²

- LMTD: 6.39 К

- Н.Т.С.: 1410.0/1372.5 Вт/м²·К

- Падіння тиску (загальне): 1.12/25.49 кПа

- Падіння тиску (канал): 1.15/24.49 кПа

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- **Падіння тиску (вхідний порт): -0.03/1.00 кПа**

- **Діаметр отвору порту: 28.0 мм**

- **Кількість каналів: 19Н/20Н**

- **Кількість пластин: 40**

- **Запас поверхні: 2.7%**

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
Температура на вході	°С	91.61	30.00
Температура конденсації (роса)	°С	41.00	-
Температура конденсації (пухир)	°С	35.90	-
Переохолодження	К	5.00	-
Температура на виході	°С	30.90	35.00
Масова витрата (загальна)	кг/с	0.059	0.670
Об'ємна витрата (загальна)	л/хв	-	40.377
Конденсована рідина	кг/с	0.059	-
Якість на вході/виході	-	1.000/ 0.000	-
Максимальне падіння тиску	кПа	50.00	40.00
Абс. тиск насичення на вході	ба	15.82	-

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- Коефіцієнт забруднення: $0.01939 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{кВт}$

Властивості рідини –

Рідина: R407C

- Референсна температура: $^{\circ}\text{C}$: 35.95

р	Параметр	Одиниця виміру	Значення	Значення
	В'язкість (рідина)	мПа·с	0.1338	0.7609
	Щільність (рідина)	кг/м ³	1087.6	995.5
	Теплоємність (рідина)	кДж/кг·К	1.618	4.176
	Теплопровідність (рідина)	Вт/м·К	0.079	0.616
	В'язкість (газ)	мПа·с	0.0129	-
	Щільність (газ)	кг/м ³	60.6	-
	Теплоємність (газ)	кДж/кг·К	1.250	-
	Теплопровідність (газ)	Вт/м·К	0.016	-
	Теплота пароутворення	кДж/кг	169.66	-

Теплове навантаження: 14.00 кВт

Загальна площа: 1.43 м²

- LMTD: 6.20 К

- Н.Т.С.: 1582.9/1581.7 Вт/м²·К

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

- Падіння тиску (загальне): 1.81/31.10 кПа

- Падіння тиску (канал): 1.84/30.44 кПа

- Падіння тиску (вхідний порт): -0.03/0.67 кПа

- Діаметр отвору порту: 28.0 мм

- Кількість каналів: 14Н/15Н - **Кількість пластин:** 30

- Запас поверхні: 0.1% -

Коефіцієнт забруднення: 0.00047 м²·К/кВт

Мікропластинчастий теплообмінник: Н118-Е-2

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
Температура на вході	°С	-11.42	0.00
Температура кипіння (роса)	°С	-7.94	-
Переохолодження	К	5.00	-
Температура на виході	°С	-2.94	-3.00
Масова витрата (загальна)	кг/с	0.076	0.901
Вхід / Газ	кг/с	0.029	-
Об'ємна витрата (загальна)	л/хв	-	-
Випарена рідина	кг/с	0.046	-
Якість на вході/виході	-	0.390/ 1.000	-
Максимальне падіння тиску	кПа	500.00	30.00

					4КВ 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
Абс. тиск насичення на виході	бар	3.46	-

Властивості теплоносія –

Тип середовища: R407C / Пропіленгліколь (30%) –

Референсна температура: °C: -9.68 , -1.50

Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
В'язкість (рідина)	мПа·с	0.2381	7.6255
Щільність (рідина)	кг/м ³	1270.6	1031.1
Теплоємність (рідина)	кДж/кг·К	1.385	3.885
Теплопровідність (рідина)	Вт/м·К	0.101	0.459
В'язкість (газ)	мПа·с	0.0109	-
Щільність (газ)	кг/м ³	14.0	-
Теплоємність (газ)	кДж/кг·К	0.904	-
Теплопровідність (газ)	Вт/м·К	0.011	-

р	Параметр	Одиниця виміру	Значення (Сторона 1)	Значення (Сторона 2)
	Теплота фазового переходу	кДж/кг	133.83	-

Мікропластинчастий теплообмінник –

Теплове навантаження: 10.50 кВт –

Загальна площа: 2.40 м² -

LMTD: 7.70 К –

Н.Т.С.: 1188.8/568.1 Вт/м²·К –

Падіння тиску (загальне): 78.64/28.60 кПа –

Падіння тиску (канал): 5.84/28.47 кПа –

Падіння тиску (порти): 0.05/0.13 кПа –

Падіння тиску (дистриб'ютор): 72.75 кПа -

Діаметр отвору порту: 20.0 мм (Сторона 1), 48.0 мм (Сторона 2) –

Кількість каналів: 12ЕМ (Сторона 1), 13ЕМ (Сторона 2) –

Кількість пластин: 26 –

Запас поверхні: 109.3% -

Коефіцієнт забруднення: 0.91909 м²·К/кВт

					4КВ 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ТРВ (Терморегулюючий вентиль)

Електронний розширювальний вентиль ETS призначений для точного впорскування холодоагенту в системи кондиціонування повітря і холодильні системи. Конструкція вентилля забезпечує чітке позиціонування поршня, незалежно від напрямку потоку, а також надійне закриття клапана в обох напрямках, аналогічно можливостям електромагнітного клапана.

Клапани ETS забезпечують плавне регулювання завдяки переміщенню крокового двигуна AST з електронним управлінням. Це двофазний двополосний двигун, який залишається в заданому положенні до надходження імпульсів від контролера. Ці імпульси подаються в обмотки статора двигуна і ініціюють його обертання в одному з напрямків. Напрямок обертання визначається фазовим співвідношенням імпульсів, а кут повороту - кількістю імпульсів. Двигун безпосередньо пов'язаний зі шпинделем, обертальний рух якого через вбудовану трансмісію перетворюється в лінійне переміщення.

Двигун AST має стандартний кабель M12 зі скловолоконним ущільненням довжиною 2 м. За спеціальним замовленням можливі інші довжини та наявність вилки або розетки.

- **Модель:** Danfoss ETS6 - 18 (Реверсивний)
- **Код:** 034g5026
- **Котушка для ETS6:** ETS6 Coil 034g5105

Фільтр-осушувач

Фільтр-осушувач з цеолітовим патроном є елементом контуру компресійного холодильного агрегату. Він служить для видалення вологи з холодоагенту та захищає капілярну трубку від засмічення твердими частинками. Встановлюється між конденсатором і капілярною трубкою.

Фільтр-осушувач складається з металевої трубки (патрон) довжиною 90-170 мм і діаметром 16-30 мм, загорнутої з обох кінців. У середині патрона, між двома сітками, знаходиться адсорбент, наприклад, синтетичний цеоліт NaA, у вигляді гранул діаметром 1.5-3 мм.

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Модель:** Danfoss DMB307s
- **Код замовлення:** 023Z1477
- **Підключення:** Штуцер 7/8 дюйма

Реле тиску

Автоматичне реле тиску (подвійне) Danfoss KP15 призначене для регулювання поточного контролю і аварійної сигналізації в промисловості. Реле тиску Danfoss обладнані однополюсними вимикачами, які замикають або розмикають електричний ланцюг при відхиленні тиску від заданих величин.

- **Модель:** Danfoss KP15
- **Код замовлення:** 060-125466
- **Діапазон регулювання:** -0.2-7.5 бар (низький тиск), 8-32 бар (високий тиск)
- **dP:** 0.7-4 бар (низький тиск), 4 бар (високий тиск)

Чотириходовий вентиль

Для систем з патрубками розміром 1/2x7/8 дюймів вибраний чотирьохходовий вентиль Danfoss STF-0420G типу В.

- **Модель:** Danfoss STF-0420G
- **Код замовлення:** 060-125466

Пілотні 4-х ходові реверсивні клапани типу STF і VHV застосовуються для систем теплових насосів, систем кондиціонування віконного типу, спліт-систем. Клапани дозволяють швидко перемикає режим роботи установки з охолоджуючого на нагрівальний. Конструкція клапанів гарантує мінімальне падіння тиску і низький ризик витоків.

Регенеративний теплообмінник

Вибраний теплообмінник типу «труба-в-трубі» для забезпечення теплообміну між рідинною лінією і лінією всмоктування холодильного агрегату. Він використовує пар з лінії всмоктування для переохолодження рідкого холодоагенту.

- **Модель:** Danfoss HE 4

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Код:** 015D0008

- **Підключення:** Всас. лінія 1 1/8 дюйма, нагніт. лінія 1/2 дюйма
Лінійний ресивер

Підібраний вертикальний лінійний ресивер об'ємом 7 літрів фірми Guntner, модель GBV 7.

- **Альтернатива:** Thermokey TRV 7 на 7 л
- **Місткість лінійного ресивера:** $(V_{\text{}} = () = 0.437, \text{ м}^3)$

Зворотний клапан

Для рідинних ліній вибраний клапан Danfoss NRV 19s під пайку.

- **Патрубок:** 7/8 дюйма
- **Код замовлення:** 020-1054

Зворотні клапани типу NRV і NRVH можна використовувати в рідинних і всмоктуючих трубопроводах гарячого газу холодильних установок і установок кондиціонування повітря з фторованими холодоагентами.

Регулятор витрати води

Водяні клапани AVTA з керуванням по температурі застосовуються для безперервного регулювання витрати води через охолоджуваній водою конденсатор холодильної установки відповідно до уставки і показань температурного датчика. Водяні клапани AVTA є регуляторами прямої дії і не потребують додаткової енергії.

- **Модель:** Danfoss AVTA 20
- **Штуцер:** (ISO 228-1) G 3/4
- **Температурний діапазон:** +10 - +80 °C, макс температура +130 °C
- **Код:** 003N0108

					4KB 07 011.007.ДП.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Системи вентиляції та кондиціонування повітря – необхідні компоненти систем життєзабезпечення в житлових, громадських приміщеннях. Вони відповідають за очищення, зволоження, формування комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечують усунення неприємних запахів.

В даному розділі дипломного проекту розглядаються питання безпеки системи енергозбереження таунхаусу, експлуатації технологічного обладнання, запобіганню електротравм і визначені основні заходи з пожежної безпеки та профілактики при проектуванні системи енергозбереження на базі теплового насосу.

8.1 Розробка заходів з охорони праці

Таунхауси – це найкращий варіант для тих, хто бажає жити в просторому приміщенні з великою кількістю денного світла та вікон. Кожен власник такого житла створює відповідну для себе атмосферу, не виїжджаючи за межі міста..

Через надмірне потрапляння сонячних променів, в приміщенні може бути занадто жарко, особливо влітку. Крім того, виникає проблема використання енергії, економії енергії і енергоресурсів, охорони навколишнього середовища. Тому система енергозбереження – нагальна потреба сьогодення.

8.1.2 Мікроклімат

Основне завдання, яке потрібно вирішувати на етапі розробки системи для таунхаусу — створити в приміщенні оптимальні або допустимі мікрокліматичні умови. Комфортне самопочуття людини забезпечують відповідним співвідношенням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Для підтримки необхідної температури й вологості приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Нормалізацію несприятливих мікрокліматичних умов здійснюють за допомогою комплексу заходів і способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-технічні та інші заходи захисту.

8.1.3 Вимоги безпеки під час експлуатації систем вентиляції та кондиціонування

Для підтримки в приміщеннях, відповідно до гігієнічних вимог, складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію.

Матеріал для виготовлення повітроводів , колекторів, фільтрів і шумоглушників для вентиляційних систем вибирають залежно від характеру переміщуваного середовища з урахуванням вимог пожежної безпеки. Повітроводи виготовляють з негорючих матеріалів при прокладці їх у житлових приміщеннях, а також при переміщенні по повітроводам повітря з температурою 80 ° С і більше або вибухонебезпечних і пожежонебезпечних сумішей..

Для очищення повітря, що подається в приміщення вентиляційними системами, встановлюють волокнисті фільтри з негорючих матеріалів або масляні фільтри з температурою спалаху не нижче 130 ° С.

З негорючих матеріалів виконують шумоглушники для систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалення, а також теплову ізоляцію поверхонь вентиляційного обладнання, кондиціонерів і повітроводів для приміщень категорій А і Б, поверхонь обладнання і повітроводів, розташованих на горищах і в підвалах загального призначення.

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Металеві повітроводи, вентилятори і обладнання заземлюють з урахуванням вимог ПУЕ. Для запобігання попаданню в системи вентиляції предметів, які при ударі висікають іскри, застосовують захисні сітки в місцях забору повітря або магнітні вловлювачі

Кондиціонування повітря - це створення і автоматична підтримка (регулювання) в закритих приміщеннях всіх або окремих його параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, званим системою кондиціонування повітря. До складу систем кондиціонування входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто додавання кондицій (фільтри, теплообмінники, зволожувачі або осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) і його розподілу, а також холодо - і теплопостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю.

Місцеві системи кондиціонування розробляють на базі автономних і неавтономних кондиціонерів, які встановлюють безпосередньо в обслуговуваних приміщеннях.

Така система може застосовуватися в великому разі випадків:

- в існуючих житлових та адміністративних будівлях для підтримки теплового мікроклімату в окремих офісних приміщеннях або в житлових кімнатах;
- у знову споруджуваних будинках для окремих кімнат, режим споживання холоду в яких різко відрізняється від такого режиму в більшості інших приміщень. Подача свіжого повітря і видалення витяжного повітря при цьому виконується, як правило, центральними системами припливно-витяжної вентиляції.

8.1.4 Вимоги безпеки до конструкції обладнання

Конструкція обладнання повинна забезпечувати безпечну роботу в разі дотримання вимог експлуатаційної документації, в яких повинно бути

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлено перелік неполадок, через які забороняється його подальша експлуатація.

Наявність в конструкції обладнання гострих країв та кутів, які можуть стати джерелом травматизму людей під час його експлуатації та ремонту, не допускається.

Обертові частини обладнання згідно з ГОСТ 12.2.062 повинні мати захисні огорожі, пофарбовані у сигнальний колір згідно з ГОСТ 12.4.026. Повинен бути позначений напрям обертання.

Рівні шуму, створювані обладнанням та вентиляційною системою на робочих місцях, не повинні перевищувати значень, визначених ДСТУ 2867.

Рівні вібрації обладнання та вентиляційних систем під час роботи не повинні перевищувати значень, встановлених ГОСТ 12.1.012.

В конструкції обладнання застосування матеріалів, що містять азбест, не допускається.

Експлуатація компресорних установок пов'язана як з наявністю небезпечних чинників, характерних для посудини під тиском (ресивери, повіт розбирачі тощо), так і з небезпеками, що виникають при експлуатації компресорів та двигунів цих установок, у тому числі з можливістю виникнення вибухів внаслідок недотримання вимог експлуатації обладнання та умов наповнення повіт розбирача. Основні причини вибухів пов'язані з:

- перегрівом поршневої групи, що викликає активний розклад вуглеводнів, суміш яких з повітрям є вибухонебезпечною;
- застосування масел, здатних розкладатися при невисоких температурах;
- накопичення статичної електрики на корпусі компресора або повітрозбирача, що призводить до до іскріння ;
- Перевищення в повіт розбирачі тиску, при якому спрацьовують запобіжні клапани..

Безпека експлуатації компресорів досягається використанням спеціальних змащувальних матеріалів, застосуванням систем охолодження та очищення. Вид мастильних матеріалів залежить від призначення компресора.

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

При експлуатації компресорних установок необхідно дотримуватися правил безпеки при роботі з посудинами під тиском відповідно з НПАОП 0.00-1.07-94.

8.1.5 Безпека праці

Теплові насоси (ТН) характерні ще тим, що здатні здійснювати, крім опалення будинку та підігріву води для побутових потреб, функцію охолодження приміщень.

Вимоги до розміщення та транспортування теплового насосу

Тепловий насос розміщують на стійкій поверхні, бажано бетонній. При установці теплового насосу на дерев'яній підлозі, її необхідно укріпити для того, щоб вона могла витримати його вагу. Можна встановити товсту металеву плиту, товщиною мінімум 6мм. Лист повинен перекривати кілька перекладин, розподіляючи вагу насос 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 нахилився. Можливе короткочасне переміщення насосу під кутом 45° з нахилом на задню частину. Це допускається при переміщенні теплового насосу в будівлі. Він повинен простояти як мінімум годину перед вводом в експлуатацію, після того, як його встановили вертикально.

Для спрощення встановлення, послідууючу перевірку та технічне обслуговування рекомендується забезпечити навкруги теплового насосу вільний простір. Заборонено насос нахилити та/або розміщувати його горизонтально. Опора компресору не витримує навантаження на злам, тому може поламатися при нахилі.

Відповідальність за безпечну експлуатацію теплового насосу й утримання його в належному стані несуть власники будинків. Забороняється

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатувати тепловий насос особам, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки й не ознайомлені із пристроєм і принципом роботи та не досягли віку 18 років.

Також забороняється експлуатувати тепловий насос при несправній автоматиці, розбирати й ремонтувати автоматику власними силами, вносити будь-які конструктивні зміни. Насос повинен бути встановлений в приміщенні із температурою не нижче $+10^{\circ}\text{C}$;

8.1.6 Електробезпека

Забезпечення безпеки в силовому електроустаткуванні виконано вибором відповідного устаткування й апаратів

З метою виникнення можливих електротравм при експлуатації електрообладнання проектом передбачено:

– ізоляція нормально струмоведучих частин з опором $R_{зг} \geq 1 \text{ кОм}$; допускається експлуатація електроустановок при зниженні опору ізоляції до $0,5 \text{ кОм}$;

– 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;

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

					4KV 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– наявність надійного та швидкодіючого автоматичного відключення частин електрообладнання, яке випадково виявилось під напругою та пошкоджених частин електромереж.

8.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, за якого з регламентованою імовірністю

виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її

небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Вентиляційні системи не повинні збільшувати вибухову і пожежну небезпеку, не повинні сприяти розповсюдженню вибуху, пожежі і продуктів згорання в інші приміщення і будівлі (споруди). На випадок виникнення пожежі необхідно передбачати в приміщеннях, які обладнані установками автоматичного пожежогасіння чи автоматичної пожежної сигналізації, автоматичного, а в інших приміщеннях - ручного вимикання вентиляційних систем, які обслуговують ці будівлі або приміщення, крім систем подачі повітря в тамбур-шлюзи приміщень категорії А і Б згідно з планом ліквідації аварії

Основні засоби попередження пожеж:

– застосування електрообладнання, яке задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018-79;

– застосування захисту від короткого замикання на розподільчому щиті;

– передбачені первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники ОУ-5 згідно вимог ДСТУ 36 75-98 IS03941-77 та ГОСТ 7276-77, ящик с піском, щільна тканина, лопата. Вогнегасник розташовано біля входу у приміщення;

– проектом запроектовано, що електродвигуни, електропровідники та кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони і мають арматуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів;

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- плавкі вставки запобіжників калібровані, з визначенням на клеймі номінального струму вставки;
- на електродвигуни, світильники передбачається нанесення знаків, які вказують їх ступінь захисту відповідно стандартів;
- проектом передбачено, що з'єднання, відводи та кінцівки жил проводів виконується за допомогою опре совки, зварювання, пайки;

При небезпеці виникнення нещасного випадку прийняти заходи по його попередженню (зупинити устаткування або відповідний механізм, захистити небезпечну зону).

При виникненні пожежі потрібно негайно викликати пожежну охорону по телефону 101, видалити в безпечне місце людей і по можливості горючі речовини, і приступити до гасіння вогню наявними первинними засобами пожежогасіння. Надати долікарську допомогу потерпілим.

Основні протипожежні вимоги до систем вентиляції та кондиціонування повітря направлені на запобігання утворенню вибухонебезпечного середовища, обмеження кількості горючих елементів і матеріалів, запобігання утворенню в займистою середовищі джерел запалювання, обмеження розповсюдження пожежі по повітроводам.

8.3 Охорона навколишнього середовища

Стандарт EN 378-1:2008+A2:2012 визначає вимоги до безпеки та охорони навколишнього середовища на всіх етапах життєвого циклу холодильних систем і теплових насосів. Це включає проектування, виробництво, будівництво, монтаж, експлуатацію, технічне обслуговування, ремонт та утилізацію.

Основні вимоги та можливі ризики:

Можливі ризики:

- Фізико-хімічні властивості холодоагентів;
- Дії тисків і температур під час холодильних циклів

Недостатні запобіжні заходи можуть призвести до:

- Руйнування елементів системи, включаючи вибухи;

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Викиду холодоагенту з ризиком для здоров'я і навколишнього середовища;
- Займання холодоагенту, що може спричинити пожежу і утворення токсичних продуктів горіння

Холодоагенти можуть взаємодіяти з матеріалами системи, впливаючи на їх міцність та безпеку. Їх вибір повинен враховувати екологічний вплив, в тому числі довгострокові ефекти, такі як глобальне потепління (ОРП, ПГП).

Заходи безпеки:

- Врахування екологічних показників холодоагентів
- Використання сучасних методів контролю витоків
- Підвищення енергоефективності систем
- Дотримання стандартів безпеки при експлуатації і технічному обслуговуванні

Важливо враховувати всі можливі фактори впливу та забезпечити максимальну безпеку як для людей, так і для навколишнього середовища під час проектування і експлуатації холодильних систем і теплових насосів.

					4KB 07 011.008.ДП.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

9.1 Вихідні дані

Таблиця 9.1 - Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл
2	Система охолодження (обігріву)	Тепловий насос
3	Обслуговуючий персонал	Сервісна служба
4	Вартість 1 кВт. електроенергії, грн.	4.32

9.2 Розрахунок капітальних вкладень

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

$$V_{об} = C_{н} * K_{н} \quad (9.1)$$

де $C_{н}$ – вартість одиниці устаткування, грн.

$K_{н}$ – кількість даного найменування устаткування, шт.

Заносимо розрахунки в таблицю

					4KB 07 011.009.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Таблиця 9.2 - Загальна вартість устаткування

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Тепловий насос	Vaillant AroTherm VWL 55/2 A 230 V	205 100	205 100
2	Регулятор витрати води	Danfoss AVTA 20 003N3182	14 122	14 122
3	Реле тиску	Danfoss KP 15	2 740	2 740
4	Чотириходовий вентиль	Danfoss STF- 0420G	4 281	4 281
5	Лінійний ресивер	Guntner GBV 7	14 900	14 900
6	Зворотний клапан	Danfoss NRV 19s	1 286	1 286
7	Терморегулюючий вентиль (ТРВ)	Danfoss ETS6 18 (Реверсивний)	2947	2947
8	Разом сумарна вартість основного устаткування	-	-	245 376
9	Витрати на мон-таж і транспорт	-	-	70 000
10	Загальна вартість	-	-	315 376

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

$$K_B = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}}, \quad (9.2)$$

де $C_{\text{заг}}^{\text{об}}$ – загальна вартість обладнання, грн.

$$K_B = 0 + 315\,376 = 315\,376 \text{ грн}$$

9.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

9.3.1 Розрахунок витрат на електроенергію

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховуємо та заносимо в таблицю 9.3

Таблиця 9.3 – Розрахунок споживання електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тепловтрати, кВт	Коеф. покриття тепловтрат	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба електроенергії, кВт.год
1	Тепловий насос Vaillant AroTherm VWL 55/2 A 230 V	17,43892	3	1	1440	8370,7

Витрати на силову електроенергію в грн, визначаємо за формулою:

$$C_w = W_{\text{заг}} \cdot C_e \quad (9.3)$$

де C_e – ціна 1кВт електроенергії, грн.

$$C_w = 8370,7 \cdot 4,32 = 36161,4 \text{ грн}$$

9.3.2 Розрахунок витрат на сервісне обслуговування

Виходячи з умов повної автоматизації устаткування приймаємо що устаткування потребує сервісного обслуговування 1 раз на рік. Вартість обслуговування-2000 грн

					4KB 07 011.009.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

9.4 Техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 9.4 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1.	Найменування об'єкту	Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл
2.	Система охолодження(обігріву)	Тепловий насос
3.	Сума капіталовкладень, грн	315 376
4.	Щорічні витрати, грн.	38161,4
5.	Обслуговуючий персонал, осіб.	Сервісна служба

Отже проєкт системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл можна вважати доцільним і економічно вигідним, так як при рівні цін, що склалися на цей час, капіталовкладення окупляться приблизно за 5-6 років.

					4KB 07 011.009.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ВИСНОВКИ

Основним завданням дослідження було виявлення та оцінка ефективності теплових насосів в контексті енергоефективності житлових будинків. Використання теплових насосів є перспективним напрямком у зниженні енерговитрат, що особливо актуально в умовах зростання цін на енергоносії та підвищення вимог до екологічної безпеки.

Розгляд сучасних тенденцій використання теплових насосів у світовій практиці показав, що вони набувають все більшого значення в забезпеченні тепlopостачання будівель. Основні переваги теплових насосів включають високу ефективність, економічність та екологічну чистоту. Використання таких систем дозволяє значно знизити витрати на енергію, оскільки вони здатні перетворювати низькопотенційне тепло в високопотенційне з мінімальними витратами електроенергії.

Проаналізувавши конструктивні рішення та принципи роботи різних типів теплових насосів, було виявлено, що найбільш ефективними є ґрунтові та водяні теплові насоси, які використовують стабільні джерела тепла. Повітряні теплові насоси, незважаючи на їх нижчу ефективність при низьких температурах, також мають значний потенціал для застосування, особливо в умовах, де інші типи насосів не можуть бути встановлені через геологічні обмеження.

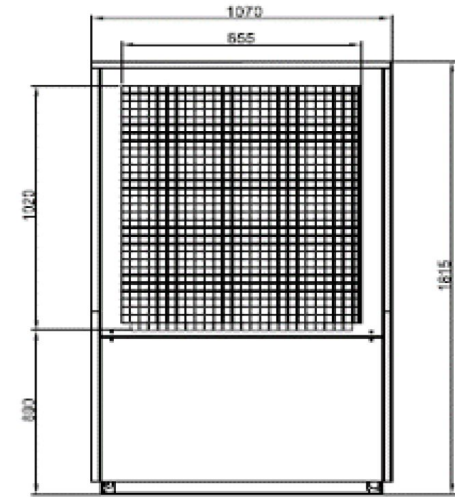
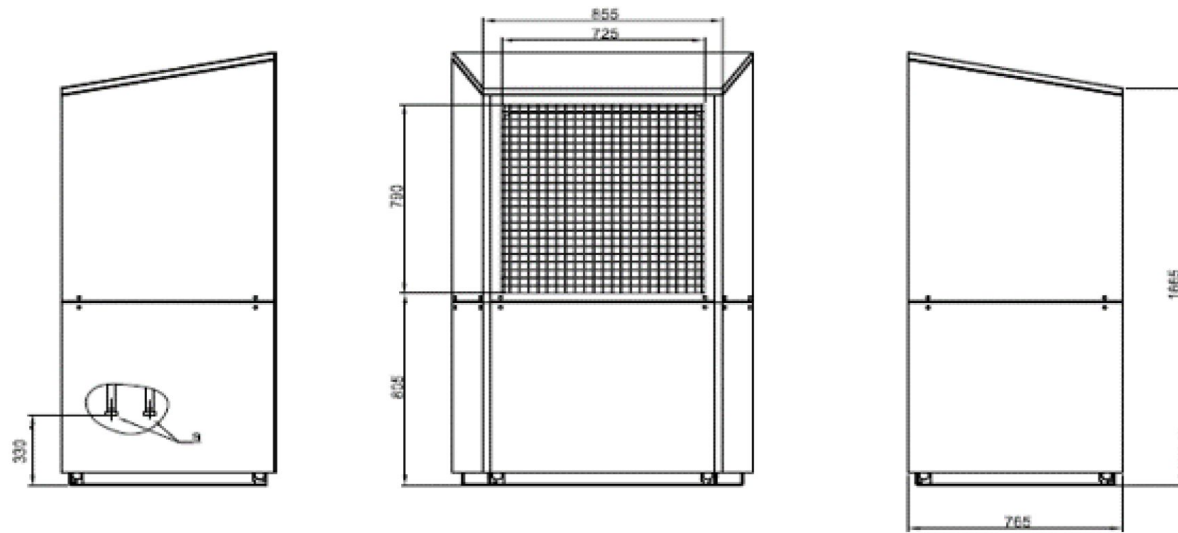
Дослідження показало, що правильно спроектовані системи опалення з використанням теплових насосів можуть забезпечити значні економічні та екологічні вигоди. Наприклад, застосування моновалентних та бівалентних систем опалення дозволяє оптимізувати роботу теплових насосів у різних кліматичних умовах. Крім того, інтеграція теплових насосів із системами вентиляції та кондиціонування повітря підвищує їх загальну ефективність та

					4KB 07 011.000.ДП.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

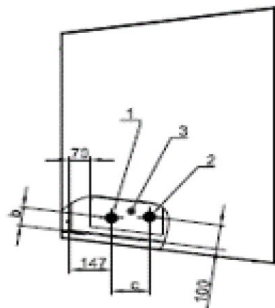
комфортність для користувачів.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що впровадження теплових насосів у житлових будинках є доцільним і ефективним заходом з точки зору енергозбереження та підвищення екологічної безпеки. Використання таких систем сприяє зниженню споживання викопних палив, зменшенню викидів парникових газів та покращенню екологічної ситуації. Теплові насоси мають великий потенціал для широкого впровадження в Україні, що потребує підтримки на державному рівні та розробки відповідних нормативних документів для стимулювання їх використання.

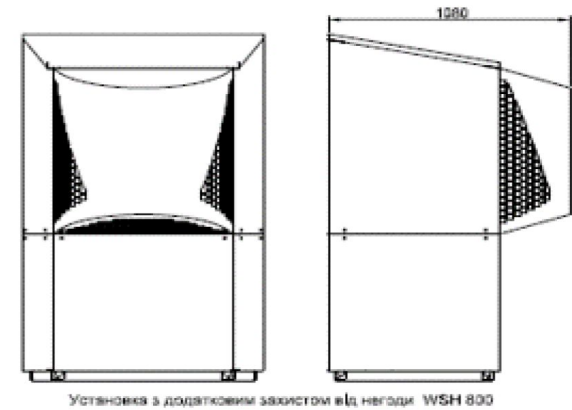
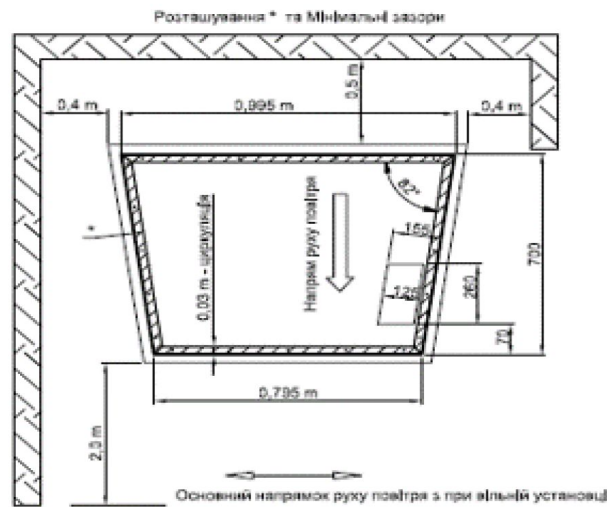
					4KB 07 011.000.ДП.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



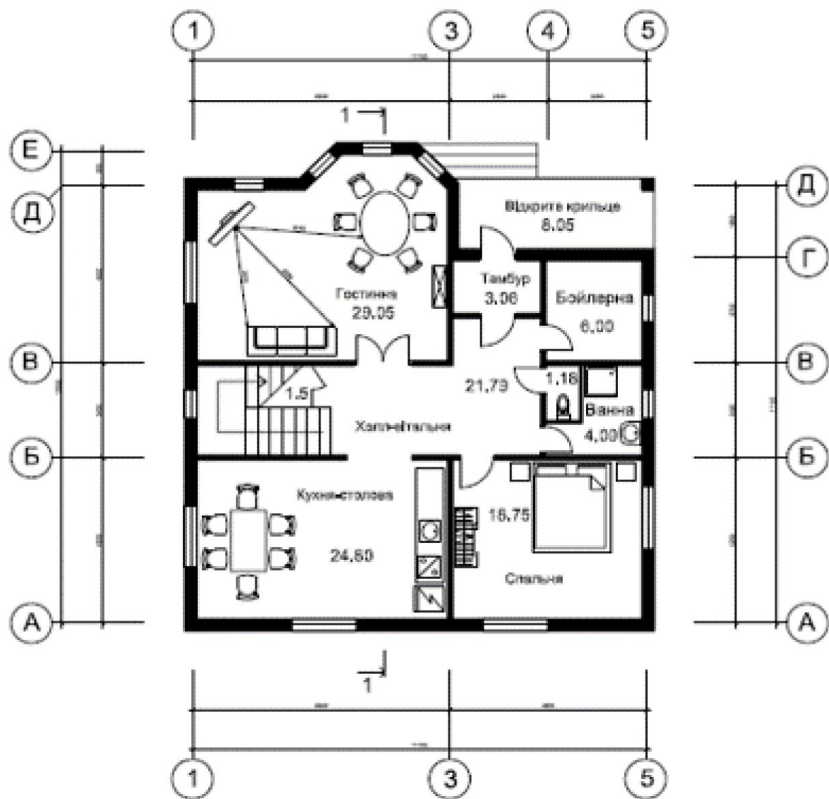
	LA 22TBS	LA 26TBS
a	G 1 1/4"	G 1 1/2"
b	75	65
c	135	140



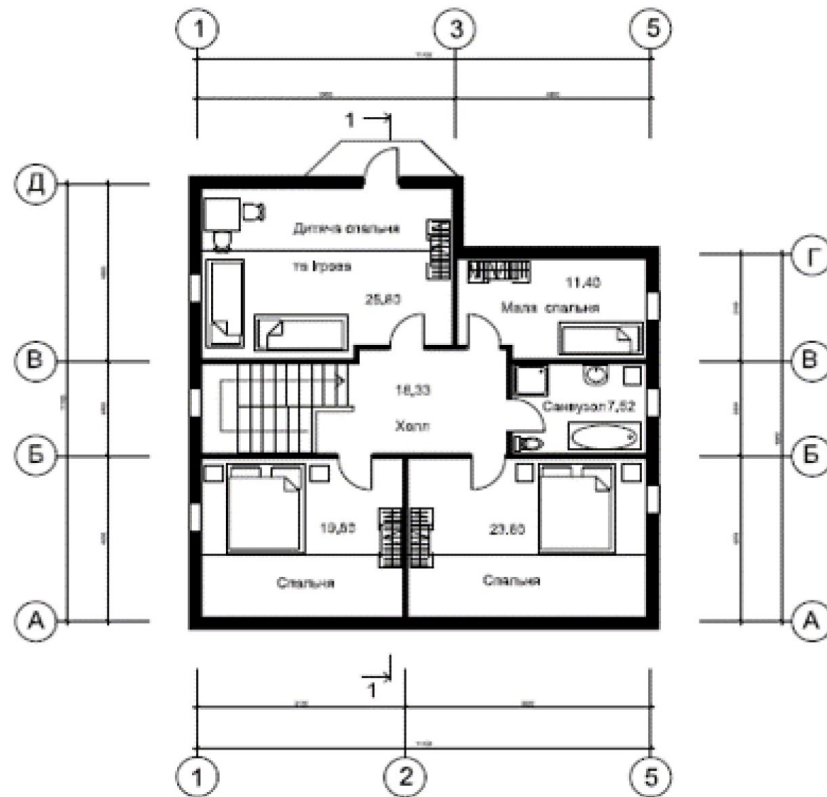
- 1 - Поддача гарячого теплоносія / Вихід з теплового насоса /
LA22TBS - G 1 1/4" Зовнішня рьомба
LA26TBS - G 1 1/2" Зовнішня рьомба
- 2 - Повернення гарячого теплоносія / Вхід з теплового насоса /
LA22TBS - G 1 1/4" Зовнішня рьомба
LA26TBS - G 1 1/2" Зовнішня рьомба
- 3 - Підвід живлення та ввід конденсату



КВ 07.011 001.ДП СБ				Лист	Масштаб
Зм.	Арс.	№ доум.	Підпис	Дата	1:50
Розробив	Ля				
Перевірив					
Т.контр.	Вольська С.В.				Аркуш 3
Н.контр.	Вольська С.В.				ВСП "ОТФК ОНТУ"
Затв.	Беріан І.В.				гр. КВ - 07

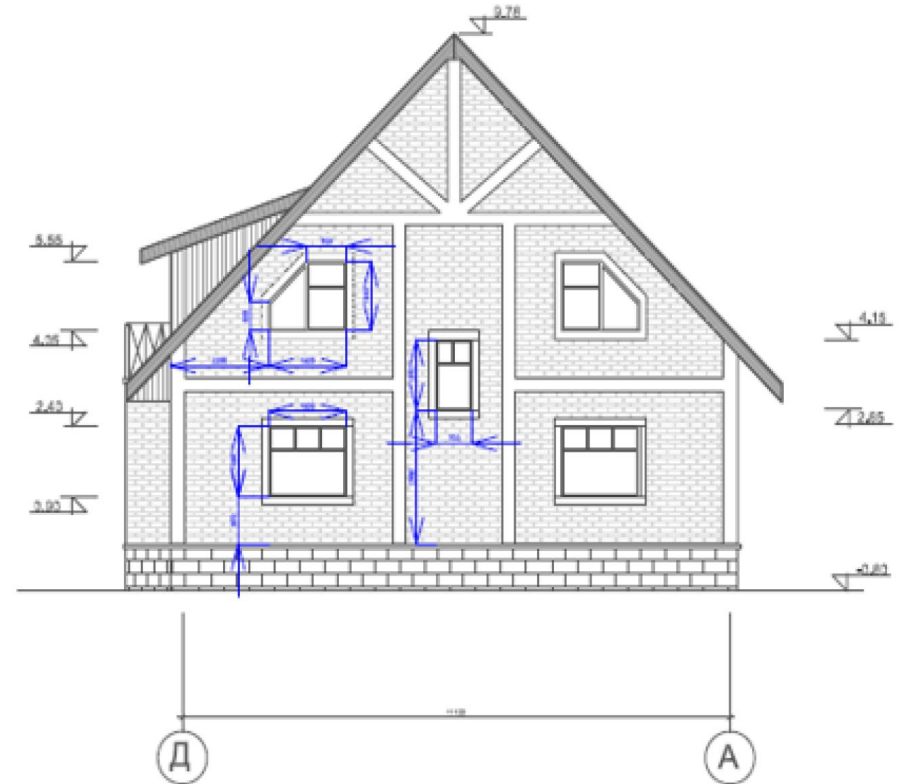
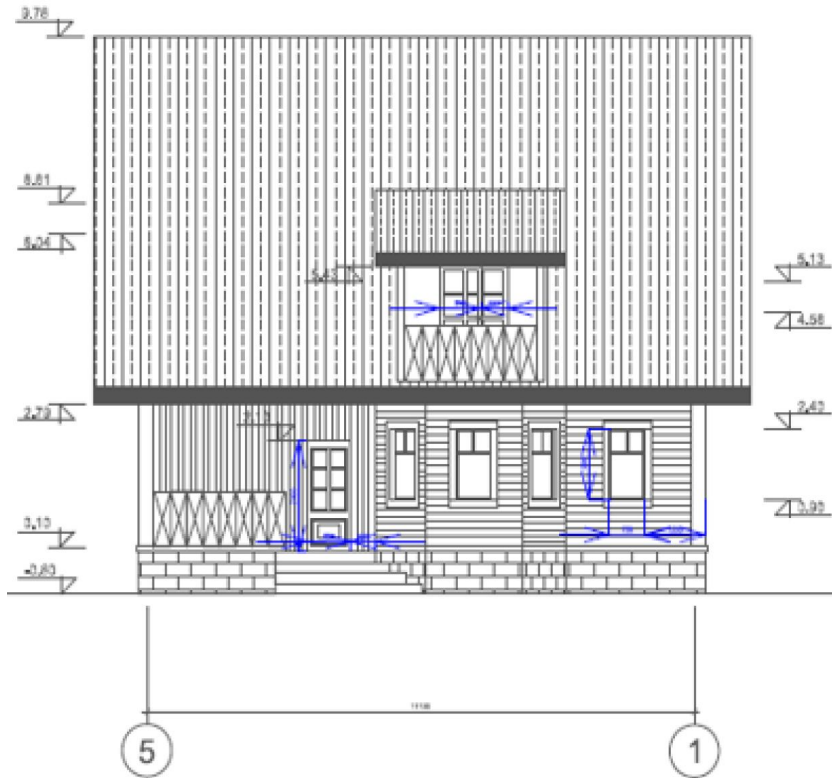


Загальна площа 1-го поверху - 106,54
 Житлова площа 1-го поверху - 47,60



Загальна площа 2-го поверху - 106,25
 Житлова площа 2-го поверху - 60,40

				КВ 07.011 002.ДП СБ			
Зм. АРС	№ доум.	Підпис	Дата	План будівлі	Літ.	Мас.	Масштаб
Розробив	Ля О.В.				у		1:200
Перевірив					Арх. 2	Арх. 3	
П.контр.	Вольниць С.В.				ВСП "ОТФК ОНТУ" гр.КВ - 07		
Н.контр.	Вольниць С.В.						
Затв.	Беріан І.В.						



				КВ 07.011 003.ДП СБ			
Взм. АРС.	№ докум.	Підпис	Дата	План будівлі	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Пл.				у		1:200
Т.контр.	Вольницька С.В.			Архив	3	Архив	3
Н.контр.	Вольницька С.В.			ВСП "ОТФК ОНТУ"			
Затв.	Беріанка І.В.			гр.КВ - 07			

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016390825

Дата перевірки:
27.06.2024 12:16:45 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.06.2024 12:23:33 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4KB-07 Лях О

Кількість сторінок: 70 Кількість слів: 11355 Кількість символів: 86103 Розмір файлу: 957.14 KB ID файлу: 1016203826

21.6% Схожість

Найбільша схожість: 13.6% з інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/1970f9f8-546d>)

21.6% Джерела з Інтернету

585

Сторінка 72

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

156

ВІДГУК

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Ляха Олександра Валерійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Тема: Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204
м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Лях Олександр дипломний проект виконав згідно завданню.

ДП складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Лях Олександр над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Ляха Олександра задовільна. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування систем кондиціонування та вентиляції повітря» в цілому показав задовільні результати навчання, більше зацікавленості проявляв до дисциплін гуманітарного циклу.

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

Здобувач освіти Лях Олександр Валерійович працюючи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Ляха Олександра Валерійовича отримав освітньо-професійний рівень фаховий молодший бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – технік-механік з обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря.

Оцінка розрахункової частини	<u>4</u>
Оцінка графічної роботи	<u>4</u>
Загальна оцінка	<u>4</u>

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Жупанов Іван Анатолійович

Місце роботи і посада керівника проекту: завідувач слюсарно-електромонтажної майстерні ВСП «ОТФК ОНТУ»

«14» червня 2024 р.

Підпис 

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента

Ляха Олександра Валерійовича
(прізвище, ім'я і по батькові)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Керівник дипломного проекту

Жупанов І.А.

Тема дипломного проекту: Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 79 сторінок

Обсяг графічної частини проекту 3 аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проект «Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл.», виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріала на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

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

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

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

Якість виконання пояснювальної і записки і графічної частина добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Обґрунтування і вибір сучасних теплових насосів Vaillant AroTherm VWL 55/2 A 230 V

2. Застосування в якості холодильного агенту сучасного озонобезпечного хладону R454B

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

Для теплового розрахунку прийняті максимальні теплоприпливи, при яких необхідно застосовувати систему з акумулятором холоду для зниження теплового навантаження.

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

Прізвище, ім'я, по батькові

Олександр Кошляк Валерій

Місце роботи і посада рецензента

директор, ТОВ "Арбат насос"

« 20 » 04. 24



Підпис

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

Ми, що нижче підписалися,

Лях Олександр Валерійович,
здобувач освіти гр. 4КВ-07, та

Жупанов Іван Анатолійович,
керівник дипломного проекту,

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

«Розробка системи енергозбереження для Таун хаузу площею 204 м.кв. на основі теплового насосу, м. Ізмаїл» (автор роботи – Лях О.В., керівник роботи – Жупанов І.А.)

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.

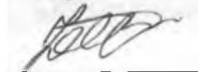
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Лях О.В. /

Керівник



/ Жупанов І.А. /

«10» червня 2024 р.