

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

Спеціальність 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП «Монтаж і обслуговування

Систем кондиціювання повітря і  
вентиляцій»

Група: 4 КВ - 06

# Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

КВ06.011 000 ДП

**СІМІНЕНКА МИХАЙЛА  
ЮРІЙОВИЧА**

м. Одеса  
2023

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

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОП: «Монтаж і обслуговування систем  
кондиціювання і вентиляції повітря»  
Група 4КВ – 06

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**КВ 06. 010. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:

**Розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м<sup>2</sup>., Київська обл.**

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Сімінєнко М.Ю.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Торба С.Г.)

**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 циклової комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням \_\_\_\_\_ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_  
Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ Куриленко В.О.

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

Дата видачі завдання  
«20» лютого 2023 р.  
Дата закінчення проекту  
«01» липня 2023 р.

Затверджую  
Заступник директора з НВР  
Беркань Іг.В.  
“20” лютого 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

Прізвище, ім'я та по батькові: Сіміненко Михайло Юрійович  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Монтаж та обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту: Розробка системи кондиціонування і вентиляції повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м<sup>2</sup>., Київська обл.

Стверджена наказом по коледжу від «17» 10 2022 р. № 235-А2-ОД  
Вихідні дані для проекту: Температура навколишнього середовища 31°C, відносна вологість 52%  
Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Вступ**

**1. Загальна частина**

- 1.1 Вихідні дані проекту
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

**2. Технологічна частина**

- 2.1 Характеристика комфортного стану повітря об'єкту завдання

**3. Розрахунково-конструкторська частина**

- 3.1 Розрахункові дані проекту
- 3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 3.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 3.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 3.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 3.6 Побудова в d,h- діаграмі процесів обробки повітря
- 3.7 Розрахунок і вибір обладнання припливної установки
- 3.8 Розрахунок основного холодильного обладнання

**4. Організаційна частина**

- 4.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря
- 4.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря

## 5. Економічна частина

## 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

## 7. Використана література

### Графічна частина

Графічний Аркуш 1. Аксонометрична схема повітророзподільної мережі системи кондиціювання або холодопостачання

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціювання і вентиляції повітря

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

### Графік виконання проекту

| Зміст                                   | Термін виконання |
|-----------------------------------------|------------------|
| 1. Загальна частина                     | 22 ÷ 23.05.2023  |
| 2. Технологічна частина                 | 24 ÷ 25.05.2023  |
| 3. Розрахунково-конструкторська частина | 26 ÷ 05.06.2023  |
| 4. Організаційна частина                | 06.06.2023       |
| 5. Аркуш 1, 2                           | 07 ÷ 09.06.2023  |
| 6. Економічна частина                   | 10 ÷ 12.06.2023  |
| 7. Аркуш 3                              | 13.06.2023       |
| 8. Охорона праці                        | 14.06.2023       |
| Попередній захист                       | 15.06.2023       |
| Захист дипломного проекту               | 22 ÷ 30.06.2023  |

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022 р.

Голова комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Торба С.Г.)

| Позиція |  | Найменування            |  |  | Кількість | Примітка |  |  |
|---------|--|-------------------------|--|--|-----------|----------|--|--|
| 1       |  | Зовнішній блок системи  |  |  | 1         |          |  |  |
|         |  | кондиціювання повітря   |  |  |           |          |  |  |
| 2       |  | Внутрішній блок системи |  |  | 10        |          |  |  |
|         |  | кондиціювання повітря   |  |  |           |          |  |  |
| 3       |  | Установка вентиляції    |  |  | 3         |          |  |  |
| 4       |  | Система повітропроводів |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |
|         |  |                         |  |  |           |          |  |  |

[illegible]

|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Перв. примен. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Справ. №      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подп. и дата  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Инв. № дубл.  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Взам. инв. №  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подп. и дата  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Инв. № подл.  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# ЗМІСТ

**Вступ**

**1 Основні вихідні дані**

**1.1. Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання. Характеристика будівельних конструкцій об'єкту.**

**1.2. Вихідні дані. Вибір параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря згідно ДБНУ.**

**1.3. Техніко – економічне обґрунтування вибору типу систем кондиціювання**

**2 Технологічна частина**

**2.1 Характеристика комфортного стану повітря**

**2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму в приміщеннях**

**3 Розрахункова конструкторська частина**

**3.1 Розрахункові дані**

**3.2 Розрахунок теплоприпливів для літнього та зимового періоду**  
 Теплоприпливи крізь огорожуючі конструкції, двері і вікна.  
 Теплоприпливи від сонячної радіації крізь огорожуючі конструкції  
 Теплоприпливи від інфільтрації повітря  
 Теплоприпливи від технологічного обладнання.  
 Теплоприпливи від людей  
 Теплоприпливи від повітря, що вентилується.

**3.3 Розрахунок вологоприпливів для літнього та зимового періоду**  
 Вологоприпливи від технології і обладнання.  
 Вологоприпливи від людей.  
 Вологоприпливи від повітря, що вентилується та інфільтрації

**3.4 Система кондиціювання повітря з однією рециркуляцією повітря для літнього та зимового періоду**  
 Побудова в d, h – діаграмі тепло-вологісних процесів обробки повітря з однією рециркуляцією для теплого і холодного періоду  
 Розрахунок загальної витрати повітря  
 Розрахунок витрати припливного повітря

|          |           |          |       |      |                                                                                                                        |      |        |  |  |  |
|----------|-----------|----------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--|--|--|
|          |           |          |       |      | КВ06.011 000 ДП ПЗ                                                                                                     |      |        |  |  |  |
| Изм.     | Лист      | № докум. | Подп. | Дата |                                                                                                                        |      |        |  |  |  |
| Разраб.  | Сімінєнко |          |       |      | Розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м2., Київська |      |        |  |  |  |
| Пров.    | Торба     |          |       |      |                                                                                                                        |      |        |  |  |  |
| Н.контр. | Волянська |          |       |      |                                                                                                                        |      |        |  |  |  |
| Утв.     | Беркань   |          |       |      |                                                                                                                        |      |        |  |  |  |
|          |           |          |       |      | Лит.                                                                                                                   | Лист | Листов |  |  |  |
|          |           |          |       |      | ВСП ОТФК ОНАХТ<br>гр.4КВ-04                                                                                            |      |        |  |  |  |

ГОСТ 2.104-68 Форма 2
Копировал
Формат А4

## Складання структурної схеми обробки повітря

Розрахунок кількості витрати теплоти (холоду) та вологи

3.5 Визначення навантаження на компресор і випарник

3.6 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

3.7 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок

3.8 Тепловий розрахунок і вибір компресора

3.9 Тепловий розрахунок і вибір конденсатора

3.10 Тепловий розрахунок і вибір випарника

3.11 Розрахунок і вибір допоміжного устаткування

4. Організаційна частина

5 Економічний розрахунок

6 Охорона праці та протипожежні заходи

7 Перелік використаних джерел

|             |              |              |              |              |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
|             |              |              |              |              |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

КВ06.011 000 ДП ПЗ

Лист



## ВСТУП.

Протягом декількох останніх років в секторі житлової нерухомості набув популярності новий вид житла, який називається таунхаус. Слід зазначити, що перші таунхауси почали будуватись в Україні ще в 2000-х роках, але в ті часи така нерухомість зустрічалася дуже рідко і мало кого цікавила. В цей же час для жителів європейських країн таунхауси були вже звичним поняттям. Наприклад, в країнах Балтії міські споруди такого типу почали будуватися ще в кінці 19-го століття. Але в ті далекі часи будинки такого типу будувалися виключно для аристократичного суспільства і заможних мешканців.

Зовсім інший формат отримали таунхауси як житло в нашій країні. Сьогодні житло в таких будівлях найчастіше відноситься до класу “економ” і значно рідше вважається елітною нерухомістю. Однак і тут бувають винятки – на ринку висувуються й пропозиції для багатих людей.

В країнах Європи люди вже давно прагнуть жити у власному будинку, оскільки це більш комфортно і затишно на відміну від проживання в багатоповерхівці. Якщо при цьому вдається значно здешевити проект приватного будинку, тоді вигода буде ще більшою. Для зменшення вартості найпопулярнішим вважається рішення, коли будинки з’єднуються з двох сторін з такими ж сусідніми будинками. Це дозволяє комфортно почувати себе на земельній ділянці незначного розміру. Ось внаслідок таких міркувань і почали з’являтися перші таунхауси, що містять по декілька з’єднаних між собою приватних будинків.

Щодо планування приміщень такої будівлі, тут все більш-менш стандартно. Перший поверх містить велику вітальню та кухню. Крім цього на першому поверсі є туалет і котельня (технічне приміщення). Другий поверх містить дві або три кімнати і ванну. З однієї кімнати може бути також вихід на балкон. Іноді в таунхаусах використовується ще й третій поверх у якості

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 000 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

допоміжного або технічного приміщення, хоча все частіше його переробляються в мансардну кімнату для відпочинку.

Як свідчить статистика та й підтверджують самі забудовники, покупцями таунхаусів сьогодні в основному є матеріально забезпечені молоді сім'ї. Такому житлу віддають перевагу й іноземці, що гостюють в Україні. Основна причина обрання цього типу житла молодими сім'ями – необхідність в соціалізації життя та одночасне зближення з природою. Враховуючи те, що приватний будинок представляє собою закриту територію, на якій немає інших людей і сусідів, спілкування можливе лише в сімейному колі. Цю проблему частково виправляє таунхаус, оскільки сусіди живуть з двох сторін за стіною, та й власне подвір'я, якщо воно є, теж межує з сусідніми.

Ціна таунхаусів може значно відрізнятися залежно від області та віддаленості від центру великого міста. Вартість такого житла в Києві змінюється від 800 до 1800 доларів за метр квадратний. На значній віддалі від Києва ціна таунхауса зменшується до 500 – 700 доларів за квадратний метр. Дещо менші ціни на житло такого типу в інших обласних центрах.

Найчастіше житло такого типу можна побачити в передмістях і на околицях Києва, Львова, Дніпра, Тернополя, Запоріжжя та інших обласних центрів. Тут вартість землі значно менша, ніж в наближених до центру районах, тому більш вигідно для забудовників споруджувати квартирні багатоповерхівки.

Вартість таунхаусів майже завжди складається з вартості самого будинку, підключення інженерних мереж і невеличкої земельної ділянки під будинком. Якщо навіть біля таунхаусу є власне подвір'я, його розміру зазвичай достатньо лише для розміщення мангалу, столика і декількох крісел. Посадити дерево або спорудити клумбу на такому подвір'ячку вже не вийде.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 000 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Слід пам'ятати, що при купівлі таунхаусу потрібно завжди підписувати дві угоди – на сам будинок і на землю, оскільки без права власності на землю таунхаус буде вважатись квартирою.

Основною перевагою такого житла, без сумніву, є вигідне екологічне становище. За межами великих міст завжди чистіше повітря, тут менше шуму та інших шкідливих чинників. Молоді сім'ї обирають таке житло в першу чергу тому, що їхні діти зможуть дихати чистим повітрям, на значній відстані від галасу і пилу.

Ще одна перевага таунхаусів – незалежність в оплаті комунальних послуг. Справа в тому, що такі будиночки мають лічильники газу, електроенергії та води, тому платити потрібно лише за те, що було використано. Та й опалення можна вмикати на потрібну температуру, незалежно від сусідів.

Іншими словами, таунхаус – це своєрідне компромісне рішення для тих, хто віддає перевагу приватному будинку в місті. Купівля такого будинку – можливість отримати власне житло з невеличкою присадибною ділянкою та сусідами, які живуть лише зліва і справа. Однак, на великій відстані від міст в Україні таунхауси поки що не набули популярності. Такому житлу віддають перевагу лише на відстані 5 – 15 км від міста.

Досить часто території біля таунхаусів мають спеціальні парковки, на яких власники житла можуть залишати свій транспорт, та дитячі майданчики. Що стосується кафе, лікарні, пошти, дитсадка і школи – вся ця інфраструктура тут недоступна і вимагає поїздки в місто. Це створює певні незручності.

Щодо утримання таунхаусу, воно буде обходитись дорожче, ніж аналогічні за площею квартири, адже оплата послуг охорони і благоустрою розподіляється порівну між жителями, яких буде значно менше, ніж в квартирній багатоповерхівці. За прибирання території, охорону і вивіз сміття власникам таунхаусів інколи доводиться сплачувати до 700 – 900 грн в

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 000 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

місяць. Та й кількість газу для опалення потрібна буде більша ніж у квартирі, оскільки сусіди будуть “підігрівати” тільки з двох сторін.

Темою дипломного проекту передбачено розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря для таунхаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м2., Київська обл..

Актуальність теми обґрунтована кількістю нових житлових квадратних метрів, які будуються у цьому регіоні, не зважаючи на воєнний стан.

Кліматичн характеристики наведені у розділі Вихідні дані.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 000 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

# 1.ОСНОВНІ ВИХІДНІ ДАНІ ПРОЕКТУ

## 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання. Характеристика будівельних конструкцій об'єкту.

Завданням на проект передбачено розробку системи кондиціювання і вентиляції повітря для таунхаусу на п'ять дворівневих квартир загальною площею 630 м.кв., Київська обл.. Таунхаус представляє собою двоповерхову будівлю з п'яти блоків. Будівля цегляна із залізобетонними плитами покриття та міжповерхового перекриття. Підвал під будівлею передбачається. Дах двоскатний. На горищі передбачено технічне приміщення, яке не опалюється та не охолоджується і призначене для розташування вузлів комунікацій взагалі та основних блоків кліматичного обладнання, тощо.

Плани поверхів таунхаусу показаний на рис..1.1

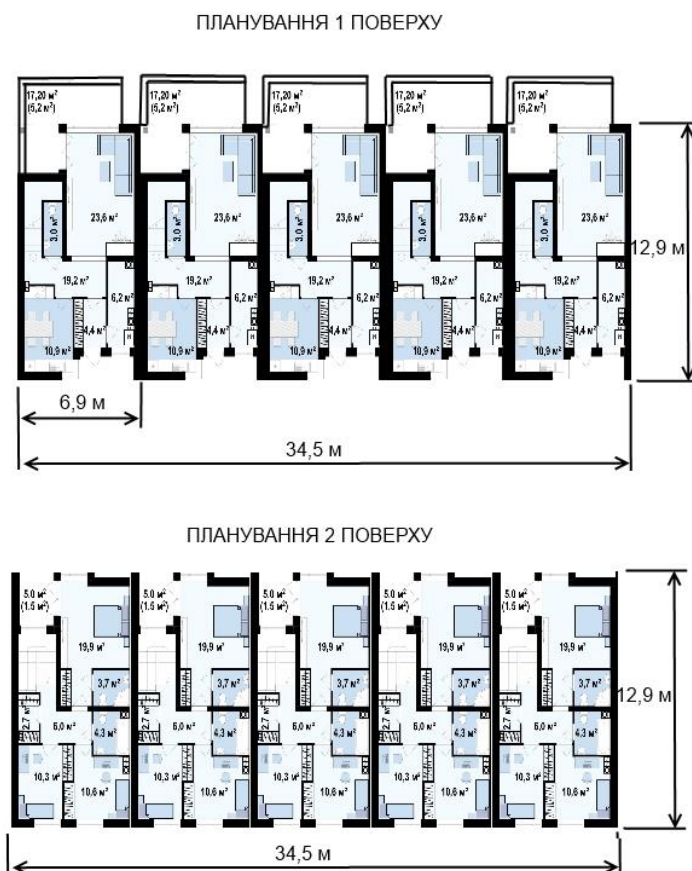


Рис.1.1 План першого та другого поверхів таунхаусу на 630 м<sup>2</sup>

|      |      |          |        |      |                    |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|--|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |  |      |

Як видно на малюнках 1.1, обидва поверхи мають мінімум нежилої площі, тому спец обладнання можливо встановити виключно на технологічному поверсі під стріхою будівлі.

Несучі конструкції даху металеві і дерев'яними елементами для монтажу безпосередньо покрівлі з профільованого настилу. Дах утеплюється пінопластом полістирольним, який при потраплянні води не змінює своїх властивостей.

Фундамент будівлі стрічковий. Тип будівлі – безкаркасний. Сходові марші дерев'яні на металевому каркасі.

Подача свіжого повітря через СКіВП (систему кондиціонування і вентиляцію повітря) передбачена примусова із частковою рециркуляцією. На кожному поверсі передбачені вікна у приміщеннях найчастішого використання. Це дає можливість періодичного природного провітрювання.

Стіни будинку утеплені мінеральною ватою товщиною 100 мм та обліковані облицовальною цеглою товщиною 120 мм, мають структуру, показану на мал.1.2



Мал.1.2 Структура зовнішньої стни.

Гідроізоляція стін від фундаменту виконана гідроізолем на гідрофобній мастиці. Товщина зовнішніх стін 380 мм, внутрішніх стін 240 мм, внутрішніх перегородок 120 мм. Кладка цегли на цементному розчині із додаванням клейових сумішей для підвищення еластичності розчину та запобігання розтріскуванню. Вікна металопластикові енергоефективні. Зовнішня

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

поверхня лицевальної цегли не штукатуриться та не фарбується, має природній колір червоної опаленої глини.

Колір профнастилу покрівлі обирає заказник або забудовник. Вентиляційні канали сховані під підвішеною або натяжною стелею, жорсткі, прямокутного перетину, відповідного розміру.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 1.2 Вихідні дані. Вибір параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря згідно ДБН.

У ДБН В.2.5-67

:2013 "Опалювання, вентиляція і кондиціонування" точно регламентовані діапазони температурних показників повітря для окремих сезонів року і для різних умов мікроклімату в житлових і громадських будівлях. Причому прийнято, що в період опалювального сезону для житлових будівель приймаються допустимими оптимальні (і підвищено оптимальні в окремих приміщеннях) умови мікроклімату. Допустимі умови мікроклімату прийнятні для громадських приміщень, адміністративних приміщень, де немає постійного перебування людей.

Також параметри мікроклімату і санітарно-епідеміологічні вимоги, у тому числі нормативні температурні показники для житлових будівель, відображені в ДСТУ Б EN 15251, ДСТУ Б EN ISO 7730, ГОСТ 12.1.005, і інших нормативних документах.

Виробники кліматичного обладнання дають такі оптимальні та допустимі параметри повітря у приміщеннях в залежності від його призначення:

| Нормы температуры воздуха в квартире |               |              |
|--------------------------------------|---------------|--------------|
| Тип помещения                        | Оптимальная t | Допустимая t |
| жилая комната                        | 20-22°C       | 18°C         |
| кухня                                | 22-23°C       | 20°C         |
| туалет                               | 19-21°C       | 18°C         |
| ванная                               | 24-26°C       | 18°C         |
| домашний рабочий кабинет             | 20-22°C       | 18°C         |
| межквартирный коридор                | 18-20°C       | 16°C         |
| вестибюль, лестничная клетка         | 16-18°C       | 12°C         |
| кладовые                             | 16-18°C       | 14°C         |

Оскільки у приміщеннях таунхаусу знаходяться фанкойли, що здійснюють доведення температури до оптимального рівня з врахуванням індивідуальних побажань користувача, приймається усереднена температура, на яку відпрацьовує обладнання.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



Для затишної і приємної атмосфери житлових приміщень досить дотримуватися показників 22-25 °С в літній час, і 20-22 °С в холоди.

Нежитлові приміщення будинків (коридори, вітальні, передні) повинні мати такі параметри – 17-19 °С. На кухні допустима температура становить від 15 °С, оскільки тут повітря прогрівається ще від плити. В іншому випадку, буде дуже жарко.

Користуватися ванною кімнатою з комфортом можна при 25 °С. Температура нижче встановленої межі небажана з-за високого рівня вологості, при цьому, найбільш сильно відчувається вогкість.

Оптимальна характеристика для спальні – не більше 18 °С, а для дитячих приміщень цей параметр складає в районі 23-24 °С, особливо, якщо проживає немовля. Але якщо малюк великий, можна знизити температуру на кілька градусів. В туалеті допустимо підтримувати 20 °С, а в коморах і вестибюлях – від 12 до 18 °С.

Важливо! Встановлено лише мінімальна межа температури в житлових приміщеннях – +18 °С. При цьому, верхній поріг кожен визначає самостійно, в залежності від свого рівня комфорту.

Відносна вологість в зимовий період підтримується на рівні 30-45%, в літній період – 60-65%.

Регіон будівництва знаходиться у Київській області, Україна. За довідниковими даними приймається:

- Розрахункова літня температура +31 °С;
- Розрахункова літня відносна вологість 52%;
- Розрахункова зимова температура -21 °С;
- Розрахункова зимова відносна вологість 82%.

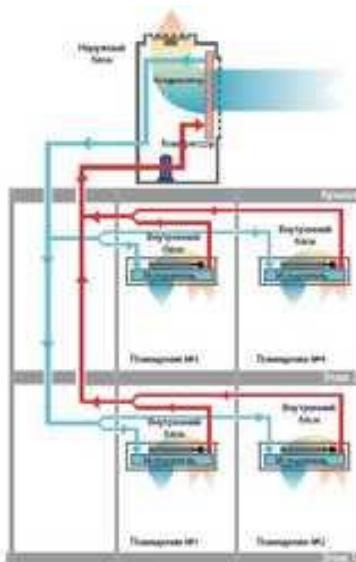
|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 1.3 Техніко-економічне обґрунтування вибору типу СКіВП.

Запропонований проект таунхаусу є типовим та може використовуватись для забудови у районах з необхідністю бюджетного житла. Кімнати розташовані таким чином, що кількість «нежитлових» метрів квадратних мінімальна і робити кондиціювання та вентиляцію поверхів автономними нема а ні потреби, а ні можливості. Тому рекомендовано встановити мультзональну кліматичну систему.

Мультизональна система - це система кондиціювання повітря, інвенторного типу, яка дозволяє створювати різні параметри мікроклімату в окремих приміщеннях будівлі. Число температурних зон в одній системі може сягати 60 при одному чи декількох зовнішніх блоках.

Не рідко мультизональні системи ще називають VRV (Variable Refrigerant Volum) або VRF (Variable Refrigerant Flow) системами, що в перекладі з англ. мови означає «змінюваний обсяг холодоагенту» або «змінюваний потік холодоагенту» відповідно, що по суті одне й те саме. Принципова схема показана на мал.1.4.



Мал.1.4 Принципова схема VRV/VRF систем

Мультизональна система кондиціювання складається з одного або, в деяких випадках, декількох зовнішніх блоків і великої кількості внутрішніх блоків, які можуть бути різних типів і потужностей. Зовнішній блок з'єднується з

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

внутрішніми блоками фреоновими магістралями. Компресор, розташований в зовнішньому блоці VRF системи, стискає фреон, який надходить туди в пароподібному стані. Потім стислий холодоагент трасами подається в теплообмінник, який може бути як з повітряним, так і з водяним охолодженням. Вентилятор обдуває теплообмінник, завдяки чому, фреон охолоджується, переходячи в рідкий стан. Після цього охолоджений холодоагент (0-15 °C) надходить в розгалужувачі-рефнети, де його потік ділиться і фреоновими магістралями подається до внутрішніх блоків системи. Внутрішні блоки мають дросель-клапан, який регулює необхідну кількість фреону в поточний період. Далі холодоагент подається на випарник, який обдувається повітрям, що забирається з приміщення, яке обслуговується. Внаслідок, фреон кипить і спрямовується в компресор.

Мультизональна система може бути дво- або тритрубна. Двотрубна VRF система може бути застосована для змінного охолодження або підігріву повітря в приміщеннях, а тритрубна система дає можливість одночасно в одних приміщеннях охолоджувати повітря, а в інших нагрівати його.

Використання блочного будівництва для створення таких об'єктів, як даний таунхаус практично неможливе. Будівля безкаркасна. Тому оптимальним будівельним матеріалом є червона цегла на цементному розчині, які виробляються безпосередньо у Миколаївській області, тому витрати на транспортування будматеріалів мінімальні.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | КВ06.011 001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## **2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.**

### **2.1 Характеристика комфортного стану повітря.**

Розвиток урбанізації населення незмінно призводить до того, що людина змушена проводити більшу частину свого часу в замкнутих просторах житлових і адміністративних будівель. Сприятливі параметри мікроклімату виявляють безпосередній вплив на здоров'я і працездатність людей, створюють комфортні умови життєдіяльності будинку і в громадських місцях.

Поняття про мікроклімат складається із сукупності теплофізичних, метеорологічних і сезонних кліматичних факторів, що тривале і регулярне вплив на людину в закритому приміщенні житлових і громадських будівель. Мікрокліматичні параметри, що виходять за рамки гранично допустимих величин, призводять до дисбалансу функціонування з боку імунної, дихальної, серцево-судинної і центральної нервової системи, діяльності потових залоз, м'язового тону.

Особливості та характеристики мікрокліматичних умов залежать від:

- температурного режиму в кімнаті;
- відносної вологості повітряних мас;
- інтенсивності переміщення повітряних потоків;
- насиченості теплового випромінювання від нагрівальних приладів.

Мікроклімат в квартирі обумовлений впливом навколишнього середовища, конструкційними особливостями спорудження будинку, режимом функціонування опалювальної, вентиляційної і кондиціонуючий систем.

Мікроклімат в будинку або заміському котеджі залежить від виду теплоносія і способу розподілу конвекційних потоків від джерела тепла в навколишній простір. Вибір будівельних матеріалів визначає ступінь

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 002 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

повітрообміну і рівень вологості в будинку: дерево і цегла відносяться до «дихаючим» і гігроскопічним матеріалами, тоді як бетон менш екологічний будматеріал.

Класифікація мікрокліматичних режимів в житлових, адміністративних і громадських будівлях різного призначення:

Оптимальний рівень - створює збалансований стан теплообмінного і загального функціонального самопочуття людини протягом усього часу перебування в приміщенні.

Нагрівальний режим - сукупність мікрокліматичних параметрів, що призводять до збою процесів теплопередачі людини і навколишнього середовища. Виявляється у відчутті дискомфорту, посиленому потовиділенні (жарко).

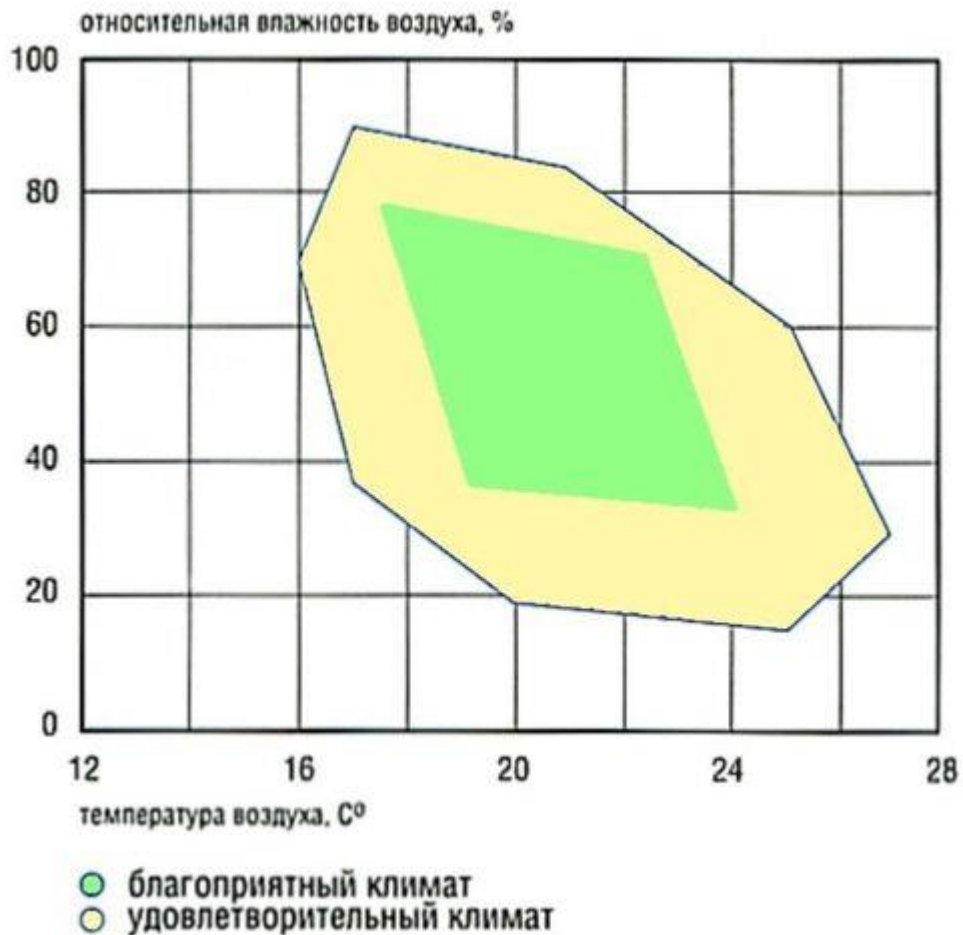
Охолоджуючий режим - сукупність мікрокліматичних показників, що призводять до відчутного дефіциту тепла в організмі людини (холодно).

Вимірювання вологості повітря засноване на процентному співвідношенні двох параметрів - максимально можливе обсязі води в  $1 \text{ м}^3$  повітряних мас при заданому температурному режимі і реальному обсязі вологи в  $1 \text{ м}^3$  повітря. Таким чином визначається відносна вологість, тобто міра насиченості повітряних потоків водяними парами, яка вимірюється побутовим гігрометром.

Рівень вологості в кімнаті надає вагомий вплив на сприйняття людиною холоду, гіпертермії, нестачі кисню, на загальний стан імунітету і витривалість організму. разом з тим оптимальний рівень вологості сприятливий як для кімнатних рослин, так і для збереження дерев'яних меблів, побутової техніки, об'єктів мистецтва і інтер'єру, будматеріалів.

Параметри комфорту показані на мал..2.1

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 002 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |



Мал.2.1 Параметри комфорту у житлових приміщеннях

Гранично дозволені величини відносної вологості повітря в квартирі розрізняються з урахуванням призначення кімнат, сезону, географічного положення, особливостей регіонального клімату і варіюються в межах 30-70%. в опалювальний період цей показник значно нижче, ніж в літній. однак це зовсім не означає, що взимку людині потрібно менше вологи в навколишньому повітрі. нормативи ДСТУ розроблені в першу чергу для проектувальників і будівельників.

Дотримання запропонованих нормативів дозволяє збільшити експлуатаційний термін будівель.

Фахівці рекомендують підтримувати відносну вологість повітря житлових приміщень в межах 40-60%, не залежно від пори року.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 002 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

У виняткових випадках рекомендується значно вплинути на вологість повітря, яка може бути збільшена за допомогою кімнатного зволожувача. наприклад, коли дитина хворіє на ГРВІ, то відносна вологість в його кімнаті повинна бути не менше 70%. це допоможе позбавити малюка від пересихання і свербіння слизової носоглотки.

Межа оптимально допустимих величин швидкості руху повітря в житлових приміщеннях? від 0,1 до 0,4 м / сек.

Оптимальні параметри мікроклімату характеризуються критеріями збалансованого термічного і функціонального стану організму людини, що не викликають загострення реакції терморегуляції протягом усього часу перебування в приміщенні.

Допустимі мікрокліматичні умови - порогові значення параметрів, що викликають у людей стан дискомфорту і активацію механізму терморегуляції. при цьому не відбувається погіршення самопочуття або зниження активності.

Гранично допустимі мікрокліматичні параметри можуть бути встановлені виключно внаслідок вимушених технічних або економічних причин, тимчасово нездатних забезпечити оптимальні величини.

Санпін 2.1.2.2645-10 наказує обов'язкові до виконання санітарно-гігієнічні і епідеміологічні правила, дотримання яких ведеться на всіх етапах розміщення інженерного проекту, будівництва, реконструкції та подальшої експлуатації будівель.

Встановлені вимоги до мікроклімату забезпечують підтримку температурного балансу людини і навколишнього його середовища. отже, впливають на теплове самопочуття людини в процесі життєдіяльності.

Комплексні заходи щодо поліпшення мікроклімату житлових, адміністративних, загальноосвітніх та оздоровчих будівель класифікуються за групами: архітектурно-проектні; санітарно-гігієнічні; профілактичні.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 002 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

При складанні нового архітектурного проекту або реконструкції старої будівлі враховується місце розташування і призначення об'єкта, а також метеорологічні умови конкретного регіону. Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов здійснюється за допомогою природної і механічної вентиляції, установкою приладів опалення, зволоження і кондиціонування повітря, їх регулюванням з урахуванням кліматичних параметрів. Основні способи профілактичних заходів полягають в установці очищувачів і іонізаторів повітряних мас. Кліматичні очищаючі комплекси здатні позбавити від домашнього пилу, дії їдких хімічних речовин, шерсті домашніх тварин і пилку кімнатних рослин, усунути неприємні запахи.

Порушення здорового мікроклімату в першу чергу небезпечно для здоров'я людини. Однак не варто забувати, що надлишок або недолік вологи призводить до деформації меблів, дверей, дорогих підлогових покриттів.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 002 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |



## 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму в приміщеннях.

Сприятливий мікроклімат в квартирі в холодну пору року забезпечується в першу чергу температурним режимом. Санітарно-гігієнічні норми встановлюють такі допустимі параметри в опалювальний сезон: житлова і прохідна кімната? 18-24 ° С; кухня з газовою або електричною плитою? 18-26 ° С; санвузол? 18-26 ° С; передпокій? 16-22 ° С; сходові клітка і міжквартирний коридор? 14-20 ° С; комори і підсобні приміщення? 12-20 ° С. Встановлений оптимальний режим підтримує здорові фізіологічні процеси терморегуляції і відчуття температурного балансу організму людини на рівні 36-37 ° С.

Таблиця 2.1 Параметри мікроклімату житлових приміщень згідно СанПіН (Санітарні правила і норми)

| Период года                                                                   | Наименование помещения                                                                                       | Температура воздуха, °С |               | Относительная влажность, % |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------------------------|----------------------|
|                                                                               |                                                                                                              | оптимальная             | допустимая    | оптимальная                | допустимая, не более |
| Холодный                                                                      | Жилая комната                                                                                                | 20-22                   | 18-24 (20-24) | 45-30                      | 60                   |
|                                                                               | Жилая комната в районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус 31°С и ниже | 21-23                   | 20-24 (22-24) | 45-30                      | 60                   |
|                                                                               | Кухня                                                                                                        | 19-21                   | 18-26         | Не норм.                   | Не норм.             |
|                                                                               | Туалет                                                                                                       | 19-21                   | 18-26         | Не норм.                   | Не норм.             |
|                                                                               | Ванная, совмещенный санузел                                                                                  | 24-26                   | 18-26         | Не норм.                   | Не норм.             |
|                                                                               | Помещения для отдыха и учебных занятий                                                                       | 20-22                   | 18-24         | 45-30                      | 60                   |
|                                                                               | Межквартирный коридор                                                                                        | 18-20                   | 16-22         | 45-30                      | 60                   |
|                                                                               | Вестибюль, лестничная клетка                                                                                 | 16-18                   | 14-20         | Не норм.                   | Не норм.             |
|                                                                               | Кладовые                                                                                                     | 16-18                   | 12-22         | Не норм.                   | Не норм.             |
| Теплый                                                                        | Жилая комната                                                                                                | 22-25                   | 20-28         | 60-30                      | 65                   |
| Примечание: Значения в скобках относятся к домам для престарелых и инвалидов. |                                                                                                              |                         |               |                            |                      |

### 3.РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

#### 3.1 Розрахункові дані.

Завданням до диплому передбачено розробка системи кондиціювання і вентиляції повітря для таунхаусу на чотири дворівневі квартири загальною площею 400 м.кв., Миколаївська обл..

Місто Миколаїв знаходиться у південній кліматичній зоні України і має такі розрахункові параметри:

- розрахункова літня температура 31°C;
- розрахункова літня відносна вологість 52 %;
- розрахункова зимова температура -21°C;
- розрахункова зимова відносна вологість 82 %.

В літній період приймається температура у приміщеннях 22°C, в зимовий період 20°C. Протягом року відносна вологість у приміщеннях має бути у межах 40-60%.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.2 Розрахунок тепло припливів для літнього та зимового періоду.

Таунхаус складається з п'яти однакових квартир. Для розгляду приймається одна квартира, із найбільш напруженим тепловим режимом в силу розташування із західного боку будівлі. Зовнішній вигляд одного блоку таунхаусу показані на рис.3.1 та 3.2.



Рис.3.1 Південний фасад блоку таунхаусу



Рис.3.2 Північний фасад блоку таунхаусу

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Планування поверхів таунхаусу показані на мал. 3.3 (перший поверх та другий поверх).

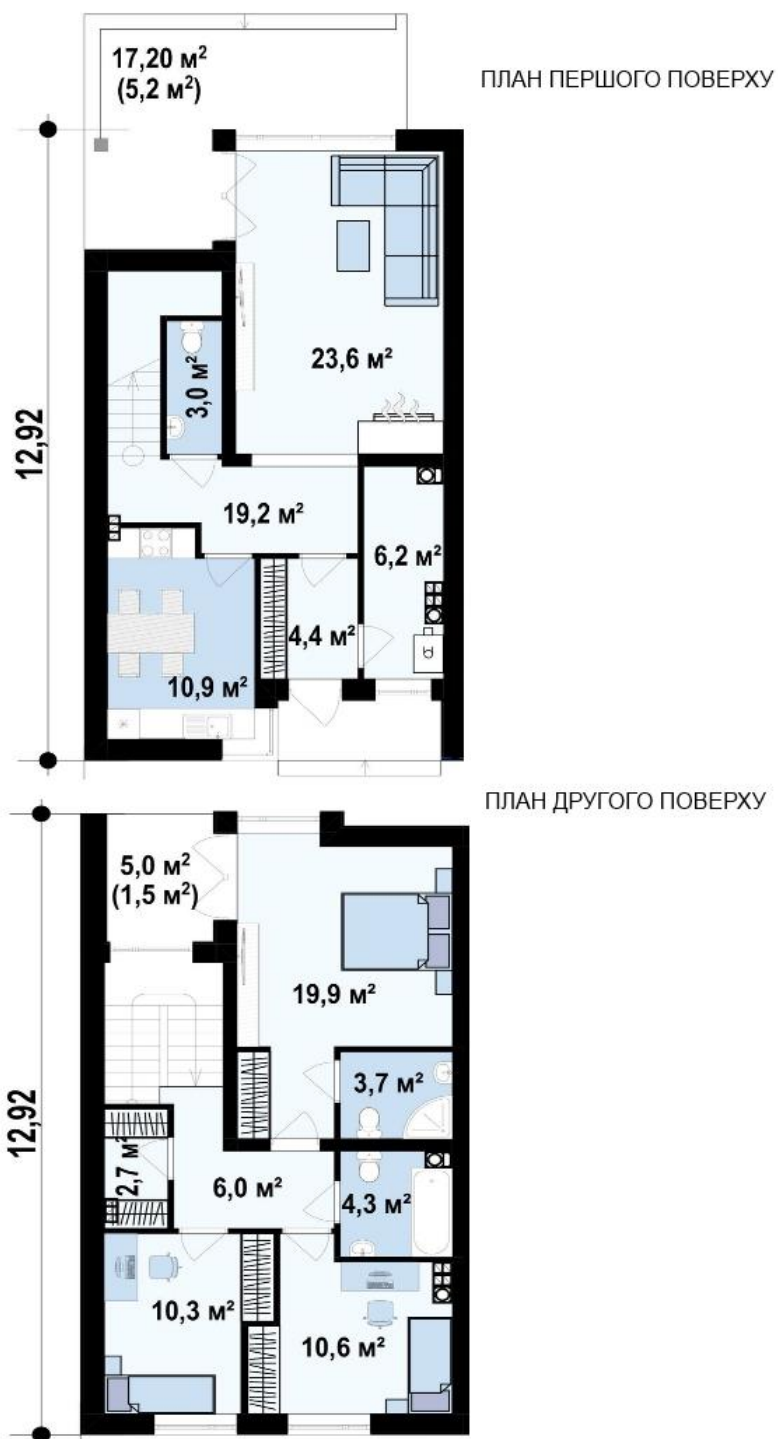


Рис..3.3 Планування першого та другого поверхів помешкань таунхаусу

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

## Теплоприплив через конструкції огорожень.

Теплоприпливи через огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.1)$$

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.2)$$

де  $\Delta t_c$  - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору року.

Теплоприпливи через огороження від різниці температур розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_d F \theta \cdot 10^{-3} = k_d F (t_n - t_e) \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.3)$$

де  $k_d$  - коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м<sup>2</sup>\*К);

F – площа відповідного типу огороження, м<sup>2</sup>;

$t_n$  – температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{вн}$  – температура повітря у приміщенні, °С.

Теплоприпливи від сонячної радіації розділяються на складову через масивні елементи конструкцій та через світлові отвори (вікна)

$$Q_{1c} = Q_{1\text{мас}} + Q_{1\text{світл}}, \text{кВт} \quad (3.4)$$

Коефіцієнти теплопровідності приймаються з будівельних довідників для побутового будівництва.

Розрахунки проводяться для одної квартири. Приймається, що у трьох інших квартирах показники схожі.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.1

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 3.1 Теплоприплив через огороження на 1 поверсі

|            | K,<br>Вт/(м²K) | F, м² | tз, | tвн, | Δ<br>t, | Δ tc | Fw,<br>м² | Qw,<br>кВт | τ   | Q1т,<br>кВт | Q1м,<br>кВт | Q1с,<br>кВт | Q1,<br>кВт |
|------------|----------------|-------|-----|------|---------|------|-----------|------------|-----|-------------|-------------|-------------|------------|
| СПнЗ       | 0,21           | 24,15 | 31  | 22   | 9       | -    | 6         | 0,07       | 0,4 | 0,046       | -           | 0,168       | 1,565      |
| ССВ        | -              | 45,15 | 22  | 22   | 0       | -    | -         | -          | -   | -           | -           | -           |            |
| СПдЗ       | 0,21           | 24,15 | 31  | 22   | 9       | 9,2  | 6         | 0,3        | 0,4 | 0,046       | 0,047       | 0,767       |            |
| СЗЗ        | 0,21           | 45,15 | 31  | 22   | 9       | 13,2 | -         | -          | -   | 0,085       | 0,125       | 0,125       |            |
| Перекриття | -              | 89    | 22  | 22   | 0       | -    | -         | -          | -   | -           | -           | -           |            |
| Підлога    | 0,416          | 89    | 31  | 22   | 9       | -    | -         | -          | -   | 0,333       | -           | -           |            |

Таблиця 3.2 Теплоприплив через огороження на 2 поверсі

|            | K,<br>Вт/(м²K) | F, м² | tз, | tвн, | Δ<br>t, | Δ tc | Fw,<br>м² | Qw,<br>кВт | τ   | Q1т,<br>кВт | Q1м,<br>кВт | Q1с,<br>кВт | Q1,<br>кВт |
|------------|----------------|-------|-----|------|---------|------|-----------|------------|-----|-------------|-------------|-------------|------------|
| СПнЗ       | 0,21           | 24,15 | 31  | 22   | 9       | -    | 4         | 0,07       | 0,4 | 0,046       | -           | 0,112       | 1,665      |
| ССВ        | -              | 45,15 | 22  | 22   | 0       | -    | -         | -          | -   | -           | -           | -           |            |
| СПдЗ       | 0,21           | 24,15 | 31  | 22   | 9       | 9,2  | 4         | 0,3        | 0,4 | 0,046       | 0,047       | 0,762       |            |
| СЗЗ        | 0,21           | 45,15 | 31  | 22   | 9       | 13,2 | -         | -          | -   | 0,085       | 0,125       | 0,125       |            |
| Покриття   | 0,23           | 89    | 31  | 22   | 9       | 14,9 | -         | -          | -   | 0,184       | 0,305       | 0,305       |            |
| Перекриття | -              | 89    | 22  | 22   | 0       | -    | -         | -          | -   | -           | -           | -           |            |

Сумарний теплоприплив через огороження:

Літо 3,23 кВт

Теплонадходження із вентиляційним зовнішнім повітрям.

Оскільки йдеться про приміщення із великою кількістю людей, необхідна система подавання свіжого повітря, з яким надходить деяка кількість тепла та вологи.

$$Q_3 = L_3 * \rho * (i_3 - i_{вн}), \text{ кВт} \quad (3.5)$$

де  $L_3$  - об'ємна витрата зовнішнього повітря, м³/с;

$\rho$  - щільність повітря, кг/м³;

$i_3, i_{вн}$  - ентальпія повітря при параметрах зовнішнього середовища та в приміщенні, кДж/кг.

$$L_3 = n * L_{тр}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.6)$$

|      |      |             |        |      |                    |  |  |  |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|--|--|--|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ |  |  |  | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |  |  |  |      |

де  $L_{тр}$  – потрібна кількість повітря,  $m^3/c$ ;

$n$  – кількість людей у приміщенні.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 Теплоприпливи із зовнішнім повітрям

|              | Для одного помешкання у літній період |
|--------------|---------------------------------------|
| $n$ , чол.   | 4                                     |
| $L_{тр}$     | $35 m^3/год$                          |
| $L_3$        | $140 m^3/год$                         |
| $i_3$        | $70 кДж/кг$                           |
| $i_{вн}$     | $43 кДж/кг$                           |
| $\rho$       | $1,15 кг/м^3$                         |
| $Q_3$        | $1,087 кВт$                           |
| $Q_{3. сум}$ | $5,435 кВт$                           |

Експлуатаційні теплоприпливи, кВт

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.7)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A F 10^{-3} \quad (3.8)$$

де  $A$  - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на  $m^2$  площі підлоги,  $Вт / m^2$

$F$  - площа підлоги,  $m^2$

Теплоприплив від перебування людей

$$q_2 = 0,1 n \quad (3.9)$$

де  $0,1$  - тепловиділення однієї людини при спокійному функціонуванні, кВт

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

$n$  - число людей, працюючих в одному помешканні

Теплоприплив від працюючого електрообладнання

$$q_3 = N_э \quad (3.10)$$

де  $N_э$  - потужність електрообладнання, кВт

Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF10^{-3} \quad (3.11)$$

де  $K$  - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/м<sup>2</sup>

Для одного помешкання тепло приплив від людей становить 0,288 кВт.  
Для п'яти помешкань сумарний тепло приплив від людей становить 1,44 кВт.  
Інші складові не значні і їх можна не враховувати, оскільки, зазвичай, підібране обладнання перевищує потрібну потужність на 10-20 % і ці відмінності входять у запропонований запас.

Теплонадходження від електроприладів 1,8 кВт для одного помешкання та 9 кВт на весь таунхаус.

Теплонадходження від світлодіодного освітлення 0,128 кВт на одне помешкання та 0,64 кВт на весь комплекс.

У напруженому режимі враховують суму всіх тепло надходжень та розраховують суму для кожного поверху окремо.

Для першого поверху одного помешкання сумарне теплове навантаження 3,217 кВт.

Для другого поверху одного помешкання сумарне теплове навантаження 3,317 кВт.

Разом для одного помешкання 6,534 кВт.

Всього навантаження на комплекс 32,67 кВт

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |



### 3.3 Розрахунок вологоприпливів для літнього та зимового періоду.

Приймається до використання система кондиціонування типу спліт із внутрішнім блоком каналного типу. У такій системі неможливе встановлення штатних зволожувачів повітря при необхідності підвищити вологість і система кондиціонування створює ефект осушення. Охолодження та нагрівання внутрішнього повітря відбувається контактним способом при безпосередньому контакті повітря і теплообмінної поверхні.

Тому для створення необхідного балансу та домішування свіжого повітря, така система працює разом із системою вентиляції. Змішування припливного повітря із рециркуляційним відбувається безпосередньо у приміщенні і вже готова суміш спрямовується у внутрішні блоки кондиціонера для охолодження. Для визначення дійсних параметрів стану внутрішнього повітря визначають основні волого надходження.

Розрізняють два основних типа волого припливів: із зовнішнім повітрям та від людей. Технологічні волого припливи не враховуються при розрахунку комфортної вентиляції, оскільки для цього у кухонних приміщеннях кафетерію встановлена спеціальна технологічна вентиляція.

Волого припливи з зовнішнім повітрям, вступним в приміщення без попередньої тепло-вологісної обробки, визначаємо за формулою:

$$W_{вз} = L_{вз}(\rho_{дн} - \rho_{дв}) 10^{-3} \quad (3.12)$$

де  $L_{вз}$  - об'ємна витрата повітря, м<sup>3</sup>/с

$\rho$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>

$\rho_{дн} - \rho_{дв}$  - вологовміст зовнішнього повітря і повітря в приміщенні, г/кг

Волого припливи від людей, кількість вологи, яка виділяється від людей розраховуємо за формулою:

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

$$W_{\text{л}} = \varpi_{\text{чел}} * n \quad (3.13)$$

де  $\varpi_{\text{чел}}$  – волого виділення одної людини, кг/с

$n$  – число людей в приміщенні

Результати розрахунку представлені в таблиці.

Об'ємна витрата повітря, яку необхідно подати в кондиціонуєму квартиру, визначаємо по формулі:

$$L = \frac{\sum Q_{\text{п}}}{\rho(i_{\text{в}} - i_{\text{п}})} = \frac{\sum Q_{\text{я}}}{\rho c \Delta t_p} \quad (3.14)$$

де  $\rho$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>

$c$  – питома теплоємність повітря, кДж/кг

$\Delta t_p$  – допустима різниця температур, °С

$i_{\text{п}}, i_{\text{в}}$  – питома ентальпія припливного і внутрішнього повітря, кДж/кг

Таблиця 3.7 Вологоприпливи в кондиціоновані контури

| Параеметр                                  | Літній режим                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| Об'ємна витрата повітря, м <sup>3</sup> /с | 0,039                                  |
| Щільність повітря, кг/м <sup>3</sup>       | 1,15                                   |
| Вологовміст зовнішнього повітря, г/кг      | 15                                     |
| Вологовміст повітря в приміщенні, г/кг     | 5,5                                    |
| Ентальпія зовнішнього повітря, кДж/кг      | 70                                     |
| Ентальпія внутрішнього повітря, кДж/кг     | 43                                     |
| Волого припливи з зовнішнім повітрям, кг/с | $5 * 0,426 * 10^{-3} = 2,13 * 10^{-3}$ |
| Кількість людей, чол..                     | 4                                      |
| Вологовиділення 1 людини, кг/с             | $17,7 * 10^{-6}$                       |
| Волого припливи від людей, кг/с            | $5 * 70,8 * 10^{-6} = 0,354 * 10^{-3}$ |

Робоча різниця температур в системі охолодження кондиціонера приймається  $6^{\circ}\text{C}$ . Тоді температура повітря, що надходить з кондиціонера має температуру

$$t_{п} = 22 - 6 = 16^{\circ}\text{C}$$

Кутовий коефіцієнт проміну процесу обробки повітря визначається, як відношення сумарного тепло приток до сумарного волого притоку. За результатами розрахунків маємо  $\varepsilon = 32,67 / (2,484 \cdot 10^{-3}) = 13152$

Лінії процесів обробки повітря показані на рис.3,4

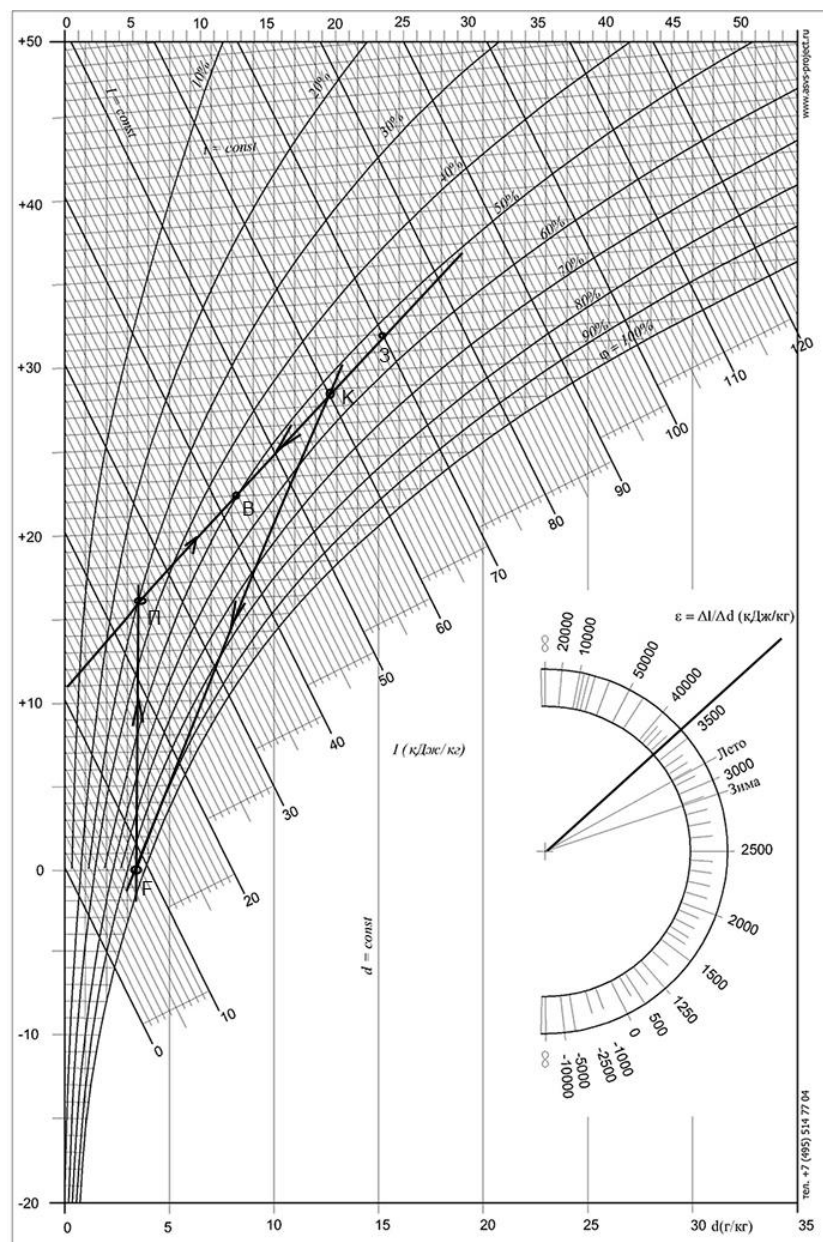


Рис.3.4 Лінії процесів обробки повітря.

|      |      |             |        |      |
|------|------|-------------|--------|------|
|      |      |             |        |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |

КВ06.011 003 ДП ПЗ

Арк.

- т.В – стан внутрішнього повітря (параметри комфорту);
- т.З – параметри зовнішнього повітря;
- т.П – параметри охолодженого повітря з кондиціонера
- т.Е – температура у поверхні теплообміну внутрішнього блоку;
- т.К – підмішувань зовнішнє повітря.

Обробка суміші в кондиціонері відбувається вздовж лінії К-Е, яка не проходить нижче лінії відносної вологості 100%, тому в цьому процесі випадіння конденсату не (осушіння повітря) не відбуватиметься.

В результаті розрахунків за формулою 3,14 отримуємо значення потрібної витрати повітря 1,5 м<sup>3</sup>/с.

Для побутових приміщень нормується 70% рециркуляційного повітря і 30% - свіжого. Таким чином, продуктивність системи кондиціонування становить 1,05 м<sup>3</sup>/с, а системи вентиляції 0,45 м<sup>3</sup>/с.

Теплове навантаження на компресорне обладнання

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_{0.km}}{b} = \frac{1.03 \cdot 32.67}{0.8} = 42 \text{ кВт} \quad (3.15)$$

Де k – коефіцієнт втрат у трубопроводах та апаратах

Q<sub>0.km</sub> – теплове навантаження на компресорне обладнання, кВт

b – коефіцієнт робочого часу

### 3.5 Розрахунок температурних режимів роботи холодильного агрегату.

Робочий режим холодильної установки характеризується температурами кипіння, конденсації, переохолодження, усмоктування. Значення цих параметрів вибираю з обліком, що проектувана установка - хладонова

Температура кипіння (літо)

$$t_o = t_{\text{внутр}} - (10 \dots 15) ^\circ\text{C} \quad (3.15)$$

$$t_{o1} = 2 - 10 = -8^\circ\text{C}$$

Температура конденсації (літо)

$$t_k = t_{\text{зовн}} + (10-12) ^\circ\text{C} \quad (3.16)$$

$$t_k = 31 + 11 = 42^\circ\text{C}$$

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
|      |      |             |        |      |                    |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

3.6 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок.

У якості холодильного агента вибраний фреон R410A. Цикл одноступінчатий не регенеративний з герметичним компресором.

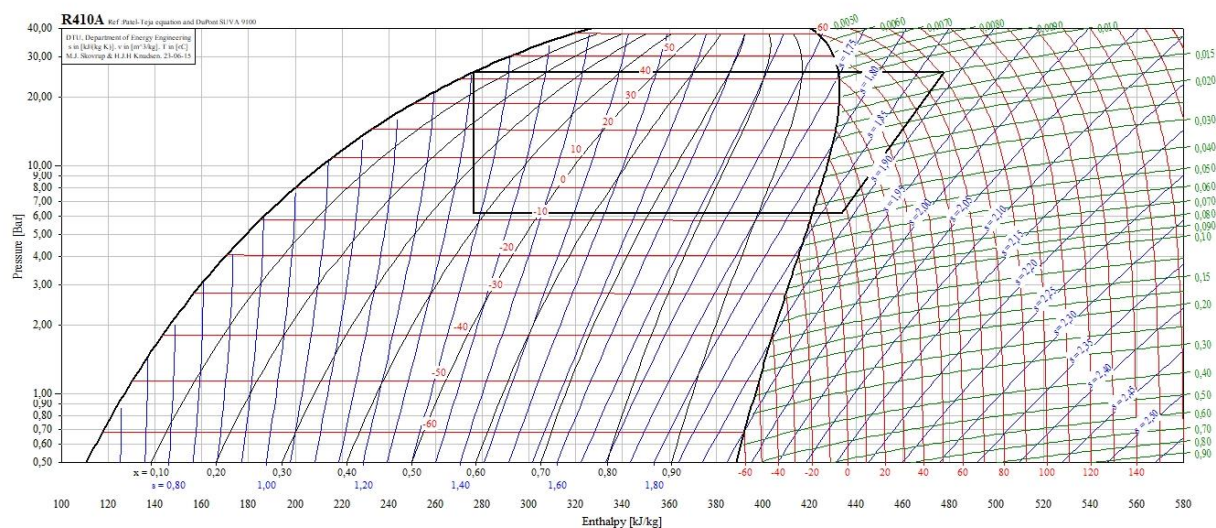


Рис. 3.4 Цикл в діаграмі для R410A

Таблиця 3.9 Параметри вузлових точок циклу в режимі «літо»

|           | 1     | 2      | 3    | 4    | 5    |
|-----------|-------|--------|------|------|------|
| P, МПа    | 0,62  | 2,56   | 2,56 | 0,62 | 0,62 |
| t, °C     | 7     | 81     | 43   | -8   | 2    |
| i, кДж/кг | 434   | 478    | 276  | 276  | 429  |
| v, м³/кг  | 0,047 | 0,0125 |      |      |      |

### 3.7 Тепловий розрахунок та вибір параметрів компресора.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (3.16)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.17)$$

де  $Q_o$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт  
Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d V_1 \quad (3.18)$$

де  $V_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пару, м<sup>3</sup>/кг  
Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (3.19)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} \right) \quad (3.20)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (3.21)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.22)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах:

$$q_v = q_o / v_1 \quad (3.23)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в стандартних умовах:

$$q_{v \text{ ст}} = q_o \text{ ст} / v_1' \text{ ст.} \quad (3.24)$$

Коефіцієнт подачі компресору в стандартних умовах:

$$\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{i \text{ ст}} \lambda_{\omega'}' \text{ ст.} \quad (3.25)$$

Стандартна холодопродуктивність:

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

$$Q_{o \text{ ст.}} = Q_o q_{o \text{ ст}} \lambda_{\text{ст}} / (q_o \lambda) \quad (3.26)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d(i_2 - i_1') \quad (3.27)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_{\omega}' + b t_o \quad (3.28)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.29)$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{т}} P_{\text{тр}} \quad (3.30)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (3.31)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{\text{п}} \quad (3.32)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (3.33)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d(i_2 - i_3) \quad (3.34)$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.10

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |



Таблиця 3.10 Тепловий розрахунок параметрів роботи компресора

| Параметр                                           | Одиниці вимірювання | Значення |
|----------------------------------------------------|---------------------|----------|
| Питома масова холодопродуктивність                 | кДж/кг              | 153      |
| Питома об'ємна холодопродуктивність                | кДж/м <sup>3</sup>  | 3256     |
| Питома адіабатно робота стискання                  | кДж/кг              | 44       |
| Питоме теплове навантаження на конденсатор         | кДж/кг              | 202      |
| Масова витрата холодильного агента                 | кг/с                | 0,275    |
| Дійсна об'ємна продуктивність компресора           | м <sup>3</sup> /с   | 0,0129   |
| Коефіцієнт подачі мертвого простору                |                     | 0,914    |
| Коефіцієнт подачі адіабатний                       |                     | 0,775    |
| Коефіцієнт подачі                                  |                     | 0,708    |
| Теоретичний об'єм, що описаний поршнями компресора | м <sup>3</sup> /с   | 0,0182   |
| Адіабатна потужність компресора                    | кВт                 | 12,07    |
| Індикаторний ККД                                   |                     | 0,755    |
| Індикаторна потужність компресора                  | кВт                 | 16,0     |
| Потужність, витрачена на тертя                     | кВт                 | 0,729    |
| Ефективна потужність компресора                    | кВт                 | 16,732   |
| Електрична потужність                              | кВт                 | 17,613   |
| Холодильний коефіцієнт дійсного циклу              |                     | 3,477    |
| Холодильний коефіцієнт циклу Карно                 |                     | 5,196    |
| Ступінь Карнотизації                               |                     | 0,669    |

Навантаження на конденсатор

$$Q_{\text{кд}} = Q_0 + N_i = 42 + 16 = 58 \text{ кВт} \quad (3,35)$$

Потрібна площа теплообмінників

$$F_{\text{то}} = \frac{Q}{k \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (3,36)$$

Площа теплообміну конденсатора

$$F_{\text{то}} = \frac{58000}{26 \cdot 12} = 186 \text{ м}^2$$

Площа теплообміну випарника

$$F_{\text{то}} = \frac{3600}{21 \cdot 8} = 21,4 \text{ м}^2$$

Добирається таке обладнання:

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Зовнішній блок Mitsushito MDVI-V450W/CSDN1 – 1 штука для всієї установки.

Внутрішні блоки добираються по два для кожного помешкання (1 шт на поверх), тобто всього добираємо 10 одиниць внутрішніх блоків каналного типу Mitsushito MFT2-400G30

### Зовнішній блок Mitsushiti MDVI-V450W/CSDN1

#### Загальна характеристика

|                                                       |               |
|-------------------------------------------------------|---------------|
| Інверторне керування:                                 | Так           |
| Фреон:                                                | R410A         |
| Продуктивність охолодження, кВт.:                     | 45            |
| Продуктивність обігріву, кВт.:                        | 60            |
| Енергоефективність, охолодження (ERR):                | 3.21          |
| Енергоефективність, обігрів (COP):                    | 3.91          |
| Максимальна кількість зовн. блоків, що підключаються: | 20            |
| Рівень шуму, дБ:                                      | 60            |
| Потужність при охолодженні, кВт:                      | 14.02         |
| Потужність при обігріві, кВт:                         | 12.79         |
| Макс. споживана потужність, кВт.:                     | 20.7          |
| Робочий струм, А:                                     | 33            |
| Витрати повітря, м. куб.:                             | 15600         |
| Маса/заправка холодоагенту, кг:                       | 325/15        |
| Сума індексів внутрішніх блоків (максимум):           | 585           |
| Сума індексів внутрішніх блоків (мінімум):            | 225           |
| Габарити (Ш*В*Г), мм:                                 | 1250x1615x765 |
| Трубопровід холодоагенту (газ), мм:                   | 28.6          |
| Діапазон робочих температур (обігрів), °C:            | -20 - 21      |
| Діапазон робочих температур (охолодження), °C:        | -5 - 48       |

#### Живлення

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Електроживлення (Ф / В / Гц): | 3 / 380-415В / 50 |
|-------------------------------|-------------------|

#### Додаткові

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| Трубопровід холодоагенту (рідина), мм: | 15.9 |
|----------------------------------------|------|

Рис.3.5 Зовнішній блок Mitsushiti MDVI-V450W/CSDN1



## Внутрішні блоки каналного типу Mitsushito MFT2-400G30

### Загальна характеристика

|                                                             |                                  |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Витрата повітря. Висока швидкість вентилятора, м³/год/CFM:  | 680/400                          |
| Витрата повітря. Середня швидкість вентилятора, м³/год/CFM: | 510/300                          |
| Витрата повітря. Низька швидкість вентилятора, м³/год/CFM:  | 340/200                          |
| Холодопродуктивність, кВт:                                  | 3.6                              |
| Теплопродуктивність, кВт:                                   | 5.4                              |
| Додатковий електричний нагрівач, кВт:                       | 1.1                              |
| Потужність, Вт:                                             | 60                               |
| Зовнішній статичний тиск, Па:                               | 12                               |
| Рівень шуму (Вис, Сер, Низ), дБ (А):                        | 38/35/31                         |
| Номинальний потік води, л/г:                                | 619                              |
| Гідравлічний опір, кПа:                                     | 19                               |
| Двигун вентилятора:                                         | 4-х швидкісний з низьким рівнем  |
| Вентилятор :                                                | Центробіжний із загнутими вперед |
| <b>Теплообмінник</b>                                        |                                  |
| Макс. робочий тиск, МПа:                                    | 1.6                              |
| Ряд:                                                        | 3                                |
| <b>Блок</b>                                                 |                                  |
| Вага (нетто), кг (з ДЕН):                                   | 20(21)                           |
| Габарити (Ш*В*Г), мм:                                       | 912x241x506                      |
| <b>З'єднання труб</b>                                       |                                  |
| Зовнішнє різьблення, дюйми:                                 | RC3/4                            |
| Внутрішнє різьблення, дюйми:                                | RC3/4                            |



Рис.3.6 Внутрішній блок Mitsushito MFT2-400G30

За потрібною подачею обирається система вентиляції ВЕНТС 1800В на 0,579 м³/с. (Характеристики <https://vents.ua/product/mpa-1800-w> ).

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

До складу вентиляційної системи входить рекуператор теплоти.  
Навантаження на рекуператор розраховується таким чином:

$$Q_{\text{рек}} = L_{\text{вп}} \cdot \rho \cdot (i_z - i_{\text{вн}}), \text{ кВт} \quad (3.38)$$

$$Q_{\text{рек}} = 0,45 \cdot 1,15 \cdot (70 - 43) = 14 \text{ кВт}$$

Приймається рекуператор Prana 440S (Характеристики  
<https://prana.in.ua/ua/product/rekuperator-prana-340s-2/> )

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
|      |      |             |        |      |                    |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.8 Вибір допоміжного устаткування.

У якості допоміжного устаткування приймаються магістральні іонізатори повітря (на кожен внутрішній блок окремо) марки ОЗОН-50 ККН за об'ємною витратою повітря. Іонізатор має такі характеристики:

- Производительность озона: 50 грамм/час (50 000 мг) для помещений до 12000 м.куб
- Регулировка генерации озона: 9 режимов
- Материал корпуса: нержавеющей сталь
- Объем озono-воздушной смеси: 780 м.куб/час
- Температурный режим: -30....+45 °С
- Потребляемая мощность, не более: 1050 Вт (220V)
- Размеры: 490 x 250 x 300 мм
- Вес: 11 кг

Іонізатор має вигляд:



Мал. 3.4 Іонізатор марки ОЗОН-50 ККН

Конструкція встановлюється на вхідному повітропроводі рециркуляційного повітря.

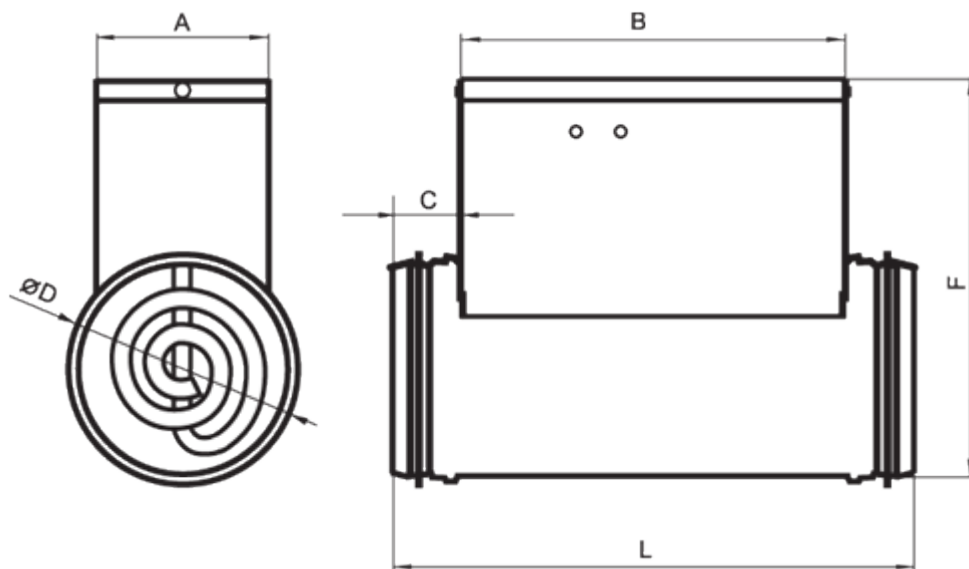
Також приймається каналний калорифер для підігріву зовнішнього повітря в зимовий період.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 003 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

| Тип<br>нагрівателя  | Мин.<br>расход<br>воздуха,<br>м <sup>3</sup> /ч | Ток,<br>А | Питание,<br>В | Мощность,<br>кВт | К-во<br>тепов х<br>мощность,<br>кВт | Фаза |
|---------------------|-------------------------------------------------|-----------|---------------|------------------|-------------------------------------|------|
| <b>НК 315-9,0-3</b> | 660                                             | 13,0      | 400           | 9,0              | 3х3,0                               | 3    |



Мал. 3.5 Зовнішній вигляд каналного калорифера



Мал. 3.6 Збірне креслення калорифера

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 003 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

### 3.9 Розрахунок потрібного тиску вентилятора.

Тиск вентилятора з врахуванням втрат розраховується таким чином

$$P=(1.1 \dots 1.5) \cdot \Sigma(RL + Z), \text{ Па} \quad (3.39)$$

де  $RL$  – втрати по довжині повітропроводів, Па

$Z$  – втрати на місцевих опорах повітропроводів, Па

$$RL = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot l, \text{ Па} \quad (3.40)$$

де  $\lambda_{\text{тр}}$  – коефіцієнт опору по довжині

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \cdot \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25}, \text{ Па} \quad (3.41)$$

де  $Re$  – критерій Рейнольдса, який характеризує швидкість та режим руху речовини

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu} \quad (3.42)$$

$$Z = \Sigma \xi, \text{ Па}$$

де  $\Sigma \xi$  - сума місцевих опорів, Па

Розрахунки проводять після створення розводки повітропроводів, коли стає відомим довжина повітропроводів, кількість та типи місцевих опорів. Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 3.11 Розрахунок напору вентилятора вентиляційної системи

| Втрати     | $d_{\text{вн}},$<br>м | $L,$<br>м | $\omega,$<br>м/с | $L_{\text{пов}},$<br>м <sup>3</sup> /с | $\frac{\rho \cdot \omega^2}{2},$<br>Па | $Re \cdot 10^{-4}$ | $\lambda_{\text{тр}},$<br>Па | $RL,$<br>Па | $\Sigma \xi,$<br>Па | $Z,$<br>Па | $P,$<br>Па |
|------------|-----------------------|-----------|------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------|---------------------|------------|------------|
| По довжині | 0.28                  | 270       | 6                | 0,45                                   | 20,7                                   | 15,78              | 0,029                        | 579         |                     |            | 1876       |
| Відвід 90° | 0.28                  | 12<br>шт  | 6                | 0,45                                   | 20,7                                   |                    |                              |             | 1,2                 | 298        |            |
| Трійник    | 0.28                  | 20<br>шт  | 6                | 0,45                                   | 20,7                                   |                    |                              |             | 2                   | 829        |            |

Приймається робочий тиск вентиляторів системи вентиляції 2кПа або більше.

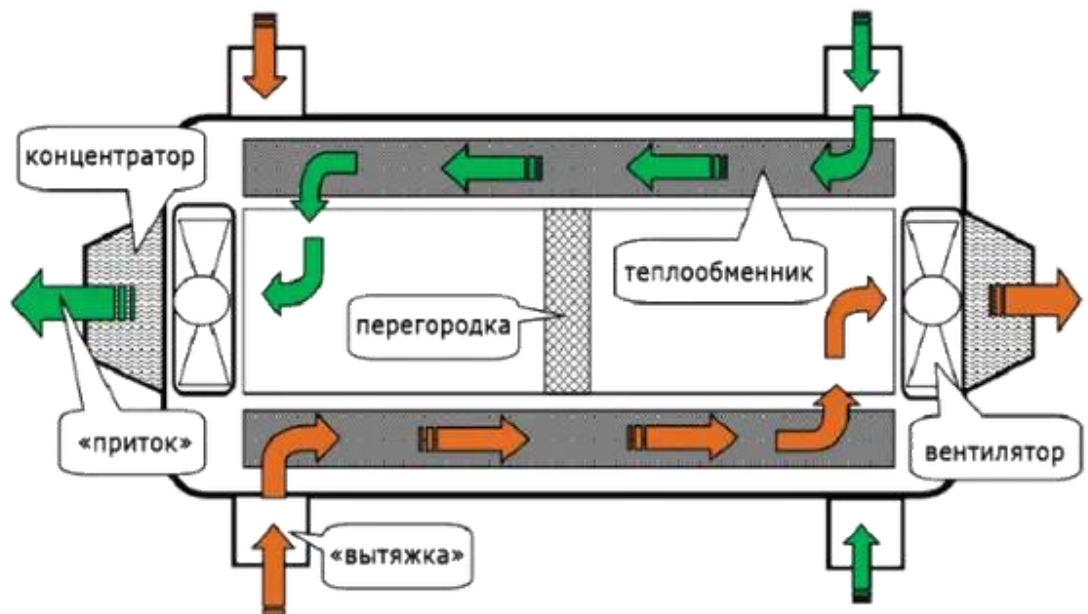


Схема воздушных потоков типа «ВА» с центральным притоком

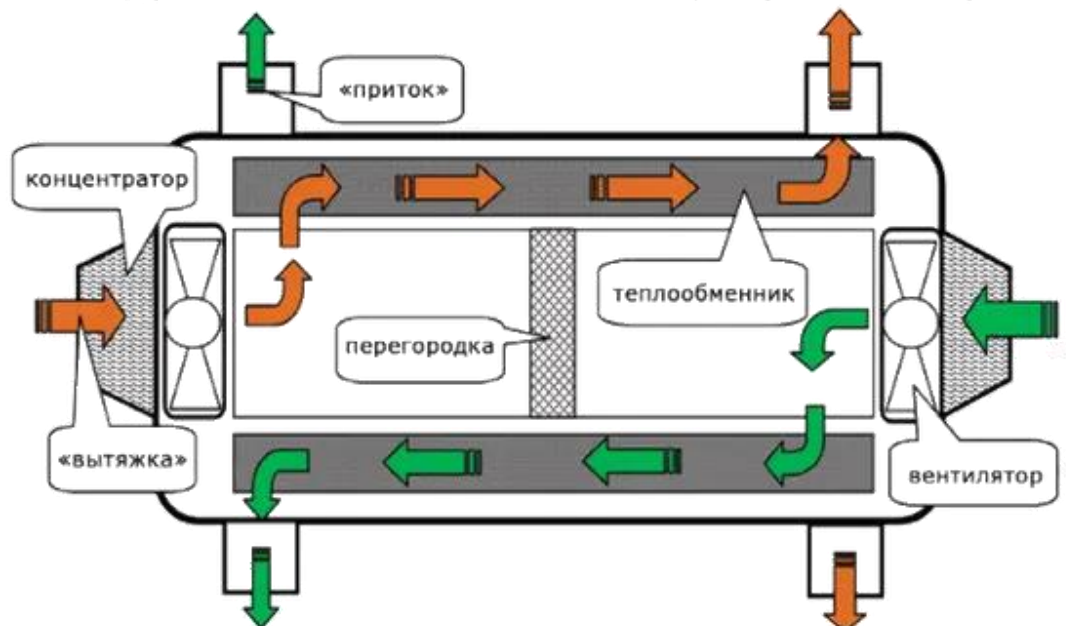


Схема воздушных потоков типа «ВВ» с центральной вытяжкой

Рис.3.7 Схема потоков вентиляционного воздуха в рекуперативной системе.



## 4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.

### 4.1 Автоматизація енергоустановки об'єкту завдання.

У схемі автоматизації передбачається взаємодія різних приладів автоматичного регулювання, захисту, пускових пристроїв і сигналізації.

Схема автоматизації забезпечує незалежність взаємодії приладів, максимально можливу простоту, зручність налагодження приладів, їхнього обслуговування, заміни й ремонту.

Регулювання заповнення камерних приладів охолодження здійснюється підтримкою заданого перегріву плавною зміною подачі рідини за допомогою ТРВ.

Установлені в камерах реле температури періодично відкривають і закривають соленоїдні вентилі на лінії подачі рідкого холодоагенту, що перебувають перед ТРВ. Після ТРВ установлюють спеціальний розподільник рідини РЖ.

Температура в об'єкті регулюється пуском і зупинкою компресора від реле температури випарника РТ, що управляє котушкою магнітного пускача П.

Для захисту компресора від перегріву в кожусі його встановлюють реле температури РТК, що при 85-95 °С розмикає свої контакти й зупиняє компресор.

Для захисту мережі від короткого замикання й електродвигуна від токовищ перевантаження в силовому ланцюзі встановлений автомат АВ. Він же служить кнопковим рубильником.

При 12-кратному перевантаженні відключення відбувається майже миттєво. При тривалому перевантаженні спрацьовує тепловий захист автомата. Для повторного включення автомата типу АП50 потрібно через 10-15 хвилин після спрацьовування нажати на кнопку.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Для відтавання випарника в реле температури РТ типу РТХО є кнопка. При натисканні кнопки відключається соленоїд, що живить рідким холодильним агентом повітроохолоджувачі камери в якій виробляється відтайка. Поки температура випарника не підвищиться на 4-6 0С, тобто відбудеться відтавання інею. Тільки тоді соленоїд відкривається. Кожна камера комплектується індивідуальним РТХО.

У проекті підібрані машини з водяним охолодженням конденсатора, регулювання тиску в конденсаторі відбувається автоматично.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 004 ДП ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |             |        |      |                           |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

## 4.2 Організація монтажних робіт та експлуатації обладнання.

Монтаж холодильного встаткування - це комплекс робіт з його налагодження, пуску й експлуатації.

Розрізняють три різних способи проведення механічних робіт: державний, підрядний і змішаний.

До початку монтажних робіт проводять організаційно-технічну підготовку, у яку входить: одержання від замовника проектно-технічної документації, розробка й твердження проекту організації монтажних робіт, одержання від замовника встаткування відповідно до проекту.

Проектно-технічна документація складається із креслень генерального плану з підземними й наземними комунікаціями, транспортними шляхами, креслень холодильної установки, холодильних камер, трубопроводів і т.д.

Холодильні машини продуктивністю до 20 кВт поставляються заводами-виготовлювачами у вигляді компресорно-конденсаторного агрегату й випарно-регулюючого агрегатів із щитами керування й сигналізації в повністю зібраному виді. Внутрішні порожнини машин й апаратів після промивання й осушки випробовують на герметичність і заповнюють сухим інертним газом. Поставляють агрегати із закритими запірними вентилями й запломбованими штуцерами. Після прибуття встаткування на місце монтажу агрегати встановлюють на фундаменти, виверяють за рівнем, закріплюють болтами. Навішують і закріплюють охолодні прилади, установлюють і закріплюють допоміжні апарати, підганяють по місцю й монтують рідинні, газові, допоміжні трубопроводи. Потім установлюють щити керування й сигналізації, монтують електропривод до компресора, підключають до щитів прилади автоматики. По закінченні монтажу систему випробовують на щільність надлишковим тиском, вакуумуванням і хладоном. Після випробувань

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

систему заправляють маслом і хладоном. Перед пуском установки проводиться настроювання приладів автоматики на розрахунковий режим. Якщо результати випробувань позитивні, становлять акт про передачу холодильної установки в експлуатацію.

Ремонт устаткування - це відновлення його працездатності, втраченої в процесі експлуатації.

Ремонт будь-якого встаткування полягає в розбиранні, очищенні, дефектації вузлів і деталей.

Система планово-попереджувальних ремонтів передбачає зупинку машини на ремонт через певне число годин експлуатації. Ця система містить у собі: періодичне виконання технічних оглядів і перевірок частин холодильної установки в строки, установлені правилами технічної експлуатації холодильних машин; виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту.

Для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонти.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться звичайно один раз в 1,5 -2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний відхід, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин й усуненням виявлених несправностей.

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання й випробування об'єкта. Його виконують один раз в 5-6 років.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

Середній і капітальний ремонт об'єкта можна виконати тільки із залученням спеціалізованих організацій.

Експлуатація холодильної установки містить у собі створення й підтримка нормативних температурно-вологісних режимів в охолоджувані приміщеннях, забезпечення технологічних процесів за умови безпечної й надійної роботи встаткування.

Обслуговування холодильної установки містить у собі наступні операції: пуск, зупинка, регулювання режиму роботи, усунення несправностей у роботі, проведення дрібного поточного ремонту встаткування, спостереження за системою автоматизації, ведення обліку роботи холодильної установки.

Особливості експлуатації фреонових установок обумовлені специфічними властивостями фреонів.

Якщо компресор фреонової установки працює короткочасно, тиск нагнітання й усмоктування низьке, то причиною цього є утворення крижаних пробок у ТРВ, недостатня поглинальна здатність осушувача.

У цьому випадку необхідно встановити додатковий осушувальний патрон і включити його на 14-16 годин.

Якщо при несправних заглушках волога потрапила у випарні батареї, то простим способом її видалення є продувка батареї сухим повітрям, азотом або фреоном. Як поглинач вологи використається силікагель із зернами розміром 3,6-6 мм.

Якщо компресор фреонової установки працює з короткочасними зупинками, а тиск на високій і низькій стороні нормальне, то допускаються пропуски в клапанах через прокладку голівки блоку або допускаються значні перевищення теплоприпливів.

Часто при експлуатації холодильних установок має місце повна або часткова втрата фреону із системи.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

У цьому випадку агрегат не включається, тиск нагнітання й усмоктування біля нуля; змійовики випарника не покриваються інеєм. Іноді спостерігається втрата фреону з термобаллона, капілярної трубки. У цьому випадку шляхом настроювання TRV не дається збільшити подачу рідкого фреону у випарну систему. Необхідно відремонтувати силову частину й замінити капілярну трубку.

Коли прохідний розтин рідинного змійовика теплообмінника зменшено при виготовленні або забруднено настільки, що не вдається домогтися необхідної холодопродуктивності, а компресор сильно розігрівається через зниження тиску кипіння, потрібно довести прохідний розтин змійовика до нормативного.

На проектованому холодильнику передбачається примусова циркуляція повітря через випарник. При порушенні нормальної роботи вентилятора може різко погіршитися теплопередача від повітря до випарника й температура в холодильній камері збільшиться. У цьому випадку рідкий фреон у випарнику майже не випаровується, він може потрапити в циліндр компресора й викликати гідравлічний удар.

Вологий хід компресора може мати місце, коли TRV сильно відкритий внаслідок неправильного положення клапана на сідлі. При цьому стінки компресора покриваються інеєм, тиск усмоктування підвищується, а тиск нагнітання залишається постійним. Варто перекрити подачу холодильного агента на камеру, вручну за допомогою спеціального гвинта, розташованого в нижній частині TRV підняти сідло й повернути в колишнє положення, відновивши подачу рідкого холодильного агента, простежити за нормальним відкриттям TRV.

При обслуговуванні фреонової установки вентиля відкривають або закривають тільки за допомогою маховика даного вентиля. По закінченні операції закривають вузол сальника спеціальним ковпаком. У рідинну лінію фреону повинен бути включений фреоновий фільтр. Фільтр перемикають

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

тільки при його очищенні. Після заповнення системи фреоном, а також після ремонту окремих вузлів й апаратів у рідинну лінію включають фреоновий осушувач на 10-12 частину. На всіх вентилях, що перебувають у закритому стані, вивішують таблички з написом "Вентиль закритий".

Всі несправності неаварійного характеру, які неможливо усунути при роботі машини, фіксують у журналі для того, щоб усунути їх при першій зупинці машини.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 004 ДП ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |             |        |      |                           |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

### 4.3 Охорона навколишнього середовища.

Після подолання озонової кризи кінця XX століття потепління клімату, очевидно, стане основною глобальною екологічною проблемою XX століття, породженою діяльністю людини. Останнє сторіччя мілленіума виявилось самим теплим,

дані вимірів показали, що за цей період температура підвищилася на 0,6 0,2 0С.

Аналіз цих змін за допомогою різних математичних моделей дозволив з досить великою часткою впевненості затверджувати, що спостережуване за останні 100 років глобальне потепління обумовлене головним чином дією антропогенних факторів - ростом емісії вуглекислого й інших парникових газів.

Крім росту приземної температури з'явилися й інші ознаки глобального потепління, такі, як танення арктичних льодів, руйнування шельфового льоду Антарктики. зменшення крижаного щита Гренландії, що останні 5 років скоротився на 250 км3.

Важливою ознакою зміни клімату є спостережуване зниження температури на 5 0С у стратосфері на висоті 50 км і на 30 0С у мезосфері на висоті 70 км. У цих областях атмосфери парниковий ефект не підвищує, а знижує температуру.

Все це свідчить про те, що сьогодні проблема глобального потепління виходить на перше місце, відтіснивши проблему збереження озонового шару на другий план.

Для холодильної промисловості це питання має особливе значення, оскільки "створення холоду" в умовах глобального потепління неминуче зажадає нових значних витрат.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |



У той же час сама холодильна промисловість, що використовує холодоагенти, що володіють парниковими властивостями, буде сприяти потеплінню клімату.

У цей час у світі відбувається холодильна революція. Монреальський протокол 1987 р. і Киотська угода 1997 р. занесли старі, а потім і нові холодоагенти в розряд регульованих парникових газів. Холодильний мир розділився на ті, хто ратує за застосування натуральних холодоагентів (аміак, діоксид вуглецю, вуглеводні й суміші), незважаючи на їхні недоліки, і тих, хто залишається вірний хімічним холодоагентам - фторированим вуглеводням.

Прискорення темпів технологічного прогресу на нашій планеті зумовлює посилення впливу людей на природу, що призводить до якісної зміни співвідношення сил між суспільством і природою. Водночас природні ресурси є основою життя і розвитку людського суспільства і джерелом задоволення потреб.

Сама людина – це частиночка природи і своєю життєдіяльністю масштабно впливає на природне середовище. Змінами, які вносить людина в навколишнє середовище, вона змушує його служити своїм цілям і господарює над природою. Це істотно відрізняє людину від інших представників живого світу, які також користуються навколишнім середовищем, але впливають на нього лише в міру своєї присутності. На сучасному етапі все людство поставлене перед фактором існування незворотних процесів в природі, виникнення нових шляхів перетворення і переміщення енергії і речовин.

Цей процес посилюється розвитком виробничих сил і збільшенням маси речовин, що залучаються в господарський обіг. Через це в навколишнє середовище надходить все більше й більше різноманітних речовин, які йому чужі, а часом токсичні. Значна частина з них не включається в природний кругообіг, накопичується в біосфері і зумовлює небажані екологічні

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

наслідки. Відомо, що екологія - це наука взаємовідносин між живими організмами і сферою їх перебування, тому наслідки промислової і господарської діяльності людства можуть завдати непоправні збитки біосфері і велику шкоду людині.

Забруднюючі речовини, що потрапляють в природне середовище здатні переміщуватись на досить великі відстані, а закономірність цих процесів вивчена ще недостатньо. Ці речовини мігрують у великих кількостях в контурах окремих складових біосфери. Так в атмосфері вони переносяться повітряними течіями. Ступінь їх розсіювання формується швидкістю і напрямом переміщення повітряних мас і залежить від метеорологічних умов. потрапивши у воду, забруднюючі речовини окиснюються мікроорганізмами або адсорбуються частинками речовин, які є у воді.

В обох випадках рівень переміщення забруднюючих речовин у гідросфері залежить від багатьох гідрогеологічних особливостей водного об'єкту. Процеси руйнування і масопереносу здійснюють міграцію забруднюючих речовин в ґрунті.

Великомасштабні нагромадження промислових відходів зумовлюють високий рівень забруднення літосфери, гідросфери, атмосфери, спричиняють підвищення захворюваності людей і тварин, зникнення окремих видів рослин і тварин, загибель деяких унікальних природних територіальних комплексів, прискорення корозії металів, зниження врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності тварин, погіршення багатьох властивостей екологічних систем, прискорення і нераціональне використання ресурсів і енергії, радіоактивне забруднення навколишнього середовища.

В історії є багато прикладів, які свідчать, що регіональні екологічні зміни призводили до утворення пустель, знищення лісів, засолення ґрунтів, створення мертвого ландшафту. Масове техногенне знищення лісів на планеті зумовлює глибокі зміни у водному режимі в цілому, посилює процеси ерозії ґрунтів, призводить до замулення річок і озер, засухи та

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

нехватки прісної води, спричиняє руйнуючі повені. В епоху інтенсивного техногенного землеробства оранка земель, споживання земель, вирубка лісів, будівництво іригаційних систем докорінно змінили характер ландшафтів в місцях перебування людей. Проте розвиток промисловості вимагає все більшого включення в господарський обіг таких природних ресурсів, як корисні копалини, вода, земля, ліс, продукти морів і океанів, тваринного і рослинного світів тощо. Експлуатація природних ресурсів, яка постійно інтенсифікується, вже призвела і надалі призводить до їх вичерпання.

Уже сьогодні існують дуже забруднені водоймища, ґрунти, повітря, що негативно впливають на стан економіки, становлять істотну загрозу здоров'ю людей. Планетарна біохімічна сила досягла нині значних розмірів. Сьогодні вже не існує на нашій планеті куточків, в яких би не був присутній вплив в тій чи іншій мірі техногенної діяльності людини. Навіть в Антарктиді і Арктиці відмічені радіоактивні опади, продукти згорання, отрутохімікати. Внаслідок незбалансованої антропогенної дії в біосфері планети зникли зони біохімічної і енергетичної рівноваги.

Охорона навколишнього середовища, як поняття, охоплює широке коло проблем і насамперед профілактика забруднення повітря і води шкідливими промисловими викидами, продуктами життєдіяльності людини, радіоактивними і отруйними хімічними речовинами, шкідливими наслідками використання мінеральних і органічних добрив, пестицидів і гербіцидів, регуляцію чисельності земних видів тварин, екологічну оцінку наслідків використання ресурсів, а також боротьбу з ерозією ґрунтів. Найбільшу безпеку для біосфери являють відходи техногенного виробництва і побуту, кількість яких різко збільшується з розвитком промисловості і зростанням населення.

Забруднення природного середовища газоподібними, рідкими та твердими відходами викликає його деградацію, завдає шкоди здоров'ю населення і

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 004 ДП ПЗ</b> | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

сьогодні залишається гострою екологічною проблемою, яка має пріоритетне соціальне та економічне значення.

Найбільший вплив на забруднення навколишнього середовища здійснюють підприємства металургійного комплексу, енергетики, паливної, хімічної, нафтохімічної та вугільної промисловості.

Шкідливі викиди промислових підприємств та інших джерел забруднення негативно впливають не тільки на навколишнє середовище, але і, в деяких випадках, на стан технічного обладнання і технологічні процеси. Наприклад, осадження пилу на ізоляторах електропередач утворює електропровідний шар, що значно знижує дію ізоляторів.

Практично для всіх виробничих і побутових вод в Україні характерними є низький рівень очищення. Так в 1995 році при скиді в р. Дніпро з 7,4 км<sup>3</sup> стічних вод потрапило 5,4 км<sup>3</sup> нормально очищених, а 2,0 км<sup>3</sup> неочищених стоків. В світі збільшується теплове забруднення води, особливо атомними і тепловими електростанціями, внаслідок чого у водоймищах відбуваються різні біологічні процеси, в тому числі так зване "цвітіння води", яке змінює властивості води, негативно впливає на життєдіяльність риб. Великої шкоди гідросфері завдає поховання без належного контролю токсичних і вибуховонебезпечних відходів, а також забруднення водоймищ нафтопродуктами.

В деяких океанах є плями нафтопродуктів діаметром 500 км. Наявність нафти у воді згубно діє на екосистеми. Щорічне надходження нафтопродуктів у води океану становить понад 10 млн. т. Нафтова плівка на поверхні води змінює тепломасообмін енергією, вологою і газами між водою і атмосферою. За наявності плівки випаровування води з поверхні водоймища зменшується вдвічі, що впливає на погодні умови.

Одним із важких металів, що сильно забруднює водоймище і шкідливо впливає на все живе, є ртуть. Ртуть, яка надходить у воду, використовується

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

бактеріями. З ними вона потрапляє у їжу риб, а потім до організму людини. Ртутне забруднення водоймищ нині є дуже поширеним.

Основними джерелами забруднення ртуттю є промислові підприємства, які скидають у водоймища неочищені викиди фарб і етилену. Багато видів сучасних виробництв характеризуються утворенням токсичних рідких і твердих відходів, для яких немає задовільних технологій очищення або знезаражування і тому вони потребують тривалої ізоляції від біосфери, хоча забезпечити таку ізоляцію дуже важко. Медициною встановлено, що надмірне забруднення повітря є однією з головних причин збільшення кількості легеневих і ракових захворювань на сухоту дітей та відхилення їхньої психіки.

Газоподібні викиди в більшості галузей промисловості очищаються від забруднюючих речовин на 90 ... 95% (промисловість будівельних матеріалів, хімічна та нафтохімічна промисловості).

Але в електроенергетиці і кольоровій металургії очищення знижується до 83 ... 84 %, а в нафтодобувній і газовій – до 3 ... 4 %. Промислові підприємства і транспорт щорічно викидають в атмосферу 1 млрд. тонн аерозолів і газів, стільки ж сажі. У великих містах планети відбувається сильне забруднення атмосфери інертним пилом і шкідливими пилоподібними викидами, яких нині налічується понад 200 видів. Найбільш небезпечним і поширеним є забруднення атмосфери оксидами азоту, сполуками свинцю і деякими іншими речовинами, що надходять в повітря з автомобільними газами. Досить складним, але істотно помітним для планети, є механізм дії на навколишнє середовище фреонів, які широко використовуються в холодильній техніці. Фреони, які вивільнились і досягли шарів атмосфери, руйнуються ультрафіолетовими променями. Атоми хлору, що виділяються при цьому, взаємодіють з азотом і зменшують його вміст в стратосфері. Але саме азот поглинає велику частину ультрафіолетового випромінювання. Крім

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

того фреони не дають змоги розсіюватись інфрачервоним променям в космосі, що може вплинути на клімат Землі.

Підвищений вміст вуглекислого газу в атмосфері призводить до того, що Земля засвоює більше сонячної енергії. Це в сукупності з викидами теплоти від господарської діяльності людства призводить до потепління клімату планети. Така дія техногенезу на думку вчених-кліматологів призведе в кінці XXI сторіччя до підвищення температури на Землі на 3–5° С. при цьому розпочнеться танення льодовиків північного і південного полюсів, що в свою чергу, призведе до підвищення рівня води в світовому океані і затоплення великих площ поверхні Землі.

Кислотні дощі - одна із найтяжчих форм забруднення навколишнього середовища, страшна хвороба біосфери. Вони утворюються внаслідок горіння палива. Через це в атмосфері утворюються слабкі розчини сірчаної і азотної кислот. Кислотні дощі підвищують кислотність водного середовища, призводячи його до кристалічного стану. Проникнення в ґрунт таких вод веде до зміни його структури, згубно впливає на мікроорганізми, розчиняє природні мінерали і цим самим забирають у рослин їх джерело живлення. Кислотні дощі за допомогою повітряних течій переміщуються з однієї країни в другу.

Забруднення атмосфери промисловістю, транспортом і теплогенеруючими установками призвело до захворювань багатьох порід дерев. Істинною катастрофою для планети стала ерозія ґрунтів, що є наслідком невдалого сільсько- і лісгосподарування. Кожну добу в світі гине від ерозії 110 га ґрунтів, що обробляються, а на відновлення родючого шару ґрунтів товщиною 2 см необхідно до 1000 років, і достатньо одного дощу, щоб його зруйнувати.

Нераціональна агротехніка, меліорація, застосування великої кількості хімічних сполук, розорюваність великих площ в сільському господарстві нанесли велику шкоду не тільки стану ґрунтів, але і всім живим істотам, що

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 004 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |

опинились в зоні їх діяльності, Екологічно кризовий стан України посилюється безвідповідальним ставленням керівників міністерств, відомств, підприємств різних форм власності, виконавчої влади на місцях, контролюючих державних органів, прорахунками у використанні природних ресурсів, відсутністю дійових екологічних важелів для ресурсозбереження і охорони природи. Цьому сприяють прорахунки в розміщенні виробничих сил держави, реальних повноважень у місцевих органів влади щодо контролю по використанню природних ресурсів.

Аналіз екологічної ситуації засвідчує, що головну загрозу являє не науково-технічний прогрес, а відсутність механізму регулювання відносин суспільства з природним середовищем і виробництвом, що призводить до небажаних змін природного середовища і нераціонального використання природних ресурсів.

|      |      |             |        |      |                           |      |
|------|------|-------------|--------|------|---------------------------|------|
|      |      |             |        |      | <b>КВ06.011 004 ДП ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |             |        |      |                           |      |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                           |      |

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Вхідні дані

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

| №  | Показники                                   | Найменування,<br>кількість                                                                                                        |
|----|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Найменування об'єкту                        | Система кондиціонування і вентиляції повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м <sup>2</sup> ., Київська обл. |
| 2. | Об'єм будівлі, м <sup>3</sup>               | 4800 (5 помешкань по 960 м <sup>3</sup> )                                                                                         |
| 3  | Матеріал будівлі                            | цегла                                                                                                                             |
| 4  | Кількість поверхів                          | 2                                                                                                                                 |
| 5  | Висота одного поверху, м                    | 3,5                                                                                                                               |
| 6  | Загальна висота будівлі разом із горищем, м | 8,7                                                                                                                               |
| 7  | Додаткові нежилі приміщення                 | Неопалювані та неохолоджувані горище та підвал                                                                                    |
| 8  | Система охолодження                         | безпосередня                                                                                                                      |
| 9  | Холодоагент                                 | R410A                                                                                                                             |
| 10 | Заправка мастилом, л                        | 8                                                                                                                                 |
| 11 | Марка мастила                               | PLANETELF ACD 32                                                                                                                  |
| 12 | Ступінь автоматизації                       | повна                                                                                                                             |
| 13 | Заправка холодильним агентом, кг            | 16                                                                                                                                |
| 14 | Стан об'єкту                                | новий                                                                                                                             |
| 15 | Тип обладнання                              | агрегатоване                                                                                                                      |
| 16 | Тип системи кондиціонування                 | VRV                                                                                                                               |

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 54   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |



Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

| № | Перелік<br>обладнання                           | Марка                    | Кіль-<br>кість<br>, шт. | Холодо-<br>продукт<br>ивність,<br>кВт | t <sub>0</sub><br>°C | Тепло-<br>продуктив-<br>ність,<br>кВт | Номін<br>альна<br>потуж<br>ність<br>електр<br>одвигу<br>на,<br>кВт | Ціна,<br>грн. |
|---|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Зовнішній<br>блок<br>Mitsushito                 | MDVI-<br>V450W/C<br>SDN1 | 1                       | 45                                    | -8                   | 60                                    | 14                                                                 | 373000        |
| 2 | Внутрішній<br>блок<br>Mitsushito                | MFT2-<br>400G30          | 10                      | 3,6                                   | -8                   | 5,4                                   | 0,06+<br>1,1                                                       | 8840          |
| 3 | Припливна<br>установка<br>вентиляції<br>ВЕНТС   | МПА<br>1800 В            | 1                       |                                       |                      |                                       | 0,49                                                               | 21200         |
| 4 | Рекуператор<br>повітря<br>системи<br>вентиляції | Prano<br>440S            | 1                       |                                       |                      |                                       | 0,31                                                               | 42232         |

## 5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_m = C_n \cdot K_n, \quad (5.1)$$

де  $C_n$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_n$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_m = 373500 \cdot 1 + 8840 \cdot 10 + 21200 \cdot 1 + 42232 \cdot 1 = 525332 \text{ грн.}$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

| № | Найменування обладнання                     | Тип, марка       | Кількість, шт. | Ціна за 1 обладнання, грн. | Сумарна вартість, грн. |
|---|---------------------------------------------|------------------|----------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | Зовнішній блок Mitsushito                   | MDVI-V450W/CSDN1 | 1              | 373000                     | 373000                 |
| 2 | Внутрішній блок Mitsushito                  | MFT2-400G30      | 10             | 8840                       | 88400                  |
| 3 | Припливна установка вентиляції ВЕНТС        | МПА 1800 В       | 1              | 21200                      | 21200                  |
| 4 | Рекуператор повітря системи вентиляції      | Prano 440S       | 1              | 42232                      | 42232                  |
| 5 | Разом сумарна вартість основного обладнання |                  |                |                            | 525332                 |
| 6 | Вартість іншого обладнання                  |                  |                |                            | 52533,2                |
|   | Витрати на монтаж і транспорт               |                  |                |                            | 78799,8                |
|   | Загальна вартість                           |                  |                |                            | 656665                 |

Загальна вартість капіталовкладень  $K_v$  в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_v = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}}, \quad (5.2)$$

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

$$K_v = 4800000 + 656665 = 5456665$$

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 56   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## 5.3 Розрахунок цехових витрат

### 5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах  $Q_{ст}$  в тис кДж, розраховується за формулою:

$$Q_{ст} = \sum (Q_0 \cdot K_{л} \cdot 19440), \quad (5.3)$$

де  $Q_0$  – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

$K_{з}$  – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту.

$$Q_{ст} = 81 \cdot 0,76 \cdot 19440 = 1196726,4 \text{ тис. кДж}$$

### 5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном та змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

| Статі витрат                                                    | Умовні значення та розрахунок                                           | Сума, грн. |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.Сумарна холодопродуктивність, кВт                             | $\sum Q_0$                                                              | 81         |
| 2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт                  | $q_a$                                                                   | 4,4        |
| 3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах                 | $K_p$                                                                   | 1,05       |
| 4. Ціна 1 кг фреону, грн.                                       | $Z_{x.a.}$                                                              | 345,0      |
| 5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати                 | $K_{x.a.}$                                                              | 1,15       |
| 6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.                   | $C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$ | 148471,8   |
| 7.Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг | $m$                                                                     | 8          |
| 8.Кількість компресорів, шт;                                    | $n$                                                                     | 10         |
| 9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах                         | $K_b$                                                                   | 1,2        |
| 10.Кількість разів змін масла за рік                            | $R$                                                                     | —          |

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 57   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

Продовження таблиці 5.4

|                                                       |                                                         |           |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 11.Середня ціна 1 кг мастила, грн;                    | $Z_M$                                                   | 134,0     |
| 12.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн | $K_M$                                                   | 1,14      |
| 13. Витрати на поповнення мастила, грн.               | $C_{M=m \cdot n \cdot K_B \cdot R \cdot Z_M \cdot K_M}$ | 14664,96  |
| 14.Разом:                                             | $C_p = C_{x.a} + C_M$                                   | 163136,76 |
| 15.Інші витрати (5%)                                  | $C_i = C_p \cdot 5/100$                                 | 8156,84   |
| 16.Усього:                                            | $C_{д.м} = C_p + C_i$                                   | 171293,6  |

### 5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок споживання силової електроенергії

| № | Споживачі електроенергії               | Тип, марка обладнання | Ном.п отуж ність, кВт | Коеф. викори стання облад- нання | Кільк ість устат куван ня | Фонд робочо го часу, годин | Загальна потреба електроен ергії, кВт.год          | Витрати на силову електроен ергію в грн |
|---|----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|   | Вихідні дані                           |                       | Wh.                   | Кв.об.                           | Куст.                     | Чрік                       | $W_{заг} = Wh \cdot K_{в.об} \cdot K_{у.}$<br>Чрік | $C_w = W_{заг} \cdot C_e$               |
| 1 | Зовнішній блок Mitsushito              | MDVI-V450W/ CSDN1     | 14                    | 0,85                             | 1                         | 5400                       | 64260                                              | 276318                                  |
| 2 | Внутрішній блок Mitsushito             | MFT2-400G30           | 0,06 +1,1             | 0,85                             | 10                        | 5400                       | 53244                                              | 228949,2                                |
| 3 | Припливна установка вентиляції ВЕНТС   | МПА 1800 В            | 0,49                  | 0,7                              | 1                         | 3000                       | 1029                                               | 4424,7                                  |
| 4 | Рекуператор повітря системи вентиляції | Prano 440S            | 0,31                  | 0.7                              | 1                         | 3000                       | 651                                                | 2799,3                                  |
|   | Всього                                 | —                     | 15,96                 | —                                | 13                        | —                          | —                                                  | 512491,2                                |

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot C_e \quad (5.4)$$

де  $C_e$  – ціна 1кВт електроенергії, грн.

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 58   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

### 5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 1 працівника 6 розряду для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу - 440 годин.

### 5.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{cl} = \frac{ЗП}{Г}, \quad (5.5)$$

де: ЗП – мінімальна заробітна плата, встановлена державою, грн.;

Г – кількість годин роботи у місяць.

$$T_{cl} = \frac{6700}{164} = 40,85 \text{ грн.}$$

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.01.2023 дорівнює 6700 грн.

6700 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн.

164 годин – середньомісячна кількість робочих годин ( $1987/12=164$ )

Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год.

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{cl} \cdot TK_6, \quad (5.6)$$

де ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу.

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_{c(6p)} = 40,85 \cdot 1,8 = 73,53 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K, \quad (5.7)$$

де  $T_c$  – середня годинна тарифна ставка, грн.;

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 59   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

$E_{\phi}$  – ефективний фонд робочого часу, годин;

$K$  – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D \quad (5.8)$$

де  $T_{\phi}$  – тарифний фонд зарплати, грн.;

$D$  – сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати):

$$\sum D = T_{\phi} \cdot \frac{25}{100} \quad (5.9)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D = \frac{T_{\phi} \cdot d}{100} \quad (5.10)$$

де  $d$  – відсоток додаткового фонду (10%);

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi} \quad (5.11)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = \frac{P_{\phi} \cdot p}{100} \quad (5.12)$$

де  $p$  – відсоток відрахувань від річного фонду (ЄСВ=22%).

Розрахунки заносяться у таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок фонду оплати праці

| Назва показника                                                                                  |  | Формула                                       | Розрахунок |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|------------|
| $T_c$ – середня годинна тарифна ставка, грн                                                      |  | $T_c$                                         | 73,53      |
| $E_{\phi}$ – ефективний фонд робочого часу, годин.                                               |  | $E_{\phi}$                                    | 440        |
| $K$ – кількість працівників компресорного цеху                                                   |  | $K$                                           | 1          |
| $T_{\phi}$ - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу                                |  | $T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$ , грн | 32353,2    |
| $D$ - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати). |  | $\sum D = T_{\phi} \cdot 25 / 100$ , грн      | 8088,3     |

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 60   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

|                                                      |                                                 |         |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|
| О <sub>ф</sub> - основний фонд заробітної плати      | $O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$                  | 40441,5 |
| Д <sub>ф</sub> - додатковий фонд заробітної плати    | $D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d)/100, \text{грн}$ | 3235,3  |
| Р <sub>ф</sub> - річний фонд                         | $P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{грн.}$   | 43677   |
| Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати | $B_c = (P_{\phi} \cdot p)/100, \text{грн}$      | 9609    |

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 61   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## 5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

Собівартість одиниці холоду  $C_{\text{ст.заг.1000кДж}}$  в грн, розраховується за формулою:

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}} \quad (5.13)$$

де  $C_{\text{ст}}$  – цехова собівартість, грн.;

$Q_{\text{ст}}$  – річний виробіток холоду, тис. кДж.

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{811472,7}{1196726,4} = 0,68 \text{ грн.}$$

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 5.7 – Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

| № | Статті витрат                                 | Сума витрат, грн.          |                         |
|---|-----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|   |                                               | На річний виробіток холоду | На одиницю холоду, грн. |
| 1 | Допоміжні матеріали                           | 171293,6                   | 0,14                    |
| 2 | Зарплата виробничих працівників               | 43677                      | 0,04                    |
| 3 | Відрахування від зарплати                     | 9609                       | 0,01                    |
| 4 | Електроенергія силова                         | 512491,2                   | 0,43                    |
| 5 | Цехові витрати (ЗПвир.прац.*(0,2)             | 8735,4                     | 0,01                    |
| 6 | Амортизація обладнання(10%)                   | 65666,5                    | 0,05                    |
| 7 | Разом цехова собівартість ( $C_{\text{ст}}$ ) | 811472,7                   | 0,68                    |

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 62   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |



## 5.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

| №  | Показники                                | Кількість                                                                                                             |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Найменування об'єкту                     | Система кондиціонування і вентиляції повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною пло-щею 630 м2., Київська обл. |
| 2  | Система охолодження                      | безпосередня                                                                                                          |
| 3  | Холодильний агент                        | R410A                                                                                                                 |
| 4  | Марка масла                              | PLANETELF<br>ACD 32                                                                                                   |
| 5  | Ступінь автоматизації                    | повна                                                                                                                 |
| 6  | Сума капіталовкладень, грн               | 5456665                                                                                                               |
| 7  | Холодопродуктивність компресорів, кВт    | 81                                                                                                                    |
| 8  | Кількість компресорів, шт.               | 10                                                                                                                    |
| 9  | Річний виробіток холоду , тис. кДж.      | 1196726,4                                                                                                             |
| 10 | Цехова собівартість, грн.                | 811472,7                                                                                                              |
| 11 | Собівартість одиниці холоду, грн..       | 0,68                                                                                                                  |
| 12 | Чисельність виробничого персоналу, осіб. | 1                                                                                                                     |

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціювання повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м<sup>2</sup>, Київська обл. з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,68 грн. за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проєкт системи вентиляції і кондиціювання повітря для таун-хаусу на п'ять квартир загальною площею 630 м<sup>2</sup>, Київська обл. можна вважати доцільним та економічно вигідним.

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | КВ06.011.005 ДППЗ | Акр. |
|     |      |          |        |      |                   | 64   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

### Вступ

Охорона праці може відігравати подвійну роль в інтенсифікації виробництва: з одного боку при ігноруванні принципів охорони праці можуть виникнути ризики порушення умов праці з наслідками негативної дії на здоров'я працівників, зниження продуктивності праці, а з іншого – охорона праці може стати важливим кроком успішної інтенсифікації виробництва.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці.

В розділі охорони праці дипломного проекту розглядається питання розробки системи кондиціювання і вентиляції повітря фітнес центру.

#### 6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що мають місце при роботі системи кондиціювання і вентиляції повітря

Якщо вентиляція в спортзалі недостатньо продумана, то результатом може стати задуха і поява неприємних запахів, від чого природним чином знижується продуктивність тренувань, спортсмен починає скаржитися на задишку і в підсумку вже не бажає відвідувати цей заклад в наступний раз..

Не менш поширеним проблемами є грибок і пліснява, які утворюються внаслідок підвищеної вологості повітря. Чи варто говорити про те, що подібні прояви завдають шкоди здоров'ю клієнта, зустрічаючись в душових, басейні, роздягальнях, що неминуче позначаються на репутації закладу.

#### 6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Фітнебс-центри і спортзали відносяться до числа тих приміщень, для яких особливо важливо забезпечити якісний підвищений повітрообмін, в кілька разів більше того, що організовується в будинках, квартирах або офісах. Пов'язанго це з високою фізичною активністю людей, а тому розрахувати вентиляцію необхідно з

|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

розрахунком на 6-8 кратний повітрообмін, враховуючи число займаються, рівень фізичних навантажень, планування будівлі і тип занять.

Згідно зі стандартами БНіП, кожна будівля, де перебувають люди, повинна мати систему вентиляції..

У приміщенні фітнес-клубу або спортивного залу, де відвідувачі активно займаються фізичними вправами, вентиляція є особливо актуальною. Вона забезпечує приплив у приміщення необхідної кількості повітря. Так повітря в приміщенні не застоюється і постійно оновлюється. Важливою властивістю є і здатність захищати дихальну систему людини від шкідливих частинок, що знаходяться у повітрі (наприклад, вихлопні гази, які можуть потрапляти у повітря через відкрите вікно) або неприємний запах.

Важливо враховувати розміри клубу – чим менше приміщення для фізичних вправ, тим швидше через виділення вуглекислого газу, тепла та запахів погіршуватиметься якість повітря. Тому залежно від розміру спортивного залу та кількості людей, що постійно присутні у ньому, оновлення повітря має виконуватись відповідно до встановлених норм. Доведено, що при поганому мікрокліматі тренування стають менш ефективними, що призводить до зниження результатів спортсменів та погіршення їх здоров'я.

Чинний СНиП 2.08-02-89\* «Громадські будівлі та споруди» та довідковий посібник до СНиП «Проектування спортивних залів, приміщень для фізкультурно-оздоровчих занять та критих ковзанок зі штучним льдом » передбачають подачу 80 м3/год. на глядача.



|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

Найчастіше у фітнес-клубі необхідно оновлювати повітря, тому що без його постійного припливу знаходитися в приміщенні неможливо. При будівництві нового проекту часто вже передбачені високі стелі, що дозволяють зменшити кількість повітря, що надходить, тобто. повітря негаразд швидко насичується вуглекислим газом. Але через те, що у фітнес-клубі крім тренажерних залів є й багато інших приміщень: душові, масажні, комори, навчальні класи тощо, які вимагають меншої кратності оновлення повітря, необхідно передбачати різні вентиляційні системи для різних приміщень..

Вентиляційна система повинна максимально рівномірно розподіляти по приміщенню припливне повітря, одночасно утилізуючи відпрацьоване. У невеликих приміщеннях цілком впорається моноблочна установка припливу, для великих центрів краще використовувати повноцінну загально обмінну припливно-втяжну систему вентиляції.

### **6.3 Організація процесу повітряобміну в спортивному комплексі**

**Системи вентиляції та кондиціонування** - це системи які забезпечують процес видалення відпрацьованого повітря і заміни його зовнішнім з автоматичним підтриманням в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху повітря, перепаду тиску) з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей.

У приміщенні спортзалу завжди має бути багато вікон, які для більшої зручності слід оснастити автоматичним приводом, що дозволяє відкривати їх для провітрювання, що особливо актуально жарким літом. Припливно-втяжна система вентиляції – ще один параметр, який слід враховувати. Ретельно планується система витяжних шахт, так як з їх допомогою можна організувати природну тягу в спортивному залі. Якщо повітря ззовні очистити, то можна потурбуватися про більш продуманої приточно-втяжної системи вентиляції, оснащеної якісними фільтрами.

|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

Ні в якому разі не можна допускати виникнення протягів в залі, так як вони можуть згубно позначитися на здоров'ї спортсменів. Відкривати вікна в вітряну не рекомендується, так само як і встановлювати побутової кондиціонер або взагалі будь-яке єдине джерело подачі повітря.

Роздягальня, санвузол і душова – це ті приміщення, яке завжди повинні залишатися чистими. Додатково їх краще оснастити якісною і потужною витяжною, яка в більшості випадків поєднується. У душовій і санвузлі краще забезпечити підпір повітря, , таким чином, сторонні запахи точно не проникнуть в зал для тренувань.

Все кліматичне обладнання потрібно розташувати в недоступних місцях, або використовувати для його захисту спеціальні сітки, здатні протистояти спортивному інвентарю. Управляти такими приладами можна за допомогою пульта дистанційного керування.

При проектуванні вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

1. Обсяг припливу повітря  $L_{\text{п}}$  у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки  $L_{\text{в}}$ . Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%.
- 2 При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою — з нижньої зони.
- 3 Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека).
- 4 Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації і економічною.

**Кондиціонування повітря** – це створення автоматичного підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря.

|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

У відповідності з вимогами для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню. Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

#### **6.4 Загальні вимоги до безпеки в тренажерному залі:**

До занять в тренажерному залі допускаються особи, яку не мають протипоказань до занять з вагою, які мають нормальне самопочуття і температуру, без видимих ознак втоми, інфекційних захворювань, а також пройшли інструктаж з технік безпеки, пожежної безпеки.

У тренажерному зал повинна бути медична аптечка з набором необхідних медикаментів і перев'язувальних засобів для надання першої долікарської допомоги.

Перед тренуванням приміщення повинно бути провітреним і підготовленим до занять, але під час занять всі вікна повинні бути закриті.

#### **6.5 Пожежна безпека**

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. У приблизно 90% випадків до пожеж призводять: необережне поводження з вогнем; порушення правил монтажу та експлуатації електроустаткування і побутових електроприладів; порушення

|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

правил монтажу та експлуатації приладів опалення і теплогенеруючих установок; підпали; пустощі дітей із вогнем; несправність виробничого устаткування.

Отже, забезпечення пожежної безпеки є обов'язковою складовою виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій і підприємців.

У тренажерному залі слід дотримуватися правил протипожежної безпеки, знати план евакуації, і розміщення первинних засобів пожежогасіння. Тренажерний зал повинен бути забезпечений первинними засобами пожежогасіння.



Усі працівники повинні вміти користуватись наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння, знати місце їх знаходження.

Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м.

Швидке виявлення та сигналізація про виникнення пожежі, своєчасний виклик пожежних підрозділів та оповіщення про пожежу людей, що перебувають у зоні можливої небезпеки, дозволяє швидко локалізувати осередки пожежі, провести евакуацію та необхідні заходи щодо гасіння пожежі. Тому підприємства необхідно забезпечувати засобами зв'язку та системами пожежної сигналізації та оповіщення.



При виникненні пожежі вживаються заходи щодо гасіння пожежі та евакуації людей, проводка при цьому знеструмлюється, якщо пожежу можна загасити самотужки – організовується гасіння самотужки за допомогою вогнегасника чи інших первинних засобів гасіння, у інших випадках необхідно викликати службу порятунку. Заборонено користуватися відкритим вогнем у приміщеннях тренажерного залу.

**Вимоги безпеки в надзвичайній ситуації:**

1. При виникненні ситуації, що загрожує життю і здоров'ю тим, хто знаходиться в тренажерному залі, слід припинити заняття та евакуюватися з тренажерного залу згідно з планом евакуації.
2. При виникненні пожежі вживаються заходи щодо гасіння пожежі та евакуації людей, проводка при цьому знеструмлюється, якщо пожежу можна загасити самотужки – організовується гасіння самотужки за допомогою вогнегасника чи інших первинних засобів гасіння, у інших випадках необхідно викликати службу порятунку.

|      |      |             |        |      |                   |     |
|------|------|-------------|--------|------|-------------------|-----|
|      |      |             |        |      | КВ06.011.006 ДППЗ | Арк |
|      |      |             |        |      |                   |     |
| Вим. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                   |     |

## 7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Правила експлуатації холодильного устаткування

URL: <https://studopedia.org/4-174803.html>

2. Автоматизація холодильних установок

URL: <https://buklib.net/books/35540/>

3. Автоматика холодильних систем і установок від небезпечних режимів

URL: <https://kigp.ru/uk/avtomatizaciya-holodilnyh-ustanovok-avtomatika-holodilnyh-sistem-i-ustanovok/>

4. Прилади автоматики холодильних машин

URL: <https://tues.ru/uk/pribory-avtomatiki-holodilnyh-mashin-principy-avtomatizacii-holodilnyh/>

5. Техніка безпеки при експлуатації холодильного обладнання

URL: <https://studopedia.org/7-162552.html>

6. Характеристика швидкопсувних продуктів

URL: <https://studfile.net/preview/5153283/page:2/>

7. Явнель Б.К. Курсове та дипломне проектування холодильних установок

8. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компресорні машини та установки

9. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок

10. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2019-2021 р.

11. Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. Холодильні установки. Проектування: Учебний посібник

12. Канторович В.И. Гиль И. М. Пристрої, монтаж та ремонт холодильных установок.

13. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильна техніка. Властивості речовин.

|      |      |             |        |      |                    |      |
|------|------|-------------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |             |        |      | КВ06.011 007 ДП ПЗ | Арк. |
| Ізм. | Лист | № документа | Підпис | Дата |                    |      |