

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Боряк Віта Іванівна

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ  
БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

**Магістерська робота**  
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»  
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,  
ілюстративних та інших запозичень  
без коректного на них посилання*

Керівник роботи:

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Антоненко Сергій Сергійович**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

**Доц., к.т.н.**

\_\_\_\_\_ (наукове звання та наукова ступінь)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 11.11 до 08.12.2019	
2	Захист переддипломної практики	до 12.12.2019	
3	Виконання 1-го розділу	до 25.11.2019	
4	Виконання 2-го розділу	до 01.12.2019	
5	Виконання 3-го розділу	до 05.12.2019	
6	Виконання 4-го розділу	до 09.12.2019	
7	Виконання 5-го розділу	до 15.12.2019	
8	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2019	
9	Проходження перевірки на плагіат	до 21.12.19	
10	Проведення захисту роботи	з 23.12 до 29.12.2019	
11			
12			

Студент-магістр

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник випускної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 86 с., 5 таблиці, 5 рисунків, 5 додатки, 40 літературних джерел.

Графічні матеріали: генеральний та поверховий план забудови, що обстежується.

*Мета роботи:* проведення енергетичного обстеження системи енергопостачання багатоповерхового будинку і розробка рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів.

*Предметом дослідження* є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі багатоповерхового житлового будинку, аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

*Об'єктом* є використання енергоносіїв в буд.3 по проспекту Відрадному 92/3 в місті Київ.

*Методи дослідження:* економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

*Ключові слова:* ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

**Тема роботи – «Модернізація систем енергопостачання багатоповерхового житлового будинку»**

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	3
ВСТУП .....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ .....	8
2 ОБСТЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТА .....	12
2.1 Система опалення .....	12
2.2 Система вентиляції .....	14
2.2.1 Приміщення нежитлові (офісні) .....	14
2.2.2 Вентиляція житлової частини .....	16
2.2.3 Вентиляція паркінгу .....	17
2.2.4 Приміщення побутового призначення та допоміжні .....	18
2.3 Система водопостачання .....	18
2.3.1 Система холодного водопостачання .....	18
2.3.2 Система гарячого водопостачання .....	20
2.4 Система каналізації .....	21
2.4.1 Побутова каналізація .....	21
2.4.2 Виробнича каналізація .....	22
2.4.3 Дощова каналізація .....	23
2.4.4 Дренажна каналізація .....	23
2.5 Система електропостачання .....	24
2.5.1 Електрообладнання .....	24
2.5.2 Облік електроенергії та електроосвітлення .....	25
2.5.3 Захисні заходи .....	27
3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ .....	29
3.1 Методика проведення розрахунку .....	29
3.2 Проведення розрахунку .....	33
3.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкції .....	33
3.2.2 Розрахунок тепловтрат .....	35
3.2.3 Розрахунок теплової потужності системи теплопостачання будівлі .....	39
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ .....	42

4.1 Доцільність використання теплових насосів .....	42
4.1.1 Принцип дії теплового насоса .....	43
4.1.2 Вибір теплового насоса та розрахунок терміну окупності.....	47
4.2 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції .....	50
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>	<b>59</b>
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати при обслуговуванні системи енергопостачання будинку .....	59
5.1.1 Загальна характеристика досліджуваного об'єкту.....	59
5.1.2 Санітарно-епідеміологічне благополуччя та екологічна безпека.....	60
5.2 Права та обов'язки обслуговуючого персоналу .....	67
5.2.1 Загальні потреби безпеки.....	67
5.2.2 Права та обов'язки.....	68
5.2.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях .....	69
5.3 Дії працівників обслуговуючої організації під час ураження людини електричним струмом.....	70
5.3.1 Звільнення від дії електричного струму.....	71
5.3.2 Перша допомога потерпілому при ураженні електричним струмом	73
5.3.3 Транспортування потерпілого .....	76
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>78</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>82</b>
<b>ДОДАТОК Б .....</b>	<b>83</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>84</b>
<b>ДОДАТОК Г .....</b>	<b>85</b>
<b>ДОДАТОК Д.....</b>	<b>86</b>

## ВСТУП

Наступний матеріал ґрунтується на інформації з джерела [1]. «Виробництво енергії, яку ми споживаємо, завдає значної шкоди рослинному і тваринному світу, довкіллю, здоров'ю людини. Це змушує нас задуматись над можливостями ефективнішого використання енергії, що, безперечно, сприятиме збереженню навколишнього середовища і в той же час буде вигідно споживачу. Економія ресурсів і енергії – реальний спосіб зменшити витрати і зберегти довкілля для майбутніх поколінь.

Енергія у вигляді електричного струму, нафти або газу сама по собі не є корисною. Але робота чи інші способи використання енергії, отриманої з цих джерел – невід'ємна частина нашого повсякденного життя. Невидимі й безпечні джерела енергії можуть бути застосовані для одержання світла, тепла, механічної роботи тощо. Таке використання джерел енергії ми називаємо корисним застосуванням.

Енергія надає людині важливі "послуги" у вигляді тепла для обігрівання і готування їжі, забезпечує роботу промисловості і транспорту. Ми вже знаємо, що для отримання цієї енергії необхідне паливо - нафта, газ, вугілля, ядерне паливо, дрова та інші первинні джерела (сонце, вітер, вода). Для того, щоб одержати цю енергію, необхідне спеціальне устаткування, наприклад, печі, турбіни або двигуни та ін.

Використовуючи різні джерела енергії та технології ми будемо досягати різного корисного ефекту, оскільки значна кількість первинної енергії витрачається марно через недосконалу конструкцію та низьку ефективність експлуатації обладнання. Для зменшення витрат енергії при її перетворенні й зниженні негативного впливу її споживання на довкілля потрібно застосовувати передові знання з техніки, соціології та природничих наук.

З закону збереження і перетворення енергії ми знаємо, що енергія не виникає з нічого і не зникає в нікуди, а використану енергію не повернути. Отже, потрібно намагатися не витрачати енергію марно, бо запаси

енергоносіїв на Землі обмежені.

Прагнучи поліпшити життєві умови і знизити вплив на навколишнє середовище, люди постійно шукають нові методи і технології, що дозволяють ефективно використовувати енергію.

Для досягнення корисного ефекту ми повинні якомога повніше використовувати енергію і звести до мінімуму непродуктивні витрати. Це передусім: усунення витоків теплого повітря з помешкання, використання енергоефективних електроламп, економія гарячої води та багато іншого.

Якщо ми можемо послуговуватись енергією низької якості (тепло), не слід витрачати енергію високої якості (електричний струм). Це повинно зрозуміти суспільство. У процес формування екологічного світосприйняття кожного громадянина, створення нового способу життя повинні широко залучатися науковці, політики і громадськість. Організація суспільства, закони природи й економічні важелі повинні сприяти енергоефективності, збереженню корисних копалин, скажімо, шляхом вторинної переробки матеріалів, розвитку громадського транспорту тощо.»

## 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ

Об'єкт енергетичного обстеження – «Будівництво житлового-офісного комплексу з об'єктами торгівельного та соціально-побутового призначення на проспекті Відрадному, 93/2 у Солом'янському районі міста Києва» [2]  
ДОДАТОК А.

Об'єкт включає в себе (рис.1.1):

- 16-поверховий житловий будинок №1, який складається з секцій № 1, №2, №3, №4;
- житловий будинок №2, який складається з секцій №1, №2;
- 24-поверхові житлові будинки №3, №4, №5;
- 16-поверховий житловий будинок № 6, який складається з секцій №1, №2, №3;
- житловий будинок №7, який складається з секцій №1 (8 поверхів), №2, №3;
- дворівневий підземний паркінг, розрахований на 692 м/м.

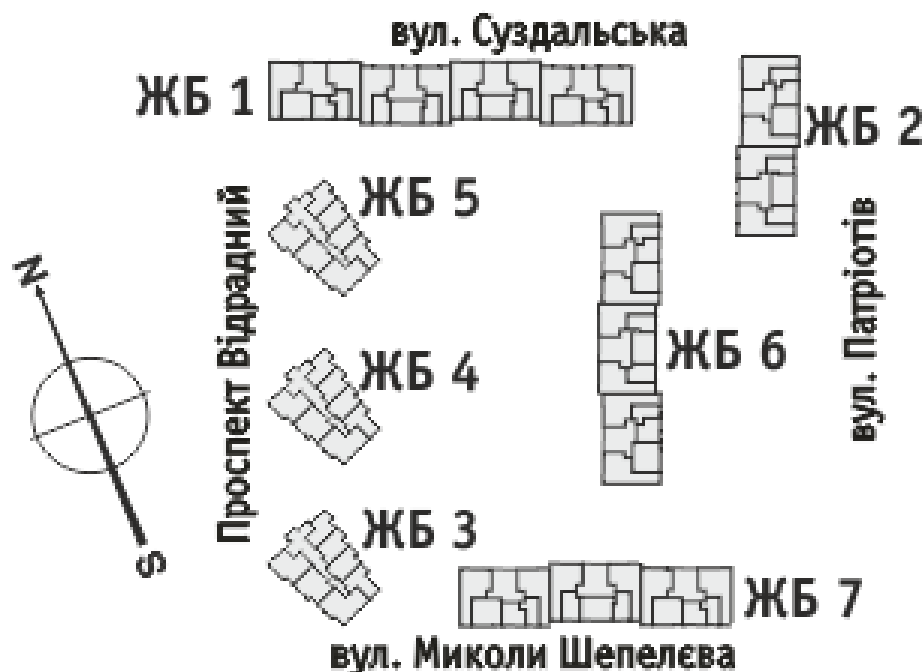


Рисунок 1.1 – Взаємне розміщення житлово-офісного комплексу [3].



Житлово-офісний комплекс містить такі приміщення:

## **I черга**

- **Будинок №1:**

16 поверхів - 706 мешканців;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 118 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну;

Вбудовані нежитлові приміщення(супермаркет Novus) - 30  
праців./зміна;

Режим роботи - 15 годин, в 1 зміну.

- **Будинок №2:**

16 поверхів - 353 мешканця;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 59 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

## **II черга**

- **Будинок №3:**

24 поверхи - 361 мешканець;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 39 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

- **Будинок №4:**

24 поверхи - 361 мешканець;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 39 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

- **Будинок №5:**

24 поверхи - 361 мешканець;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 39 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

### III черга

- **Будинок №6:**

16 поверхів - 532 мешканця;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 89 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

- **Будинок №7:**

8,16 поверхів - 436 мешканців;

Вбудовані нежитлові приміщення(офіси) - 89 чол;

Режим роботи - 8 годин, в 1 зміну.

### IV черга

- **Паркінг підземний** - 692 м/місць.

#### Кліматичні умови та параметри теплоносія

Географічна широта: 51° Пн.ш.

Барометричний тиск: 990 ГПа

Розрахункові параметри зовнішнього повітря:

Температура розрахункова:

- для проектування опалення - 22 °С
- для проектування вентиляції взимку - 22 °С
- для проектування вентиляції влітку + 23 °С
- для проектування кондиціонування взимку - 22 °С

- для проектування кондиціонування влітку + 28 °С
- середня температура опалювального періоду -0,1 °С
- температурна зона України 1
- кількість опалювальних днів на рік за  $t_z < 8$  °С 176 діб
- кількість градусодіб опалювального періоду 3538
- швидкість вітру взимку 4,2 м/сек
- швидкість вітру влітку 1 м/сек
- теплоносій подавального трубопроводу 90 °С
- теплоносій зворотного трубопроводу 90 °С.

## 2 ОБСТЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТА

### 2.1 Система опалення

Системи опалення запроектовані самостійні для житлових приміщень та нежитлових вбудованих приміщень (офісів). Комерційний облік тепла в індивідуальному тепловому пункті передбачається окремо для кожної групи споживачів.

Для всіх окремих користувачів (окремі квартири, вбудовані приміщення) проектом передбачається встановлення індивідуальних приладів обліку тепла. Теплові лічильники встановлюються на вузлах по поверхового підключення користувачів.

Опалення всіх приміщень проектується водяне, цілодобове, з місцевими опалювальними приладами – радіаторами імпортного виробництва «Rurgo», проєктовані з нижнім підводом теплоносія та вбудованим термостатичним клапаном, регульоване по температурі внутрішнього повітря у приміщенні.

На всіх опалювальних приладах передбачені автоматичні термоголовки типу «Danfoss». Згідно з п.6.4.7.7 до ДБН В.2.5-67:2013 [4] на стояках опалення встановлюються автоматичні балансувальні клапани з дренажним комплектом.

Система опалення житлових приміщень для будинку №1, будинку №2, будинку №6, будинку №7 запроектована водяна однострунна з нижньою розводкою магістральних трубопроводів в підвальному поверсі, або в приміщеннях для прокладки інженерних комунікацій та з розміщенням вертикальних стояків опалення в межах коридорів з установленням теплотічильників окремо на кожну квартиру.

Система опалення житлових будинків №3, №4, №5 запроектована водяна двотрубна, двострунна, з нижньою розводкою магістральних трубопроводів в підвальному поверсі або в приміщеннях для прокладки

інженерних комунікацій та з розміщенням вертикальних стояків опалення в межах коридорів з установленням теплолічильників окремо на кожную квартиру.

Опалення приміщень загального призначення (сходові клітини, холи, коридори) передбачається окремими гілками з встановленням балансувальної арматури на гілку. Опалювальні прилади приміщень загального призначення – панельні радіатори з боковим підключенням та встановленням термостатичних клапанів на кожний прилад. В коридорах опалювальні прилади розташовані на 2 м від підлоги, в сходових клітках – на 2,2 м від підлоги. В сходових клітках опалювальні прилади встановлюються в нижній частині сходової клітини.

Радіатори опалення встановлюються під віконними прорізами стін з встановленням тепловідбивної теплоізоляції між приладами й зовнішньою стіною згідно вимог ДБН В.2.6-31-2006 [5].

Поквартирне прокладання трубопроводів до кожного опалювального приладу запроєктовано у товщі підготовки підлоги поліетиленовими трубами PE-Ха«Rehau» в теплоізоляції «THERMAFLEX».

Прокладання магістральних трубопроводів систем опалення проєктоване відкрите по стінам та під стелею на підвісах до перекриття, або у комунікаційних шахтах.

Трубопроводи всіх систем опалення для магістралей та стояків виконуються зі сталевих водогазопроводних по ГОСТ 3262-75, та електрозварних труб по ГОСТ 10704-91, гілки підключення опалювальних приладів іноземного виробництва «Purmo» - поліетиленові труби PE-Ха «Rehau».

Магістральні трубопроводи, вертикальні стояки та горизонтальні гілки зі сталевих труб ізолювані тепловою ізоляцією зі спіненого поліетилену.

Трубопроводи з полімерних труб горизонтальних гілок систем опалення прокладаються в конструкції підлоги або за декоративними плінтусами в тепловій ізоляції зі спіненого поліетилену.

Комплектацію теплових подовжень сталевих трубопроводів (стояків, магістралей) передбачається за рахунок встановлення сильфонних компенсаторів та самокомпенсації за рахунок кутів поворотів. Компенсацію теплових подовжень поліетиленових трубопроводів передбачається за рахунок самокомпенсації прокладаючи труби в підлозі не по прямій лінії, зигзагоподібно.

Випуск повітря з систем опалення здійснюється автоматичними спускниками випуску повітря, які встановлюються в найвищих точках систем. Для випуску повітря та можливості зливу системи магістральні трубопроводи прокладені з ухилом. Випуск повітря з горизонтальних гілок системи радіаторного опалення здійснюється за допомогою кранів Маєвського, які встановлені в опалювальних приладах.

Спуск води з систем опалення здійснюється через дренажні крани, які встановлені в найнижчих точках систем. Для спуску води з системи опалення другої зони проектується дренажний стояк, в який зливається вода з усіх стояків. Відведення дренажної води з системи опалення здійснюється переносним дренажним насосом з приямків для збору дренажної води.

## 2.2 Система вентиляції

### 2.2.1 Приміщення нежитлові (офісні)

Основні шкідливі виділення, які забруднюють повітря приміщеннях:

- тепло, що надходить від людей, електрообладнання, електроосвітлення і крізь огорожувальні конструкції будівлі;
- водяна пара від людей.

Припливна вентиляція передбачена проектом в обсязі, який не нижче за санітарну норму надання свіжого зовнішнього повітря 60 м<sup>3</sup>/год. для однієї людини в умовах легкої роботи і при відсутності природного провітрювання (влітку метало-пластикові вікна за умови роботи системи кондиціонування

повітря не можна відчиняти). Розрахунки виконані при максимальному завантаженні приміщень працівниками в робочий час.

Приплив повітря до приміщень проєктований від припливно-витяжної системи за допомогою агрегатів ПВ1-ПВ37(будинок №1 - №7) із механічним спонуканням тяги припливу і витяжки, з очисткою повітря в карманних фільтрах, з утилізацією тепла у роторному рекуператорі, з додатковим нагріванням узимку та охолодженням улітку зовнішнього свіжого повітря в калорифері і охолоджувачі відповідно. Також передбачено глушіння шуму на повітропроводах припливу і витяжки.

Подача припливного повітря у приміщення від припливних систем зверху - униз, крізь розподільники повітря типу плафонів, які встановлені у площині підвісної стелі.

Витяжка повітря взимку й улітку буде забезпечена для вказаних приміщень також відповідно із врахуванням витрати на потреби до перепливу частки повітря до системи які обслуговують туалети та побутові приміщення.

Припливно-витяжні агрегати розташовуються за підшовною стелею в районі технічних чи допоміжних приміщень. Забір повітря для установок знаходиться вище рівня земля на 2 метри. Викид усмоктаного повітря витяжними системами проєктований вище за покрівлю високої частини споруди.

Теплоносій систем ПВ (будинок №1-№7) - електричні мережі. З санвузлів офісних приміщень проєктується механічна витяжна вентиляція окремими вентиляційними шахтами, приплив неорганізований з суміжних приміщень через перетічні ґрати в нижній частині дверей.

Для можливості забезпечення кондиціонування вбудованих приміщень за бажанням власника передбачається можливість встановлення системи кондиціонування повітря типу SPLIT.

Припливно-витяжна вентиляція офісних приміщень має бути конкретизована і відкоригована за бажанням власника після купівлі ними приміщень, з можливим влаштуванням систем кондиціонування повітря.

Витяжні канали для цих цілей закладені в будівельну частину проекту. Цим проектом передбачені умови для виконання таких систем у відповідності до чинних в Україні норм і правил.

### 2.2.2 Вентиляція житлової частини

Вентиляція житлових приміщень проектувана припливно-витяжна згідно до ДБН В.2.2-15-2005 [6] (зі змінами №1, №2, №3). Витяжна вентиляція з природним спонуканням з приміщень кухонь та санітарних вузлів передбачена за допомогою вентиляційних блоків заводського виготовлення; підключення збірних каналів до загального колектора проектується через поверх для уникнення потрапляння продуктів горіння з поверху на поверх. Для двох останніх поверхів передбачається примусова витяжна вентиляція за допомогою побутових вентиляторів. Для яких в будівельній частині проекту передбачені окремі витяжні канали. Для зменшення втрат тепла вентилятори обладнанні шаговим перемикачем швидкостей для регулювання витрати кількості повітря.

Приплив повітря до житлових кімнат природний неорганізований крізь фрамужні приладивікон. Віконні блоки згідно до архітектурних креслень мають режим нещільного прижимання створок з фіксатором для забезпечення постійного припливу повітря в приміщення. Витрати теплової енергії на нагрів взимку припливного повітря враховано у потужності приладів системи опалення житлових кімнат.

Для можливості забезпечення кондиціонування житлових приміщень за бажанням власника передбачається можливість встановлення системи кондиціонування повітря типу SPLIT.

Вентиляція приміщень насосних, електрощитових, машинного відділення ліфтів та інших технічних приміщень проектується згідно до ДБН В.2.2.15-2005[6] (зі змінами №1, №2, №3) та з розрахунку теплонадходження від обладнання та трубопроводів з механічним спонуканням. Постійного



робочого місця в цих приміщеннях немає.

Вентиляція машинних відділень ліфтів згідно завдання технолога проектується регульованою за допустимою температурою у теплий і холодний період року відкриттям заслінки з електромагнітним приводом за сигналом від датчика температури. При спрацюванні автоматичного пожежогасіння в приміщенні машинного відділення ліфтів ЛТПП заслінка закривається. Час закриття заслінки не перевищує 30 с. Після закінчення роботи установки пожежогасіння вмикається витяжна вентиляція газовиділення і відкривається заслінка. Газ видаляється з нижньої зони.

Викид повітря витяжними системами проєктований вище за покрівлю споруди.

При перетині повітропроводами протипожежних огорожуючих конструкцій встановлюються вогнезатримуючі клапани, що монтуються згідно з рекомендаціями заводу-виробника. В проєкті прийняті клапани КПВ виробництва «Веза». Нормативна вогнестійкість вертикальних транзитних повітропроводів забезпечується завдяки будівельним конструкціям.

Приплив та витяжка повітря здійснюється за допомогою регульованих вентиляційних решіток та плафонів. Для запобігання проникнення холодного повітря в приміщення навитяжних системах передбачаються зворотні клапани. Припливні системи обладнуються утепленими клапанами з електроприводами.

### 2.2.3 Вентиляція паркінгу

Вентиляція підземних паркінгів запроектована припливна та витяжна система згідно до ДБН В.2.3-15:2007 [7] із розрахунку асиміляції шкідливих речовин. Для кожного рівня паркінгу своя витяжна та припливна система вентиляції.

Припливне повітря від припливної установки «П1-П6» (для паркінгу на відм. – 7,500), «П7-П12» (для паркінгу на відм. -4,500) в кількості 80% від

витяжного подається вздовж проїздів паркінгу, видалення повітря з верхньої та нижньої зони витяжними системами "B1-B6" (для паркінгу на відм. -7,500) "B 7-B12" (для паркінгу на відм.-4,500) за сигналами спрацювання датчиків CO.

Висота викиду визначається розділом "Оцінка впливу на навколишнє середовище», але викид повинен бути вище покрівлі мінімум на 2м, закінчуватись факельним викидом.

#### 2.2.4 Приміщення побутового призначення та допоміжні

Для побутових приміщень і для приміщень допоміжного призначення обсяги обміну повітря визначені на підставі нормованих кратностей.

Витяжна вентиляція для туалетів проєктована з механічним спонуканням тяги витяжною системою. Приплив повітря в обсягах витяжки до туалетів здійснений шляхом перепливу з коридору, або суміжних приміщень крізь аераційні ґратки, які мають бути встановлені у стіні або у дверях.

Витяжка з приміщень насосних, теплових пунктів і технічних приміщень в нормованому обсязі проєктована з механічним спонуканням тяги окремими системами.

Викид повітря витяжними системами проєктований вище за покрівлю високої частини споруди.

### 2.3 Система водопостачання

#### 2.3.1 Система холодного водопостачання

В житлово-офісному центрі передбачені наступні системи водопроводу та каналізації (позначення відповідно до технічної документації [2]):

- система господарсько-питного водопроводу - B1 (дві зони);

- гаряче водопостачання - Т3, Т4 (дві зони);
- побутова каналізація - К1;
- внутрішні водостоки - К2;
- каналізація відводу дренажних вод після автоматичного пожежогасіння паркінгу - К13.
- дренажна каналізація напірна-К13Н.

Якість води в системі господарсько-питного водопостачання повинна відповідати вимогам ГОСТ 2874-82[8].

Температура води для системи гарячого водопостачання в місцях водорозбору повинна бути не нижче 50° С.

- мінімальний напір біля санітарних приладів 3-5 м та 7,5м біля квартирної пожежної крани;

- гідростатичний напір в системі господарсько-питного водопроводу на позначці найбільш низько розташованого санітарно-технічного приладу - не більше 45 м;

- гідростатичний напір в системі протипожежного водопроводу на позначці найбільш низько розташованого пожежної крани - не більше 90 м;

Загальна витрата води, згідно ДБН В.2.5-64:2012, з системи господарсько-питного водопроводу складає:

- **I черга - будинки №1 та №2 з «Novus»:**

- 433,69 м<sup>3</sup>/доб, 33,58 м<sup>3</sup>/год, 15,32 л/с, в тому числі на приготування гарячої води - 163,55 м<sup>3</sup>/добу, 23,03 м<sup>3</sup>/год, 10,96 л/с;

- **II черга - будинки №3, №4 та №5:**

- 404,11 м<sup>3</sup>/доб, 29,70 м<sup>3</sup>/год, 13,05 л/с, в тому числі на приготування гарячої води - 157,17 м<sup>3</sup>/добу, 19,95 м<sup>3</sup>/год, 9,18 л/с;

- **III черга - будинки №6 та №7:**

- 353,77 м<sup>3</sup>/доб, 25,59 м<sup>3</sup>/год, 10,73 л/с, в тому числі на приготування гарячої води - 136,54 м<sup>3</sup>/добу, 17,28 м<sup>3</sup>/год, 7,59 л/с;

- **IV черга -паркінг на 692 м/міся:**

- 9,52 м<sup>3</sup>/доб, 1,05 м<sup>3</sup>/год, 0,58 л/с, в тому числі на приготування гарячої води - 2,54 м<sup>3</sup>/добу, 0,80 м<sup>3</sup>/год, 0,45 л/с;

Витрата води на внутрішнє пожежогасіння житлової частини, згідно табл.1ДБН В.2.5-64:2012, становить - 5,0 л/с (2 струменя по 2,5 л/с) для будинків зумовною висотою 47 метрів і вище, 2,5 л/с (1 струмень по 2,5 л/с) для будинків зумовною висотою менше 47м.

Витрата води на внутрішнє пожежогасіння паркінгу, згідно ДБН В.2.3-15:2007 пункт 8.6 становить - 10,0 л/с (2 струменя по 5,0 л/с).

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння центру з підземним паркінгом згідно табл.4 ДБН В.2.5-74:2013 становить 30 л/с. Зовнішнє пожежогасіння забезпечується пожежними гідрантами на зовнішній мережі водопроводу.

Розрахункові напори води визначаються за умов подавання води на потрібну висоту із забезпеченням необхідного вільного напору з урахуванням усіх витрат вмережі.

### 2.3.2 Система гарячого водопостачання

В житлово-офісному центрі з підземним паркінгом запроектована система гарячого водопостачання з влаштуванням двох зон для житлової частини та окрема мережа для вбудованих приміщень. Приготування гарячої води відбувається в приміщеннях ІТП на позн.-3,000.

Приготування гарячої води на потреби супермаркету "NOVUS" відбувається в ТП "NOVUS" на позн.-3,000. На трубопроводі, який подає холодну воду в приміщення ІТП "NOVUS" встановлюється водомірний вузол з лічильником 420 РСДy25 для обліку гарячої води в супермаркеті.

Необхідні витрати та напори забезпечуються насосними установками підвищення тиску відповідно перших та других зон системи господарсько-питного водопроводу.

Приготування гарячої води для санвузла паркінгу передбачається

електроводонагрівачем "TATRAMAT" EO-30M ємністю 30 л, потужністю 2,0 кВт.

На циркуляційних стояках гарячого водопостачання встановлюються балансувальні вентиля фірми "Honeywell". На стояках системи гарячого водопостачання передбачаються компенсатори температурного розширення.

Рушніко-сушарки передбачаються електричні. Для забезпечення нормативної температури гарячої води передбачено влаштування примусової циркуляції. Циркуляційні насоси встановлюються в приміщеннях котельні. Згідно з ДБН В.1.1-7-2002 передбачено встановити в місцях перетинання трубопроводами гарячого водопостачання протипожежних перешкод та конструкцій з нормованими межами вогнестійкості спеціальні ущільнювальні діафрагми, що запобігають поширенню вогню та забезпечують нормовану межу вогнестійкості конструкції.

## 2.4 Система каналізації

### 2.4.1 Побутова каналізація

Система самопливної каналізації запроектована для відведення побутових стоків від житлових та вбудованих приміщень.

Відведення стоків побутової каналізації житлової частини будинків та вбудованих приміщень передбачається окремими випусками Ду100-150. Відведення стічних вод від санвузлів охорони паркінгу передбачається в напірному режимі насосною установкою "SOLOLIFT+WC-1", потужністю 400 Вт, виробництва фірми "GRUNDFOS" до зовнішньої самопливної мережі побутової каналізації.

Витрати побутових стоків прийняті рівними водоспоживанню на господарсько-питні потреби. Стояки внутрішньої побутової каналізації прокладаються в шахтах та нішах. Для забезпечення вентиляції стояки санвузлів житлової частини будинку виводяться вище покрівлі на 0,5 м; стояки

санвузлів вбудованих приміщень підключаються до стояків житлової частини вище підключення санітарних приладів.

Для збільшення пропускної спроможності стояків приєднання горизонтальних підключень здійснюється під кутом 45°.

В санітарних вузлах прокладання труб виконується над підлогою з наступною зашивкою.

Згідно з ДБН В.1.1-7-2002 [9] передбачено встановити в місцях перетинання трубопроводами побутової каналізації протипожежних перешкод та конструкцій з нормованими межами вогнестійкості спеціальні ущільнювальні діафрагми, що запобігають поширенню вогню та забезпечують нормовану межу вогнестійкості конструкції.

Внутрішні каналізаційні мережі виконуються з чавунних каналізаційних труб Ram Global.

#### 2.4.2 Виробнича каналізація

Система внутрішніх самопливних мереж виробничої каналізації відводить стоки від мийних ванн, рукомийників та технологічного обладнання супермаркету "Novus" окремим випуском до внутрішньо квартальної мережі побутової каналізації, що проектується. На випуску виробничої каналізації встановлюється сепаратор жиру "Bio-Vox-Gp" продуктивністю 4 л/с (виробництва ТОВ «Аквантіс»).

До системи виробничої каналізації передбачено підключити також трапи Ду100, які встановлюються в технологічних приміщеннях супермаркету.

Для запобігання переміщенню вогню при пожежі крізь отвір трапу передбачено застосування тропів з протипожежними муфтами фірми НЛ.

Випуски від технологічного обладнання приєднуються до мережі з розривом струменя не менше ніж 20 мм - через воронку з сифоном.

Підключення виробничих мийок передбачено окремим сифоном Ф50 від

кожного відділення. Для забезпечення вентиляції системи виробничої каналізації на кінці найбільш високо розташованих ділянок передбачається встановлення вентиляційних клапанів.

Згідно з ДБН В.1.1-7-2002 передбачено встановити в місцях перетинання газопроводами виробничої каналізації протипожежних перешкод та конструкцій нормованими межами вогнестійкості спеціальні ущільнювальні діафрагми, що запобігають поширенню вогню та забезпечують нормовану межу вогнестійкості конструкції.

Внутрішні каналізаційні мережі виконуються з високоміцних чавунних труб RamGlobal Ду50-100.

#### 2.4.3 Дощова каналізація

Система внутрішньої дощової каналізації запроектована для відведення дощових та талих вод з покрівлі житлових будинків та покрівлі паркінгу.

Відведення стоків дощової каналізації з покрівлі житлових будинків передбачається випусками Ду150 до зовнішньої мережі дощової каналізації. Відведення дощових вод з кровлі паркінгу передбачено окремою мережею до зовнішньої мережі дощової каналізації.

Внутрішні мережі дощової каналізації прокладаються чавунних каналізаційних труб RamGlobal Ду 100-150 мм. Водостічні воронки прийняті з електропідігрівом фірми "HL".

Згідно з ДБН В.1.1-7-2002 передбачено встановити в місцях перетинання трубопроводами дощової каналізації протипожежних перешкод та конструкцій з нормованими межами вогнестійкості спеціальні ущільнювальні діафрагми, що запобігають поширенню вогню та забезпечують нормовану межу вогнестійкості конструкції.

#### 2.4.4 Дренажна каналізація

Систему дренажної каналізації передбачено для:

- відведення випадкових стоків з приміщень насосних станцій водопостачання та АУПГ;
- відведення води після пожежогасіння паркінгу.

Для збирання дренажних вод в приміщеннях ІТП, насосних станцій водопостачання та АУПГ передбачаються приямки. В приямках встановлюються занурювальні насоси UniliftKP250-A-1 продуктивністю  $Q=7$  м<sup>3</sup>/год.,  $H=4,5$  м,  $N=0$ , 3кВт. Насоси обладнані поплавковими вимикачами та працюють в автоматичному режимі від рівня води в приямках. В приямку встановлюється один насос. Резервний насос зберігається на складі.

Відведення дренажних вод у напірному режимі передбачено до мереж внутрішньої дощової каналізації через петлю гасіння напору. Для відведення води після пожежі у паркінгу передбачається система лотків. Стічні води від лотків відводяться до приямків.

В приямках встановлюються занурювальні насоси UniliftKP 350-A-1 продуктивністю  $Q=10$  м<sup>3</sup>/год,  $H=6,0$  м,  $N=0,7$  кВт. Насоси обладнані поплавковими вимикачами та працюють в автоматичному режимі від рівня води в приямках. В приямку встановлюється один насос. Резервний насос зберігається на складі.

Відведення дренажних вод у напірному режимі передбачено до мережі зовнішньої дощової каналізації через колодязь гасіння напору. Всі насосні установки прийняті фірми "Grundfos", мають сертифікат відповідності Системи сертифікації УкрСЕПРО. Мережі дренажної каналізації прокладаються зі сталевих електрозварних емальованих труб по ТУ.

## 2.5 Система електропостачання

### 2.5.1 Електрообладнання

По категорії надійності електропостачання електроспоживачі комплексу, що проектується відносяться переважно до II категорії.



До споживачів категорії супермаркету відносяться сигналізація загазованості, аварійне освітлення, протипожежні пристрої, комп'ютерні навантаження, ліфти. І категорії живлення споживачів І категорії передбачається через ДБЖ – вимога Замовника.

До споживачів категорії житлових будинків відносяться системи протипожежного захисту, сигналізації загазованості, ліфти, аварійне освітлення та світло огороження.

Основними силовими електроспоживачами є побутове обладнання, ліфти. В якості головних розподільних щитів використовуються ВРП. Живлення ВРП здійснюється безпосередньо від РУ-0,4 кВ ТП. Для підвищення коефіцієнту потужності передбачається встановлення комплектних автоматичних конденсаторних пристроїв.

Мережі виконуються кабелями та проводами з мідними жилами з ізоляцією з помірним димоутворюванням та не поширюючою горіння марки ВВГнгд та ПВ1нгд, що відповідають вимогам п. 4.36 ДБН В.2.5-23:2010.

Живлення споживачів протипожежних пристроїв передбачається кабелями з вогнестійкою безгалогеновою ізоляцією FLAME-X 950 (N)HXH FE180/E90, які зберігають свої функції при температурі 75 °С протягом 780 хвилин.

Проходи кабелів через перекриття виконуються в сталевих гільзах та ущільнюються вогнестійкими матеріалами.

## 2.5.2 Облік електроенергії та електроосвітлення

Облік витрати електричної енергії передбачається в місцях балансового розгалуження з енергопостачальною організацією.

Розрахункові лічильники активної та реактивної електроенергії типу "НІК 2303L" прямого та трансформаторного включення виробництва групи встановлюються на ВРП споруди.

Облік електроенергії квартир виконуються лічильниками прямого включення НІК 2303L АП2Т 1080 МСЕ, що встановлюються в поверхових щитках.

В приміщеннях споруди прийнята головним чином система загального освітлення. Проектом передбачається робоче та аварійне освітлення. Аварійне освітлення поділяється на евакуаційне та освітлення безпеки.

Система керування евакуаційним освітленням: ліфтових холів, площадок перед ліфтами, першого поверху, сходів, вестибулів, під'їздів і входів у будинки здійснюється по заданим програмам.

Освітлення безпеки передбачається в приміщенні електрощитової, тепlopункту, насосної тощо з управлінням від звичайного вимикача. Евакуаційне освітлення передбачено: у місцях, небезпечних для проходу людей, у проходах і на сходах, які використовуються для евакуації людей, при чисельності евакуйованих понад 50 чоловік; на сходових клітках житлового будинку.

Для управління робочим освітленням передбачається встановлення вимикача з затримкою часу з можливістю включення на поверсі.

В приміщеннях електрощитових та інших технічних приміщеннях передбачене переносне ремонтне освітлення з встановленням трансформаторів 220/36В.

Напруга мережі робочого і аварійного освітлення 220 В.

В якості джерел світла використовуються переважно люмінесцентні лампи. Лампи розжарювання використовуються для освітлення технічних приміщень, ліфтових шахт тощо.

Світильники прийняті виробництва ТД, Світлотехніка". Світлові покажчики, прийняті з вбудованими акумуляторними батареями.

В якості групових щитків освітлення використовуються щитки типу УЩОВ, НЩОВ з автоматичними вимикачами.

Для групових мереж електроосвітлення використовують кабельну продукцію з ізоляцією, яка не поширює горіння (за ГОСТ 12176-89 [10], має

помірну димоутворювальну здатність та малонебезпечними за токсичністю продуктів горіння.

Мережі аварійного (евакуаційного) освітлення виконуються кабелями з вогнестійкою безгалогеновою ізоляцією марки FLAME-X 950 (N)HXH FE180/E30, які зберігають свої функції при температурі 750°C протягом 30 хвилин та прокладаються відкрито по лотках та на скобах.

### 2.5.3 Захисні заходи

У відповідності з ДСТУ Б В.2.5-38-2008 ("Улаштування блискавко-захисту будівель і споруд") проектом передбачається блискавко-захист будинку по III категорії.

В спорудах прийнята система заземлення TN-C-S з використанням окремого заземлюючого провідника (5-го - в трифазній мережі, 3-го - в однофазній мережі).

Усі металеві частини електрообладнання, які у нормальних умовах не є струмоведучими, але, які внаслідок аварії можуть опинитись під напругою підлягають заземленню.

На вводі в споруду передбачено створення системи зрівнювання потенціалів шляхом об'єднання таких провідних частин:

- основний (магістральний) захисний провідник;
- основний (магістральний (заземлюючий) провідник;
- сталеві труби комунікацій будинку;
- металеві частини будівельних конструкцій, систему центрального опалення, вентиляції;
- заземлювач ТП.

До системи зрівнювання потенціалів повинні бути підключені РЕ провідники всього електрообладнання.

Передбачено встановлення ПЗВ на лініях, що живлять штепсельні розетки. Електрощитові укомплектовуються захисними засобами: діелектричними килимами, рукавицями, чоботами і таке інше.

### 3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

#### 3.1 Методика проведення розрахунку

Наведені у роботі методики розрахунку теплотехнічних параметрів будинку ґрунтуються на інформації з джерел [11; 12].

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій  $R_{\Sigma пр}$ ,  $м^2 \cdot К/Вт$  повинний бути не менше за встановлених значень  $R_{q_{min}}$ , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на  $3^{\circ}C$  та більше, обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q_{min}}, \quad (3.1)$$

де:  $R_{\Sigma пр}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $м^2 \cdot К/Вт$ ;

$R_{q_{min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $м^2 \cdot К/Вт$ .

Мінімально допустиме значення,  $R_{q_{min}}$ , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей та воріт громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища [11].

Термічний опір і-го шару конструкції, що розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (3.2)$$

де:  $\delta_i$  – товщина і-го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К) [11].

Приведений опір теплопередачі,  $R_{\Sigma PP}$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, непрозорої огорожувальної конструкції при перевірці виконання умови за формулою (3.1) розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma PP} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} \quad (3.3)$$

де:  $\alpha_B, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К) [11];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_i$  – термічний опір і-го шару конструкції, згідно формули (3.2), м<sup>2</sup>·К/Вт.

Якщо  $R_{\Sigma PP} < R_{q_{min}}$  – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їхнього опору теплопередачі.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі при їх дійсному стані:

$$Q_0 = \frac{F_{огр}}{R_{\Sigma PP}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де:  $F_{\text{огр}}$  – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma\text{ПР}}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$t_{\text{в}}, t_{\text{з}}$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря [11].

Тепловтрати через огорожувальні конструкції при нормованих

$R_{q\text{min}}$ :

$$Q_0 = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{q\text{min}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків:

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

де:  $Q_{\text{ст}}$  – тепловтрати зовнішні стіни приміщень, Вт;

$\beta_{\text{ор}}$  – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації приймати  $\beta_{\text{ор}} = 0,13$  – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні.

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами:

$$Q_{\text{ндл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot Q_{\text{ндл}}, \text{ Вт} \quad (3.7)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c(t_B - t_3), \text{ Вт} \quad (3.8)$$

де:  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $1,005 \text{ кДж/кг}^{\circ}\text{C}$  ;  
 $t_B, t_3$  – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$G_{\text{н вкн}}$  - кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ;

$F_{\text{вкн}}$  - площа віконних прорізів,  $\text{м}^2$ .

У випадку тільки витяжної вентиляції (природної) з припливом зовнішнього повітря крізь нещільності огорожувальних конструкцій або крізь спеціальні вентиляційні отвори розрахунок втрат теплоти на вентиляцію  $Q_6$ , Вт, виконується за такою залежністю:

$$Q_6 = 0,28 \times V_{\text{п}} \times c \times \rho \times (t_{\text{в}} - t_{\text{з.п}}) \times n_{\text{к}} \times k_{\text{в}}, \quad (3.9)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $c = 1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{в}}, t_{\text{з.п}}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря;

$V_{\text{п}}$  – внутрішній об'єм приміщення (будівлі),  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_{\text{к}}$  – кратність повітрообміну приміщення,  $\text{год}^{-1}$  [12];

$k_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення



внаслідок розташування в ньому різного обладнання (беруть  $k_V = 0,85 - 1,0$ ).

Середня кратність повітрообміну житлового будинку  $n_k$ , год

<sup>1</sup>, визначається за формулою:

$$n_k = (3 \times F_{ж}) / (v_V \times V_{П}) \quad (3.10)$$

де  $F_{ж}$  – площа (опалювальна площа) квартир житлового будинку [12];

$V_{П}$  – внутрішній опалювальний об'єм приміщення ужитловому будинку, м<sup>3</sup>;

$v_V$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних беруть  $v_V = 0,85$ .

### 3.2 Проведення розрахунку

#### 3.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівлі, яка обстежується, отримані відповідно до методики наданій у документації та представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i$ , м	Тепло-провідність $\lambda_i, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma np}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Стіни	Цементно-піщана стяжка	0,01	0,81	2,67	3,3
		Газоблок	0,25	0,58		
		Базальтова вата	0,12	0,059		

		Розчин вапняно-піщаний	0,01	0,93		
2	Суміщене покриття	Залізобетонна плита	0,26	2,04	5,25	5,35
		Керамзит	0,15	0,26		
		Руберойд	0,01	0,17		
		Плити пінополістерольні	0,22	0,053		
		Щебінь	0,04	0,12		
3	Вікна	Пластикові	–	–	0,68	0,75
4	Підлога [12]	Перекриття (залізобетонне)	0,38	2,04	3,21	3,75
		Гідроізоляція (перліт )	0,10	0,108		
		Гравій (підстильний шар )	0,12	0,13		
		Спінений пінополіетилен (вирівнювальний шар)	0,04	0,047		
		Розчин цементно-піщаний	0,05	0,81		

		Плити керамічні	0,015	1,1		
5	Двері [14]	Сталь	0,0015	58	0,47	0,5
		Мінеральна вата	0,02	0,079		
		МДФ накладка (дерево)	0,01	0,18		

Отримані результати свідчать про відповідність дійсного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій нормативним вимогам [13, табл.3]. Можна зробити висновок, що теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій в належному стані, певні роботи для покращення можна провести зі стінами.

### 3.2.2 Розрахунок тепловтрат

Значення температури всередині будівлі беремо згідно [11, 12]  $t_в = 22^{\circ}\text{C}$ , а значення розрахункової температури зовнішнього повітря приймаємо  $t_з = -22^{\circ}\text{C}$ .

Тепловтрати через стіни при їх дійсному стані за формулою (3.4):

$$Q_0 = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{\Sigma\text{ПР}}} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт}$$

$F_{\text{СТ}} = 7266,21 \text{ м}^2$ ,  $R_{\text{СТ}} = 2,67 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ,  $t_в = 22^{\circ}\text{C}$ ,  $t_з = -22^{\circ}\text{C}$ ,  $n = 1$ , тоді

$$Q_{\text{СТ}} = (7266,21 / 2,67) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 119742,8 \text{ Вт} = 119,743 \text{ кВт}$$

Тепловтрати через вікна при їх дійсному стані за формулою (3.4):

$$Q_0 = \frac{F_{\text{вкн}}}{R_{\Sigma \text{вкн}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot n, \text{ Вт}$$

$F_{\text{вкн}} = 2995,25 \text{ м}^2$ ,  $R_{\text{вкн}} = 0,68 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ,  $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{С}$ ,  $t_{\text{з}} = -22^\circ\text{С}$ ,  $n = 1$ , тоді

$$Q_{\text{вкн}} = (2995,25/0,68) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 193810,3 \text{ Вт} = 193,81 \text{ кВт}$$

Тепловтрати через підлогу при її дійсному стані за формулою (3.4):

$F_{\text{пдл}} = 566,37 \text{ м}^2$ ,  $R_{\text{пдл}} = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ,  $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{С}$ ,  $t_{\text{з}} = 6^\circ\text{С}$ ,  $n = 0,6$ , тоді

$$Q_{\text{пдл}} = (566,37/3,21) \cdot (22 - 6) \cdot 0,6 = 1905,56 \text{ Вт} = 1,91 \text{ кВт}$$

Тепловтрати через дах при його дійсному стані за формулою (3.4):

$F_{\text{д}} = 566,37 \text{ м}^2$ ,  $R_{\text{д}} = 5,25 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ,  $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{С}$ ,  $t_{\text{з}} = -22^\circ\text{С}$ ,  $n = 1$ , тоді

$$Q_{\text{д}} = (566,37/5,25) \cdot (22 + 22) \cdot 1 = 4746,72 \text{ Вт} = 4,75 \text{ кВт}$$

Тепловтрати через двері при їх дійсному стані за формулою (3.4):

У даній будівлі установлені дерев'яні двері:

$F_{\text{д}} = 17,01 \text{ м}^2$ ,  $R_{\text{д}} = 0,47 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ ,  $t_{\text{в}} = 22^\circ\text{С}$ ,  $t_{\text{з}} = -22^\circ\text{С}$ ,  $n = 1$ , то

$$Q_d = (17,01/0,47) \cdot (22+22) \cdot 1 = 1592,43 \text{ Вт} = 1,592 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинку за формулою (3.6):

$$Q_{op}^d = 119742,8 \cdot 0,13 = 15566,6 \text{ Вт} = 15,56 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати через не утеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами за формулою (3.7):

$$Q_{пдл}^d = 0,05 \cdot 1,91 = 0,095 \text{ кВт.}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію холодного повітря через світлові прорізи за формулою (3.8):

$$Q_{вкн}^{інф} = 0,28 \cdot 2 \cdot 2995,25 \cdot 1,005 \cdot (22 + 22) = 74,172 \text{ кВт}$$

Щоб визначити додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (3.9), треба спочатку визначити середню кратність повітрообміну будівлі за формулою (3.10):

$$Q_v = 0,28 \times 34216,2 \times 1,005 \times 1,3 \times (22+22) \times 0,61 \times 0,85 = 285,6 \text{ кВт}, \quad (3.9)$$

де  $c$  – питома теплоємність повітря, що дорівнює  $c = 1,005$  кДж/кг·°С;

$t_v, t_{з.р}$  – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря;

$V_{II}$  – внутрішній об'єм приміщення(будівлі), м<sup>3</sup>;

$\rho$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_k$  – кратність повітрообміну приміщення,  $\text{год}^{-1}$ ;

$k_V$  – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення внаслідок розташування в ньому різного обладнання (беруть  $k_V = 0,85 - 1,0$ ).

Середня кратність повітрообміну житлового будинку  $n_k$ ,  $\text{год}^{-1}$ , визначається за формулою:

$$n_k = (3 \times 8325,4) / (0,85 \times 47418,9) = 0,61 \quad (3.10)$$

де  $F_{жс}$  – площа (опалювальна площа) квартир житлового будинку,  $\text{м}^2$ ;

$V_{IT}$  – внутрішній опалювальний об'єм приміщення у житловому будинку,  $\text{м}^3$ ;

$\nu_V$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних беруть  $\nu_V = 0,85$ .

Для аналізу отриманих розрахункових даних знайдемо сумарні тепловтрати через кожен вид огорожувальної конструкції і наведемо їх у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	119,743	18
Вікна	193,81	28
Підлога	1,91	0,3
Дах	4,75	0,7
Двері	1,592	0,3
Інфільтрація	74,172	11
Витяжна вентиляція	285,6	41,7
Разом	681,18	100

З розрахованих даних видно, що найбільші тепловтрати відбуваються через витяжну вентиляцію 41,7% та через вікна 28%. Також суттєві втрати тепла приходяться на стіни 18% та на інфільтрацію 11%. Це означає, що в першу чергу необхідно приділити увагу та займатися реконструкцією вікон, утепленням стін та вирішити питання витяжної вентиляції.

### 3.2.3 Розрахунок теплової потужності системи тепlopостачання будівлі

Для оціночного аналізу теплової характеристики обстежуваної будівлі будь-якого призначення при дійсному стані огорожувальних конструкцій без урахування всіх видів тепловтрат і теплонадходжень її теплову потужність можна розрахувати за збільшеними показниками. Визначена величина теплової потужності використовується при впровадженні заходу з модернізації теплового пункту застарілої конструкції на об'єкті енергетичного обстеження на сучасний індивідуальний тепловий пункт з елементами автоматичного керування за режимами теплоспоживання або запровадження системи моніторингу теплоспоживання.

Розрахункові величини температур приймаються наступні:

– внутрішня температура приміщень  $t_{в}=22^{\circ}\text{C}$  (за вимогами температурного режиму [13, табл.В.2]);

– температура зовнішнього повітря  $t_{з.р}=-25^{\circ}\text{C}$  [14].

Визначення фактичної питомої опалювальної характеристики будівлі [15],  $\text{Вт}/\text{м}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ , за дійсними параметрами стану огорожувальних конструкцій (див. таблиця 3.1):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = \frac{P_{\phi}}{F_{\phi}} \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{сп}}^{\text{СТН}}} + g_0 \cdot \left( \frac{1}{R_{\Sigma\text{сп}}^{\text{ВКН}}} - \frac{1}{R_{\Sigma\text{сп}}^{\text{СТН}}} \right) \right) + \frac{1}{H_{\phi}} \cdot \left( 0,9 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{сп}}^{\text{СТЛ}}} + 0,6 \cdot \frac{1}{R_{\Sigma\text{сп}}^{\text{ПДЛГ}}} \right), \quad (3.11)$$

де  $P_{\phi}$  – периметр будівлі за зовнішніми розмірами огорожувальних конструкцій, м;

$F_6$  – площа будівлі в межах периметра, м<sup>2</sup>;

$H_6$  – висота будівлі з урахуванням усіх опалюваних приміщень, м;

$g_0$  – коефіцієнт скління будівлі;

$R_{\Sigma пр}^{стн}$  – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma пр}^{стл}$  – приведений опір теплопередачі стелі будівлі, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma пр}^{пдлг}$  – термічний опір теплопередачі підлоги будівлі, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 3.1);

$R_{\Sigma пр}^{вкн}$  – опір теплопередачі вікон, м<sup>2</sup>·К/Вт (див. таблиця 3.1).

Максимальна розрахункова теплова потужність будівлі за збільшеними показниками, яка можлива для даної будівлі, кВт, за опалювальний період визначається так [15]:

$$Q_6 = a \cdot q_{\text{пит}}^{\phi} \cdot V_6 \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot 10^{-3}, \quad (3.12)$$

де  $V_6$  – зовнішній об'єм будівлі, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{в}}$  – температура по приміщеннях будівлі, °С;

$t_{\text{з.р}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для міста, де розташована будівля, °С;

$a$  – поправковий коефіцієнт, який визначається:

$$a = 0,54 + \frac{t_{\text{в}}}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}})} = 0,54 + \frac{22}{(22 - (-25))} = 1,01$$

Максимальна теплова потужність будівлі (оскільки будівля складається з двох частин різної висоти, поєднаних переходом, то знайдемо  $q_{\text{пит}}^{\phi}$  для кожної



з них):

$$q_{\text{пит}}^{\phi} = (71,86/638,6) \times (1/2,67 + 0,41 \times ((1/068 - 1/2,67))) + (1/70,3) \times (0,9 \times (1/5,25) + 0,6 \times (1/3,21)) = 0,49 \text{ Вт/м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{б1}} = 1,01 \cdot 0,49 \cdot 47418,9 \cdot 47 \cdot 10^{-3} = 1103 \text{ кВт}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за визначеним періодом визначається, як [16]:

$$Q_{\text{р.оп}} = Q_{\text{б}} \cdot \frac{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{ср.п}})}{(t_{\text{в}}^{\text{ср}} - t_{\text{з.р}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \cdot \text{год} \quad (3.13)$$

де  $t_{\text{в}}$  – осереднена температура по приміщеннях будівлі,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{ср.п}}$  – середня температура зовнішнього повітря за відповідний період, де розташована будівля,  $^{\circ}\text{C}$  [11];

$t_{\text{з.р}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря [11],  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n_{\text{оп}}$  – кількість діб за відповідний період опалення.

Знайдемо розрахункову величину теплової енергії, яка потрібна для опалення всієї будівлі за опалювальний період. Візьмемо опалювальний період: 183 діб, 24 години на добу, при умові дотримання температурного режиму у системі теплопостачання, та середній температурі за опалювальний сезон рівній  $-0,2^{\circ}\text{C}$  [17].

$$Q_{\text{р.оп}} = 1103 \cdot (22,2/47) \cdot 24 \cdot 183 \cdot 8,6 \cdot 10^{-4} = 1967,8 \text{ Гкал}$$

## 4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ

Як підвищити енергоефективність будинку – проблема, яку доводиться вирішувати власникам переважної більшості будинків. Ціни на енергоносії, що різко зросли та продовжують зростати, зробили утримання будинку непосильною ношею для їх власників. Основні причини тепловтрат – це низька якість будівельних конструкцій: стін, вікон, входних дверей та горищ [31].

В нашому випадку, після проведення розрахунку опору передачі знаємо, що будівельні конструкції багатоповерхового житлового будинку мають показники відповідні до нормованих, тому оберемо альтернативні шляхи для економії енергії, що використовується.

Модернізуємо систему опалення тепловими насосами або встановленням системи чиллер-фанкойл.

Заходи, які дозволяють поліпшити енергоефективність будинку, практично зводять до нуля природний повітрообмін. Тому в сучасних енергоефективних будинках значно зростає значення системи вентиляції. З одного боку, вона повинна забезпечити хороший повітрообмін, забезпечивши приплив повітря, багатого киснем, і видалення повітря з підвищеним вмістом вуглекислоти. З іншого боку – повітрообмін повинен супроводжуватися мінімальними втратами тепла. Для цього використовуються спеціальні системи примусової вентиляції з рекупераційними установками. Взимку вони дозволяють підігрівати повітря, що надходить ззовні, а влітку – охолоджують його.

### 4.1 Доцільність використання теплових насосів

Теплопостачання вимагає досить великих витрат палива, які перевищують майже в 2 рази витрати на електропостачання. Основними недоліками традиційних джерел теплопостачання є низька енергетична

(особливо на малих котельнях), економічна та екологічна ефективність (традиційне теплопостачання є одним з основних джерел забруднення великих міст). Крім того, високі транспортні тарифи на доставку енергоносіїв посилюють негативні фактори, властиві традиційному теплопостачанню.

Не можна не враховувати і такий серйозний термодинамічний недолік, як низький ексергетичний ККД використання хімічної енергії палива для систем теплопостачання, який в системах опалення становить 6-10%.

Надзвичайно великі витрати на теплові мережі, які є, ймовірно, самим ненадійним елементом в системах централізованого теплопостачання.

Всі перераховані негативні фактори традиційного теплопостачання настійно вимагають інтенсивного використання нетрадиційних методів.

Одним з таких методів є корисне використання розсіяного низькотемпературного (5-30° С) природного тепла або скидного промислового тепла для теплопостачання з допомогою теплових насосів [18].

Теплові насоси в силу того, що вони позбавлені більшості перерахованих недоліків централізованого теплопостачання, знайшли широке застосування за кордоном, якщо у 1980 р. в США працювало близько 3 млн. теплонасосних установок, в Японії 0,5 млн., в Західній Європі 0,15 млн., то в 1993 р. загальна кількість працюючих теплонасосних установок (ТНУ) у розвинених країнах перевищила 12 млн., а щорічний випуск складає більше 1 млн. Масове виробництво теплових насосів налагоджено практично у всіх розвинених країнах. За прогнозом Світового енергетичного комітету до 2020 р. у передових країнах частка опалення та гарячого водопостачання за допомогою теплових насосів складе 75 %.

#### 4.1.1 Принцип дії теплового насоса

Тепловий насос – це спеціальний пристрій, який поєднує в собі котел, джерело гарячого водопостачання і кондиціонер для охолодження. Головною

відмінністю теплонасоса від інших джерел тепла є можливість використання відновлюваної низькопотенційної енергії, взятої з навколишнього середовища (землі, води, повітря, стічних вод) для покриття потреб в теплі під час опалювального сезону, нагріву води для гарячого водопостачання та охолодження будинку. Тому тепловий насос забезпечує високоефективне енергопостачання без газу та інших вуглеводнів.

Тепловий насос – це пристрій, який працює за принципом зворотного холодильної машини, передаючи тепло від низькотемпературного джерела до середовища з більш високою температурою, наприклад системі опалення будинку [19].

Кожна теплонасосна система має такі основні компоненти:

1. бак-акумулятор – теплоізольована ємність для води, призначена для накопичення гарячої води, з метою вирівнювання теплових навантажень системи опалення та гарячого водопостачання, а також збільшує термін роботи теплового насоса;
2. первинний ґрунтовий контур – замкнута циркуляційна система, яка складається з випарника (теплового насоса), циркуляційного насоса ґрунтового контуру, трубопроводів, і служить для передачі тепла від ґрунту до теплового насосу;
3. вторинний ґрунтовий контур – замкнута система, яка складається з конденсатора (теплового насоса), циркуляційного насоса, трубопроводів, і служить для передачі тепла від теплового насоса до системи опалення в будинку.

Принцип дії теплового насоса схожий до роботи звичайного холодильника, тільки навпаки. Холодильник відбирає тепло від харчових продуктів і переносить його назовні. Тепловий насос переносить тепло, накопичене в ґрунті, землі, водоймі, підземних водах або повітрі, у будинок.

Як і холодильник, цей енергоефективний теплогенератор має наступні основні елементи:

1. конденсатор (теплообмінник, в якому відбувається передача тепла від хладагента до елементів системи опалення приміщення: низькотемпературних радіаторів, фанкойлам, теплому підлозі);
2. дросель (пристрій, який служить для зниження тиску, температури і, як наслідок, замикання теплофікаційного циклу в тепловому насосі);
3. випарник (теплообмінник, в якому відбувається відбір тепла від низькотемпературного джерела до теплового насосу);
4. компресор (пристрій, в який підвищує тиск і температуру пари хладагента).

Конструкція та основні елементи парокомпресійного теплового насоса показана на рисунку 4.1.

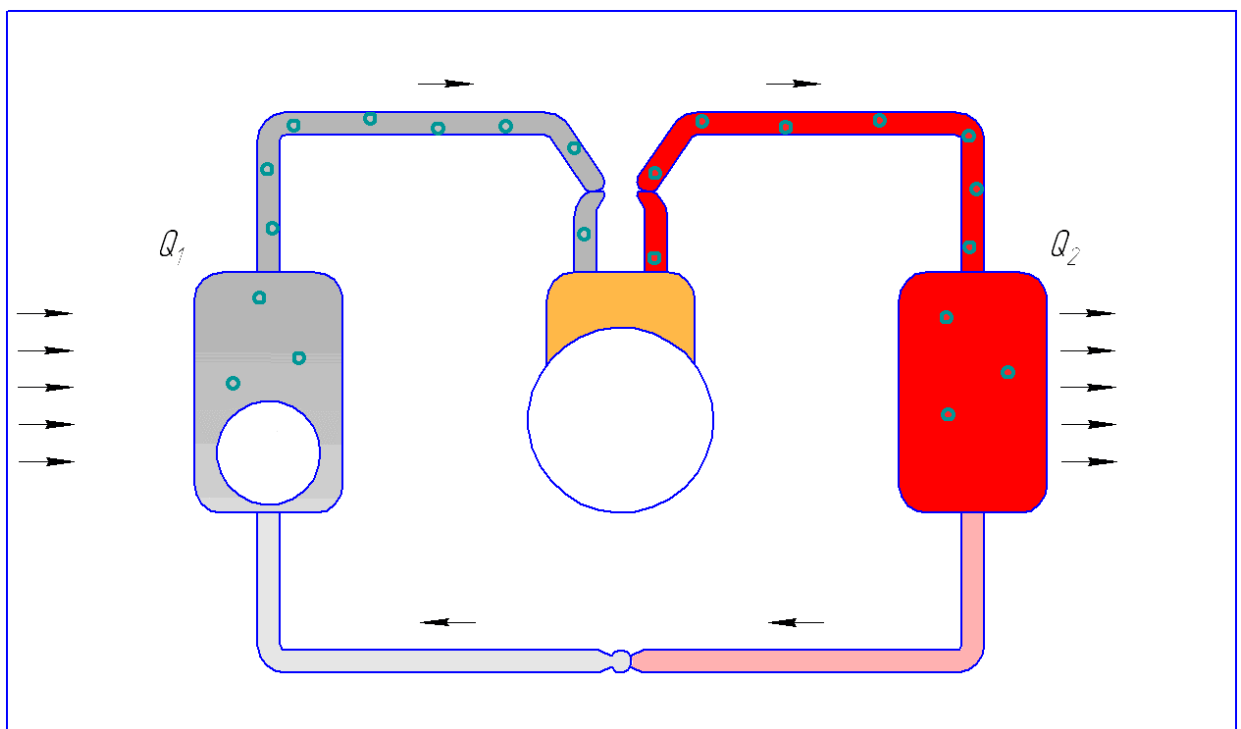


Рисунок 4.1 – Принцип дії теплового насоса [20].

Тепловий насос облаштований таким чином, щоб змусити тепло рухатися в зворотному напрямку. Наприклад, під час нагрівання будинку, тепло відбирається від якого-небудь холодного зовнішнього джерела (землі, річки, озера, зовнішнього повітря) і передається в будинок. Для охолодження (кондиціонування) будинку тепло відбирається від більш теплого повітря в будинку і передається назовні. В цьому відношенні тепловий насос схожий на звичайний гідравлічний насос, який перекачує рідину з нижнього рівня на верхній, тоді як в звичайних умовах рідина завжди рухається з верхнього рівня на нижній.

На сьогоднішній день найбільш розповсюдженими є парокомпресійні теплові насоси. В основу принципу їх дії лежать два явища: по-перше, поглинання і виділення тепла рідиною при зміні агрегатного стану – випаровування і конденсація, відповідно, по-друге, зміна температури випаровування (і конденсації) при зміні тиску.

У випарнику теплового насоса робочим тілом є – холодоагент, який не містить хлору, – він знаходиться під низьким тиском і кипить при низькій температурі, поглинаючи тепло низькопотенційного джерела. Потім робоче тіло стискається в компресорі, який приводиться в рух за допомогою електричного або іншого двигуна, і потрапляє в конденсатор, де при високому тиску конденсується при більш високій температурі, віддаючи тепло конденсації приймачу тепла, наприклад, теплоносію системи опалення. З конденсатора робоче тіло через дросель знову потрапляє у випарник, де його тиск знижується, і процес кипіння хладагента починається знову. Тепловий насос здатний відбирати тепло від декількох джерел, наприклад, повітря, води або землі. Таким же шляхом він може скидати тепло в повітря, воду або землю.

Регулювання роботи системи опалення з використанням теплових насосів в більшості випадках здійснюється за допомогою його включення і виключення по сигналу датчика температури, який встановлений в приймачі (при нагріванні) або джерелі (при охолодженні) тепла. Налаштування теплового насоса зазвичай здійснюється зміною перерізу дроселя

(терморегулюючого вентиля) [21].

#### 4.1.2 Вибір теплового насоса та розрахунок терміну окупності

Більш широко поширений повітряний варіант насоса. Це пояснюється більш простим методом установки і відсутністю дорогих земляних робіт. Такий насос встановлюється на вулиці і витягує тепло з повітря. До того ж коштує дешевше і не вимагає спеціальних дозволів. Тому для даного багатоповерхового будинку обираємо варіант повітряного насоса.

Враховуючи естетичний вигляд будинку і те, що це багатоповерхівка приймаємо встановлення 1 теплового насоса на поверх (Додадок Б). Схема встановлення представлена на рисунку 4.2.

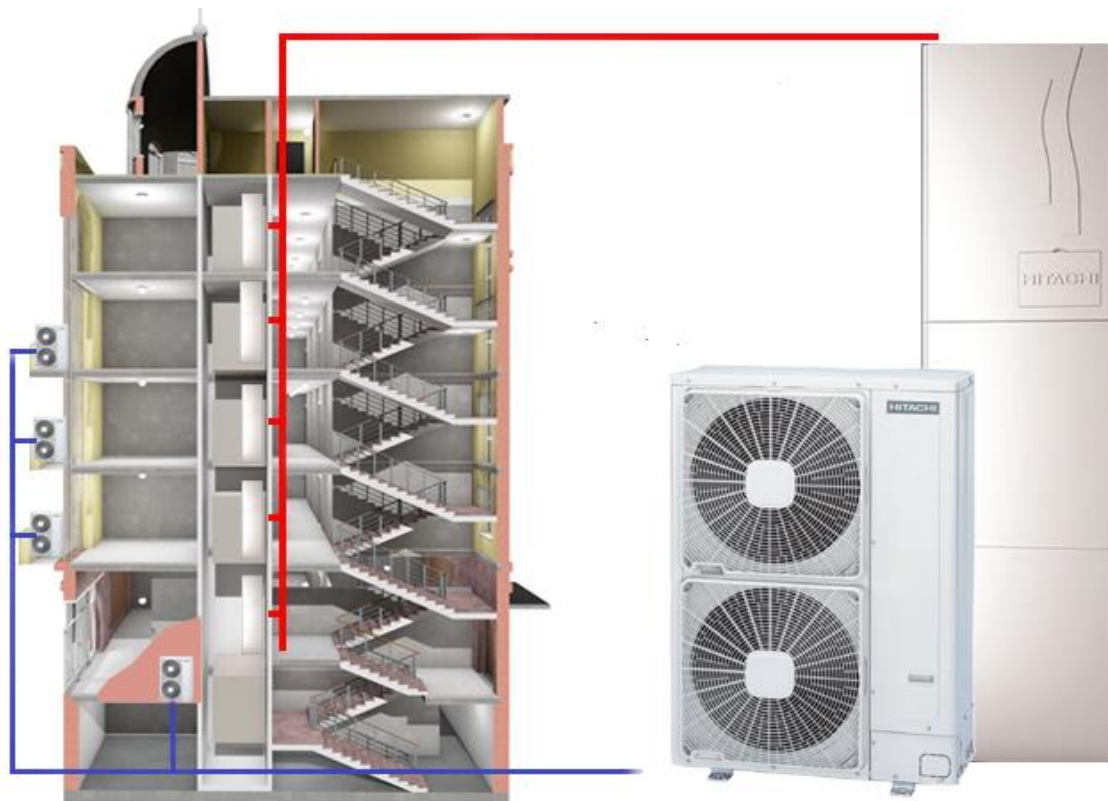


Рисунок 4.2 – Схема встановлення теплових насосів [22]

Розрахуємо теплову потужність теплового насоса для встановлення на поверх згідно формули [23]:

$$R=k \cdot V \cdot T, \quad (4.1)$$

де  $R$  - це теплові втрати/потужність будинку (ккал/год);

$V$  - обсяг будинку (довжина · ширина · висота), м<sup>3</sup>;

$T$  - найвищий перепад між температурами зовні будинку і всередині в холодну пору року;

$k$  - це усереднений коефіцієнт теплопровідності будівлі:

$k=3(4)$  - будинок з дощок;  $k=2(3)$  - будинок з одношарового цегли;

$k=1(2)$  - цегляний будинок в два шари;  $k=0,6(1)$  - ретельно утеплене будівлю.

Розрахуємо згідно формули 4.1:

$$R = 0,7 \cdot 535 \cdot 2,7 \cdot 44 = 44490,6 \text{ ккал/год}$$

Здійснимо перерахунок ккал/год в кВт:

$$44\,490,6 \text{ ккал/год} / 860 = 51,8 \text{ кВт}$$

Відповідно до отриманих результатів для встановлення на поверх обрано тепловий насос повітря-вода СН-НР60MFNM (опалення/ГВП) 15/60 кВт [24] з характеристиками:

Виробник	<u>COOPER &amp; HUNTER</u>
Тип теплового насоса	Повітря – вода
Теплова потужність	60.0 (кВт)
Електрична потужність	15.0 (кВт)
Коефіцієнт перетворення	4.0
Використовуваний холодоагент	R410a
Режим роботи	Нагрів
Максимальна температура подачі теплоносія	70.0 (°C)



Мінімальна температура навколишнього середовища	-26.0 (град.)
Максимальна температура навколишнього середовища	46.0 (град.)
Рівень шуму	67.0 (дБ)
Струм	19.0 (А)
Напруга	380.0 (В)
Максимальна температура нагріву	75.0 (°С)

Вартість встановлення теплового насоса [25] приведена в таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1 - Вартість встановлення теплового насоса

Найменування	Вартість, грн.
Тепловий насос "повітря - вода"	215 200
Матеріали для обв'язки топкової (труба, крани, фітинги, розширювальні баки, група безпеки, дренаж, конденсатор) *	23 100
Робота, включаючи транспорт, пусконаладження, запуск, післяпускове обслуговування (чистка фільтрів, випуск повітря і доповнення системи теплоносієм), консультація при виникненні позаштатних ситуацій (погана електромережа, пошкодження системи опалення з вини смежників- будівельників і т.п.)	15 600
Транспортні та накладні затрати	8 300
Всього на 1 поверх:	262 200
Всього на 25 поверхів, К:	6 555 000

Визначимо вартість теплової енергії, котра витрачається при старій системі опалення (централізованій):

$$C_{\text{ц}} = Q_{\text{р.оп}} \cdot T \quad (4.2)$$

де  $Q_{\text{р.оп}}$  - розрахункова величина теплової енергії, яка потрібна для опалення всієї будівлі за опалювальний період, Гкал;

$T$  – тариф на послугу централізованого опалення, грн/Гкал [26].

$$C_{\text{ц}} = 1967,8 \cdot 1654,41 = 3\,257\,515,8 \text{ грн}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за допомогою теплових насосів:

$$Q_{\text{тн}} = 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot P_{\text{тн}} \cdot n \quad (4.3)$$

де  $n_{\text{оп}}$  – кількість опалювальних днів [17];

$P_{\text{тн}}$  - електрична потужність теплового насоса;

$n$  – кількість встановлених теплових насосів у всій будівлі.

$$Q_{\text{тн}} = 24 \cdot 183 \cdot 15 \cdot 25 = 1\,647\,000 \text{ кВт}$$

В грошовому еквіваленті, при вартості 1 кВт електроенергії [27]:

$$C_{\text{тн}} = 1\,647\,000 \cdot 0,9 = 1\,482\,300 \text{ грн}$$

Розрахуємо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = K / (C_{\text{ц}} - C_{\text{тн}}) = \frac{6\,555\,000}{3\,257\,516 - 1\,482\,300} = 3,69 \text{ років}$$

#### 4.2 Встановлення рекуператора теплоти в систему вентиляції

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частка витрат тепла припадає (41.7%) на витрати системою витяжної вентиляції. Тому встановлення рекуператора теплоти здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Опис можливостей з енергозбереження:

Необхідно встановити рекуператор Ventoxx Champion с ДУ, який зображено на рис. 4.3.



Рисунок 4.3 – Ventoxx Champion с ДУ [28]

Масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор визначається за формулою:

$$G_{рекун} = V_n \times \rho_c \times k_q \text{ кг/с,} \quad (4.4)$$

де  $V_n$  – внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_c$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho_c=1,3$  кг/м<sup>3</sup>;

$k_q$  – коефіцієнт витрати, приймаємо

$k_q=0,4$ .

Тоді за формулою (4.4) маємо:

$$G_{\text{рекуп}} = 47418,9 \cdot 1,3 \cdot 0,4 = 24\,657,9 \text{ кг/с}$$

Масова витрата повітря, яке проходить через вентиляцію визначається за формулою:

$$G_{\text{вент}} = V_n \times \rho_c \times q, \text{ кг/с} \quad (4.5)$$

де  $V_n$  – внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$\rho_c$  – густина повітря, яке видаляється з приміщення,  $\rho_c=1,3$  кг/м<sup>3</sup>;

$q$  – коефіцієнт відносної витрати повітря,

приймаємо  $q=0,35$ .

Тоді за формулою (4.5):

$$G_{\text{рекуп}} = 47418,9 \cdot 1,3 \cdot 0,35 = 21\,575,6 \text{ кг/с}$$

Середню температуру повітря розраховуємо за формулою:

$$t = (G_{\text{рекуп}} \cdot t_{\text{ср.оп}} + G_{\text{вент}} \cdot t_{\text{в}}) / (G_{\text{рекуп}} + G_{\text{вент}}) \quad (4.6)$$

де  $G_{\text{рекуп}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через рекуператор, кг/с;

$G_{\text{вент}}$  – масова витрата повітря, яке проходить через

вентиляцію, кг/с.

Тоді за формулою (4.6):

$$t = (24\,657,9 \cdot (-0,2) + 21\,575,6 \cdot 22) / (24\,657,9 + 21\,575,6) = 10,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розраховуємо втрати теплоти на вентиляцію, після встановлення рекуператора за формулою (3.8):

$$Q_{\text{рекуп}} = 0,28 \cdot 10024,6 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (22 - 10,2) \cdot 1,5 \cdot 0,85 = 55\,173 \text{ Вт}$$

Різницю між втратами через вентиляцію і встановленим рекуператором теплоти знайдемо по формулі:

$$\Delta Q_{\text{вент.}} = Q_{\text{вент.}} - Q_{\text{рекуп.}}, \text{ Вт} \quad (4.7)$$

$$\Delta Q_{\text{вент.}} = 285600 - 55173 = 230\,427 \text{ Вт.}$$

Річна економія теплоти після встановлення рекуператора теплоти:

$$Q_{\text{рекуп}}^{\text{ек.р.}} = \Delta Q_{\text{вент.}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}}) / (t_{\text{в}} + t_{\text{ср.оп}}) \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}, \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \quad (4.8)$$

де  $t_{\text{ср.оп}} = -0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , згідно [17]

$n_{\text{оп}} = 183$  – тривалість опалювального періоду, днів [17];

За формулою (4.8) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{\text{рекуп}}^{\text{ек.р.}} = 230,4 \cdot (22 + 0,2) / (22 - 22) \cdot 24 \cdot 183 = 510\,558 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} = 439 \text{ Гкал}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе [26]:

$$439 \text{ Гкал}/\text{рік} \cdot 1654,41 \text{ грн} = 726\,286 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію.

Вартість придбання пластинчастого рекуператора [29] Ventoxx Champion с ДУ, згідно становить 7700 грн.

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу:

$$K_{\text{осн}} = 7700 \cdot 7 \cdot 25 = 1\,347\,500 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}} = 1000 \cdot 7 \cdot 25 = 175\,000 \text{ грн}$$

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}} = 1\,347\,500 + 175\,000 = 1\,522\,500 \text{ грн}$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = 1\,522\,500 / 726\,286 = 2,1 \text{ роки}$$

### 4.3 Система чиллер-фанкойл

Система чиллер - фанкойл (chiller - fancoil) відрізняється від всіх інших систем кондиціонування тим, що між зовнішнім і внутрішніми блоками циркулює не фреон, а вода (або рідина). Охолоджує воду чиллер - холодильна машина, призначена для охолодження рідини. Чиллер - це звичайний фреоновий кондиціонер, через випарник якого проходить не охоложене повітря, а вода. Ця вода за допомогою насосної станції надходить до системи теплоізолюваних трубопроводів до фанкойлам. Фанкойли встановлюються в кондиціонованих приміщеннях і виконують ту ж роль, що і внутрішні блоки спліт-систем. Система чиллер - фанкойл, в порівнянні з традиційними мульт-спліт або мультizonальними системами має ряд переваг:

1. Відстань між чиллером і фанкойлом визначається тільки потужністю насосної станції і може досягати декількох сотень метрів.
2. Кількість фанкойлів в системі не обмежено і залежить тільки від потужності чиллера.

3. Для з'єднання чиллера з фанкойлами використовуються не дорогі мідні фреонові комунікацій, а звичайні водопровідні труби.

До складу системи чиллер-фанкойл також входять: трубна розводка, насосна станція (гідромодуль) і система автоматичного регулювання.

Чиллер - водоохолоджувальна холодильна машина, яка використовується в централізованих системах кондиціонування для забезпечення підігріву або охолодження теплоносія і його подачу до фанкойлам. Потужність чиллерів становить від 5 до 9000 кВт і застосовується для обслуговування як невеликих замських будинків, так і багатоповерхових будівель житлового та адміністративного призначення. Насосна станція (гідромодуль) - пристрій, що забезпечує циркуляцію теплоносія (води або розчину етиленгліколю) між чиллером і фанкойлами. Потужність насосної станції визначає можливу відстань між блоками [30] .

Фанкойл - теплообмінник, який здійснює нагрів або охолодження повітря в приміщенні завдяки обдуву вбудованим вентилятором прохідного теплоносія (води або розчину етиленгліколю). Продуктивність фанкойлів становить від 2 до 20 кВт. Фанкойли бувають настінні, підстелеві, каналні і підлогові. Вони також випускаються в бескорпусном виконанні для прихованого монтажу в декоративному коробі або за підвісною стелею. На рисунку 4.3 показано схему чиллер-фанкойл.



Рисунок 4.4 – Система чиллер- фанкойл.

Потужність чиллера для встановлення на поверх рівна 51,8 кВт згідно формули 4.1.

Відповідно до отриманих результатів для встановлення на поверх обрано чиллер з виносним конденсатором 52.3 кВт, Італія [32] з характеристиками.

Країна виробник	Італія
Кількість компресорів	1
Холодопродуктивність	52.3 (кВт)
Споживана потужність	16.5 (кВт)



Рівень шуму	52.5 (дБ)
Вага	780.0 (кг)

Для встановлення в кожную квартиру обираємо фанкойли каналні Atisa середнього тиску серії MF-EC [33].

Вартість встановлення системи чиллер-фанкойл приведена в таблиці 4.3.1.

Таблиця 4.3.1 - Вартість встановлення системи чиллер-фанкойл

Найменування	Вартість, грн.
Чиллер + 7 фанкойлів	351 972
Додаткові матеріали	9 300
Робота, включаючи транспорт, пусконаладження, запуск, післяпускове обслуговування (чистка фільтрів, випуск повітря і доповнення системи теплоносієм), консультація при виникненні позаштатних ситуацій (погана електромережа, пошкодження системи опалення з вини смежників-будівельників і т.п.)	7 500
Транспортні та накладні затрати	8 300
Всього на 1 поверх:	377 072
Всього на 25 поверхів, К:	9 426 800

За формулою 4.2 ми визначили вартість теплової енергії, котра витрачається при старій системі опалення (централізованій):

$$C_{ц} = 3\,257\,515,8 \text{ грн}$$

Розрахунковий рівень теплової енергії на опалення будівлі за допомогою системи чиллер-фанкойл:

$$Q_{\text{тн}} = 24 \cdot n_{\text{оп}} \cdot P_{\text{тн}} \cdot n \quad (4.9)$$

де  $n_{\text{оп}}$  – кількість опалювальних днів [17];

$P_{\text{тн}}$  - електрична потужність чиллера;

$n$  – кількість встановлених чиллерів у всій будівлі.

$$Q_{\text{тн}} = 24 \cdot 183 \cdot 16,5 \cdot 25 = 1\,811\,700 \text{ кВт}$$

В грошовому еквіваленті, при вартості 1 кВт електроенергії [27]:

$$C_{\text{тн}} = 1\,811\,700 \cdot 0,9 = 1\,630\,530 \text{ грн}$$

Розрахуємо термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = K / (C_{\text{ц}} - C_{\text{тн}}) = 9\,426\,800 / (3\,257\,515,8 - 1\,630\,530) = 5,8 \text{ років}$$

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати при обслуговуванні системи енергопостачання будинку

### 5.1.1 Загальна характеристика досліджуваного об'єкту

Енергопостачання — сукупність послідовних процесів виробництва передачі та використання енергії. Система енергопостачання - комплекс установок та пристроїв, які призначені для цілей енергопостачання кожна система енергопостачання базується на певних енергетичних ресурсах [34].

Об'єкт дослідження – багатоповерховий житловий будинок, який потребує максимум енергопостачання: опалення, водопостачання, електропостачання, вентиляція, каналізація.

При обслуговуванні даних систем людина може піддатися впливу шкідливих та небезпечних факторів. Під шкідливими виробничими факторами розуміють фактори, тривалий вплив яких викликає розвиток професійних захворювань. Небезпечні виробничі фактори – вплив яких на працюючого викликає травму, тобто пошкодження організму. Шкідливі і небезпечні чинники [35], з якими стикається працівник при обслуговуванні систем енергопостачання багатоповерхового будинку приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Перелік шкідливих та небезпечних факторів

Найменування факторів	Можливі джерела їх виникнення	Характер дії
Небезпека ураження електричним струмом	Мережа живлення	Небезпечний
Пожежонебезпечність приміщень	Наявність матеріалів, що загорають і джерел запалення	Небезпечний та шкідливий

Електромагнітне випромінювання в тому числі і рентгенівське	(Дисплеї монітора (ресепшн) є джерелом рентгенівського, радіочастотного, ультрафіолетового й інфрачервоного випромінювання та випромінювання звукового діапазону)	Шкідливий
Іонізація повітря	Статична електрика	Шкідливий
Підвищений рівень шуму	Шум створюється перетворювачем напруг, її технічною периферією, а також людьми, що працюють	Шкідливий
Несприятлива освітленість	Недостатнє штучне і природне освітлення	Шкідливий
Незадовільні параметри мікроклімату	Стан системи опалення і вентиляції	Шкідливий
Психофізіологічні напруження	Монотонність праці, незручність і статичність пози	Шкідливий

### 5.1.2 Санітарно-епідеміологічне благополуччя та екологічна безпека

Прийняті в проекті архітектурно-будівельні рішення забезпечують санітарно-гігієнічні вимоги щодо інсоляції та природньої освітленості житлових приміщень, дитячих та спортивних майданчиків, рівнів шуму та вібрації. Витримані необхідні розриви від будинків до майданчиків різного призначення, в'їздів-виїздів до паркінгу [11].

Передбачене використання при будівництві матеріалів, виробів та конструкцій, що відповідають вимогам норм радіаційної безпеки та мають висновок санітарно-епідеміологічної експертизи щодо відповідності діючому санітарному законодавству.

Житлові будинки запроектовані без сміттєпроводів, що компенсується встановленням подрібнювачів харчових відходів та закладенням відповідних

діаметрів в мережах систем побутової каналізації.

Для організації вивезення сміття передбачені майданчики для встановлення стандартних контейнерів для ТПВ та з дотриманням вимоги п. 6.6 ДБН Б.2.2-5:2011.

Місця накопичення відходів облаштовуються за ДСТУ-Н Б Б.2.2-7:2013. Річна маса ТПВ, розрахована за нормативами розпорядження Київської міської державної адміністрації від 04.04.2018 р. № 551.

Певне забруднення атмосферного повітря буде пов'язане з експлуатацією підземного паркінгу та гостьових автостоянок. Викиди забруднюючих речовин від зазначених джерел визначені згідно «Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів», затв. Наказом Держкомстату № 452 від 13.11.2008 р.

Внески проєктованих джерел викидів ЗР в загальний рівень забруднення атмосферного повітря в районі новобудови оцінюються як незначні.

Зона розсіювання тимчасових (на період будівництва) викидів ЗР буде локалізована в межах будівельного майданчика.

Верхня частина геологічного розрізу території будівництва представлено насипним ґрунтом. Вплив на геологічне середовище оцінюється як допустимий. Для попередження підтоплення або затоплення території і споруд проєктом передбачається: нормативне ущільнення ґрунту при засипанні котлованів та траншей, відведення поверхневих стічних вод організованою мережею дощової каналізації, гідроізоляція конструкцій підземного залягання, надійна герметизація систем водопостачання й каналізації тощо.

Порушення гідродинамічного режиму, виснаження поверхневих і підземних водних ресурсів не прогнозується.

Водовідведення забезпечується відповідно до ТУ ПАТ «Київводоканал». Побутові стоки за своїми показниками відповідають вимогам «Правил приймання стічних вод абонентів у систему каналізації міста

Києва», затв. Розпорядженням Київської міської державної адміністрації від 12.10.2011 р. № 1879.

Відведення дощових вод з території передбачається відкритими лотками проїжджої частини до очисних споруд (нафтовловлювачі Віоbox) з подальшим скиданням в мережу дощової каналізації. Дощові стічні води за своїми показниками відповідають вимогам «Правил приймання поверхневого стоку у київську міську дощову каналізацію», затв. рішенням Київської міської ради від 24.01.2008 р. №67/4539.

Для збору та відведення витоків, аварійних стоків і при спорожненні інженерних мереж запроектовано дренажну мережу з влаштуванням дренажних приямків у підвальних приміщеннях.

При будівництві стічні води скидаються в повному обсязі до каналізаційної мережі міста за тимчасовою схемою. Проектом організації будівництва передбачено влаштування постів мийки коліс автомобілів на виїздах з будівельного майданчика.

Мийка автотранспорту, будівельних механізмів та заправлення їх на території будівельного майданчика не передбачається.

Будівельні роботи, супроводжувані шумом, в нічний час не виконуватимуться. Родючий шар ґрунту на ділянці проектування відсутній. Для благоустрою передбачається використовувати привізний ґрунт.

Згідно дендроплану, висаджуватимуться 10 шт. дерев, 314 шт. чагарників та 11857 м<sup>2</sup> газонів.

Проект будівництва житла на відведеній території відповідає чинному генеральному плану і плану соціально-економічного розвитку Києва, тому негативного впливу на існуюче соціальне і техногенне середовище не очікується.

### 5.1.3 Пожежна, техногенна безпека, цивільний захист

Житлові будинки передбачено I ступеня вогнестійкості.

Умовна висота житлових будинків поз. 001 (I черга), 002 (II черга), 007 (VII черга), 008 (VI черга) до 47 м. На 16-17 поверхах передбачено влаштування квартири двох рівнях, вихід з квартир до загального коридору будинку передбачено лише на нижньому рівні. Секція 007, 003 житлового будинку поз. 007 передбачено 9-поверховою з умовною висотою до 26.5 м.

Житлові будинки поз. 003 (III черга), 004 (IV черга), 005 (V черга) передбачено 25 поверховими умовною висотою до 73.5 м, на 24-25 поверхах передбачено квартири у двох рівнях, вихід з квартир до загального коридору будинку передбачено лише на нижньому рівні [2].

Проектними рішеннями передбачено влаштування проїздів навколо будинків на відстані 8-10 м від стін для забезпечення доступу пожежних підрозділів у кожну квартиру, виключено можливість влаштування рядової посадки дерев у зоні міжбудинками та проїздами. У будинку поз. 001 передбачено влаштування наскрізного проходу. Біля будинку поз. 002 в кінці тупикового проїзду передбачено влаштування розворотного майданчика розмірами 12x12 м. Покриття підземного паркінга та проїздів розраховане на навантаження від пожежної техніки.

Забезпечення евакуації з кожного житлового будинку передбачено по сходовій клітці типу Н1 та у якості другого евакуаційного виходу з кожної квартири - відкриті лоджії (балкони) з глухими простінками шириною 1.2 м влаштовані уздовж зовнішніх стін будинку. В секції 007, 003 передбачено сходову клітку типу СК1.

Вихід з сходових кліток типу Н1 та ЯКІ передбачено безпосередньо назовні. Вбудовані приміщення будинків передбачено відокремленими від житлової частини будинків протипожежними перегородками 1-го типу без прорізів, евакуаційні виходи з приміщень передбачено безпосередньо назовні.

У підвальних поверхах кожної секції будинків поз. 001, 002, 007, 008, щопередбачено тільки для розміщення інженерного обладнання та прокладання комунікацій (технічні підпілля), передбачено по два вікна розмірами 0.9м x 1.2м з прямиками та забезпечено по два виходи, один з яких по зовнішніх маршових сходах.

Підвальні поверхи житлових будинків поз. 003-005 з велосипедними стоянками передбачено згідно вимог встановленим до автомобільних підземних паркінгів та відокремлено від суміжних технічних приміщень: на поверсі протипожежними стінами 1-го типу без прорізів та протипожежним перекриттям 1-го типу. У приміщеннях велосипедних стоянок передбачено по три вікна розмірами не менше 0.9м x 1.2м з прямиками та по три виходи безпосередньо назовні по зовнішніх маршових сходах. Евакуаційні виходи з велосипедних стоянок та технічних приміщень житлових будинків передбачено окремими.

Підземний двоповерховий паркінг передбачено I ступеня вогнестійкості. Паркінг складається з двох протипожежних відсіків. Один протипожежний відсік поділено на дві протипожежні секції місткістю не більше 100 автомобілів кожна.

Відсіки відокремлюються один від одного глухою протипожежною стіною 1-го типу, секції - протипожежними стінами 2-го типу з протипожежними воротами 2-го типу, у воротах передбачено влаштування евакуаційних хвірток та люків з заслінками для прокладання пожежних рукавів. Перекриття між поверхами паркінга передбачено протипожежним 1-го типу, покриття паркінгу конструкції передбачено класом вогнестійкості REI 120 та R180 відповідно. У кожній секції паркінга передбачено по дві незадимлювані сходові клітки типу Н4, в осях 21-22 передбачено сходи з протипожежним тамбур-шлюзом 1-го типу на відм.-6.600. Розташування машино-місць та планування шляхів евакуації передбачено з урахуванням забезпечення вимог табл. 4 ДБН В.2.3-15. Сполучення паркінгів з rampами передбачено через протипожежні тамбур-шлюзи 1-го типу.



Проектною документацією враховано заходи щодо забезпечення протипожежних відстаней між будинками, обмеження розповсюдження пожежі міжбудинками, протипожежними відсіками, поверхами будинків, поверхнею покрівлібудівель шляхом передбачення протипожежних перешкод та огорожуючихконструкцій з нормативним класом вогнестійкості і межею поширення вогню по нихта відповідного типу заповнення прорізів.

Будівельні конструкції передбачено звизначеними показниками по пожежній безпеці та класу вогнестійкості відповіднодо прийнятого ступеня вогнестійкості будинків та спеціальних вимог. Стіна житлового будинку поз. 002 по осі 1 до рівня 5 поверху передбаченопротипожежною з класом вогнестійкості REI 150, по межі земельної ділянки міжпроїздом вздовж осі 1 житлового будинку поз. 002 та існуючою спорудою насусідній земельній ділянці передбачено влаштування протипожежної стіни, висотою 4 м та класом вогнестійкості REI 150.

Утеплення та оздоблення фасадів житлових будинків передбачено негорючим матеріалом. Покрівельний килим житлових будинків, стилобату передбачено знегорючим утеплювачем та захисним шаром гравійної засипки 50 мм.

Передбачено обладнання об'єкту системами протипожежного захисту, зокрема: обладнання кожного житлового будинку з вбудовано-прибудованимиприміщеннями системою пожежної сигналізації; системою оповіщення про пожежу;системами протидимного захисту - димовидалення з поверхових коридорівжитлових будинків та торгового залу підприємства торгівлі в секції 00101, підпірповітря в шахти ліфтів та ліфтові холи пожежних ліфтів; внутрішньо квартирнимипожежними кран-комплектами (житлова частина); внутрішнім протипожежнимводопроводом з пожежними кран-комплектами; автоматичною системоюпожежогогасінням машинного приміщення пожежного ліфта (будинки поз. 003-005);обладнання велосипедних стоянок автоматичною системою спринклерно гопожежогогасіння; системою пожежної сигналізації; системою оповіщення про

пожежу(CO<sub>2</sub>), внутрішнім протипожежним водопроводом з пожежними кран-комплектами;обладнання підземного паркінгу системою пожежної сигналізації; системою оповіщення про пожежу (CO<sub>3</sub>); пожежогасіння внутрішнім протипожежним водопроводом з пожежними кран-комплектами (сухотрубна система); системами протидимного захисту влаштування окремих для кожного поверху паркінга систем димовидалення,влаштування димовидалення з рамп, поділ приміщень на димові зони площею до1600 м<sup>2</sup>, влаштування систем підпору повітря у протипожежні тамбур-шлюзи навіїздах з паркінгів на спільні рампи, на виході з паркінга в осях 21-22 на сходи, усходові клітки типу Н4, заміщення повітря, що видаляється через в'їзні ворота.

Насосні станції протипожежного водопостачання житлових будинків передбачено у підвальних поверхах будинків з виходами безпосередньо назовні.

Насосна станція автоматичного пожежогасіння паркінга і велосипедних стоянок та насосна внутрішнього протипожежного водопроводу паркінгу передбачено на відм. -3.600 паркінга з виходи безпосередньо на рампу.

Передбачено влаштування у будинках електричних мереж з визначенимипоказниками по вогнестійкості та пожежній безпеці, аварійного та евакуаційногоосвітлення з урахуванням влаштування світлових вказівників, розеток біля в'їздів до паркінгів з I категорією електропостачання, блискавкозахисту, систему вибухонебезпечних концентрацій газу.

Розділом "С інженерно-технічні заходи еказільного захисту» передбаченовикористання підземного паркінга у якості споруд подвійного призначення для укриття мешканців будинків від деяких на факторів небезпеки, що виникаютьвнаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час та засобів ураження в особливий період.

Для забезпечення функціонування системи сповіщення населення міста прозагрозу виникнення надзвичайних ситуацій передбачено влаштування в будинкуміської мережі проводового мовлення та використання тале-, радіо

мереж інтернетресурсів. У якості об'єктової системи оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій передбачено можливість використання системи оповіщення про пожежу та управління евакуюванням людей будинків.

Проектом організації будівництва передбачено заходи пожежної та техногенної безпеки під час будівництва відповідно до чинних правил у зазначених сферах.

## 5.2 Права та обов'язки обслуговуючого персоналу

Тепловий пункт — комплекс пристроїв, розташований в окремому приміщенні, що складається з елементів теплових енергоустановок, які забезпечують приєднання цих установок до теплової мережі, їх працездатність, управління режимами теплоспоживання, перетворення, регулювання параметрів теплоносія і розподіл теплоносія за видами споживачів [36]. Потребує відповідного обслуговування.

### 5.2.1 Загальні потреби безпеки

До роботи з ремонту та експлуатації теплового пункту допускаються робітники віком не молодше 18 років, які пройшли медичну комісію та інструктаж з техніки безпеки.

До призначення на самостійну роботу персонал повинен закінчити навчання і пройти перевірку знань в комісії з правил електробезпеки з присвоєнням йому першої кваліфікаційної групи.

Персонал з ремонту та обслуговування теплоспоживаючих установок допускається до самостійної роботи письмовим розпорядженням начальника ділянки [37].

Періодичну перевірку знань персоналу з обслуговування теплового пункту проходить в комісії підприємства один раз в 12 місяців.

Позачергова перевірка знань проводиться:

- при введенні в дію нових інструкцій;
- після аварії та нещасного випадку в бойлерних установках;
- при встановленні фактів незадовільного знання машиністом інструкцій і правил техніки безпеки.

### 5.2.2 Права та обов'язки

У період свого чергування персонал має право вимагати від керівництва ділянки:

- забезпечення бойлерної КВП, інструментом, пристроями, інвентарем, оперативними журналами та іншими засобами, необхідними для нормальної і безпечної роботи;
- вимагати від керівництва ділянки своєчасного усунення дефектів обладнання, що виникають в процесі роботи;
- проводити шляхом і зупинку обладнання (бойлерів, насосів) в залежності від обстановки, для забезпечення нормального постачання споживачів гарячою водою;
- повідомляти керівництво підприємства про всі порушення нормальної роботи установки в будь-який час доби;
- вимога від керівництва забезпеченням спец. Одягом і захисними засобами згідно існуючих норм.

Персонал з обслуговування теплового пункту в період свого чергування зобов'язаний:

- безперебійно забезпечувати споживачів гарячою водою з температурою 50-55 °С при мінімальній витраті перегрітої води;
- шляхом систематичного огляду обладнання та аналізу параметрів води на споживача, забезпечити безаварійну його роботу;
- при виявленні дефектів у роботі устаткування, не допускаючи виведення його з ладу, включити в роботу резервне обладнання і

зупинити обладнання, що має дефекти, при відсутності резерву дефектів обладнання зупинити і через начальника ділянки організувати його ремонт;

- вести контроль за температурою води, що йде з бойлерів;
- вести оперативний (змінний) журнал, в якому з зазначенням часу, записувати виконання операцій з пуску і останову обладнання, з перемиканням в схемах, характером аварійних ситуацій, основні параметри роботи бойлерної протягом зміни, в оперативний журнал необхідно записувати також зміст усних розпоряджень керівництва підприємства.

### 5.2.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При розриві трубопроводу перегрітої води в межах бойлерної, поява свищів, порушення щільності з'єднань, що супроводжують сильною течєю гарячої води, оператор зобов'язаний терміново відключити пошкоджену ділянку тепломережі і поставити до відома керівництво, а оператор повинен по можливості вжити заходів, щоб вода не потрапляла на електрообладнання.

При появі диму або вогню з електродвигуна, електродвигун негайно відключити, приступити до ліквідації загоряння, застосовуючи вуглекислотний вогнегасник або пісок.

Після зняття напруги з електродвигуна електромонтером, допускається ліквідація загоряння водою.

У разі виникнення загоряння в приміщенні бойлерної штовхати заходи до його ліквідації первинними засобами пожежогасіння, викликати пожежну охорону, довести до відома керівництво.

При опіках необхідно звільнити уражене місце від одягу, взуття. Перев'язати обожнену поверхню стерильним бинтом і звернутися в лікувальний заклад. Довести до відома майстра.

При важких механічних травмах потерпілого покласти в безпечне місце,

надати йому зручне і спокійне становище і викликати швидку медичну допомогу (довести до відома керівника робіт).

При ураженні електричним струмом насамперед звільнити потерпілого від дії електричного струму (відключити обладнання від мережі, відокремити потерпілого від струмоведучих частин ізолюючими пристроями (дошки, суха одяг, гумові рукавички, гумові килимки). Якщо потерпілий втратив свідомість, але дихає, його необхідно укласти в зручну позу, розтягнути воріт, дати свіже повітря. Якщо дихання відсутнє, пульс не прощупується, потерпілому потрібно негайно почати робити штучне дихання, бажано за методом «рот в рот» до прибуття лікаря.

### 5.3 Дії працівників обслуговуючої організації під час ураження людини електричним струмом

Електротравми за частотою смертельних наслідків у 15-16 разів перевищують інші види травм. Від електротравм щороку гине до 30 % від загальної кількості потерпілих, які потрапили під напругу. Вирішальна роль у вражаючій дії струму належить його силі і тривалості дії. Проходження електричного струму через тіло людини викликає електричні травми різного характеру: електричний удар, опіки, електричні знаки-мітки.

Залежно від робочої напруги розрізняють низьковольтні та високовольтні електротравми [38].

Низьковольтна електротравма - ураження перемінним струмом промислової частоти при напрузі від 42 В до 380 В - найчастіший випадок. Основна небезпека - велика ймовірність розвитку фібриляції, а при тривалому проходженні струму - зупинка дихання та асистолія.

Високовольтна електротравма - ураження перемінним струмом промислової частоти при напрузі більше ніж 1000 В. Характеризується термічною дією струму, що проявляється важкими опіками зовнішніх і глибоко розташованих тканин за ходом струму (синдром Айсберга). Дія цих

факторів може викликати вибухоподібний ефект. На відміну від низьковольтної електротравми, потерпілі від високої напруги гинуть частіше через важкі, несумісні із життям ураження органів і систем протягом доби чи найближчого тижня.

### 5.3.1 Звільнення від дії електричного струму

При ураженні електричним струмом необхідно як можна швидше звільнити ураженого від дії струму, оскільки від тривалості цієї дії залежить важкість електричної травми.

Торкання до струмоведучих частин, які містяться під напругою, викликає у більшості випадків не довільне судомне скорочення м'язів і загальне зворушення, яке може привести до порушення і навіть до припинення органів дихання і кровообігу.

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання.

Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самотійно не в змозі відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої торкається людина.

Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

Якщо уражений тримає провід руками, його пальці так сильно стискаються, що визволити провід з його рук стає неможливим. Тому перша дія, того хто надає допомогу, повинна бути: негайне вимкнення тієї частини електричної установки, якої торкається уражений. Вимкнення проводиться за допомогою вимикачів, рубильника або іншого вимикаючого апарату. Якщо уражений знаходиться на висоті, то вимкнення установки і тим самим звільнення від струму може викликати його падіння.

В цьому випадку необхідно прийняти заходи, які запобігають падіння ураженого або, які забезпечують його безпеку. Якщо відключити установку достатньо швидко не можна, необхідно прийняти інші заходи звільнення ураженого від струму.

У всіх випадках, той, хто надає допомогу, не повинен торкатися до ураженого без належних заходів обережності, тому що це небезпечно для життя.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В відключають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем. Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо (Додаток В).

При відділенні ураженого від струму рекомендується діяти однією рукою тримаючи іншу в кишені, за спиною.

Якщо електричний струм проходить в землю через ураженого, і він судомно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад, дріт), простіше перервати струм, відділивши ураженого від землі, підсунувши під нього суху дошку або відтягти ноги від землі мотузкою, або відтягти за одяг, дотримуючись при цьому зазначеної обережності, як щодо ураженого, так і щодо себе. Можна також перерубати провід сокирою з сухою дерев'яною ручкою, або перекусити інструментом з ізольованими кусачками і таке ін. Перерубати або перекушувати провід необхідно пофазно, тобто кожний провід окремо, при цьому рекомендується по можливості стояти на сухих



дошках, дерев'яній драбині і т.ін. Можна скористатися і не ізольованим інструментом, обернувши його ручку сухою матерією.

У нічний час перед відключенням струмопровідної ділянки необхідно включити аварійне освітлення (акумуляторні ліхтарі тощо) з урахуванням можливості вибуху і пожежонебезпеки у приміщенні. При цьому надання допомоги потерпілому не повинно затримуватись [39].

Після відділення потерпілого від струмопровідного елемента його слід віднести від місця ураження струмом на відстань не менше ніж 8 м.

При звільненні потерпілих в електроустановках з напругою понад 1000 В слід користуватися діелектричними рукавицями і взути діелектричні боти; діяти ізольуючою штангою або ізольованими кліщами.

### 5.3.2 Перша допомога потерпілому при ураженні електричним струмом

Рятування ураженого залежить від дії електричного струму, а також від швидкості відділення його від струму, а також від швидкості і правильності надання йому допомоги. Зволікання в наданні може викликати загибель ураженого. При ураженні електричним струмом смерть часто буває клінічною, тому ніколи не треба відмовлятися від надання допомоги ураженому і вважати його мертвим, якщо не має дихання, серцебиття, пульсу.

При визволенні ураженого від дії струму необхідно негайно надати йому лікарську допомогу у відповідності з його станом.

Якщо уражений не втратив свідомості, його треба відвести або віднести в зручне для відпочинку місце, створити повний спокій, запропонувати полежати, створити приплив свіжого повітря.

Якщо уражений знаходиться без свідомості, але дихає нормально і у нього прослуховується пульс, потрібно негайно визвати лікаря, а до його приходу надати допомогу - привести ураженого у свідомість, давати нюхати нашатирний спирт, злегка змочити лице водою, забезпечити приплив свіжого повітря.

Якщо уражений знаходиться в тяжкому стані, тобто не дихає, або переривчасто, необхідно, не втрачаючи часу, приступити до штучного дихання.

Якщо в ураженого відсутня свідомість, дихання, пульс, шкіра синюча, і зіниці широкі, можна припустити, що він знаходиться в стані клінічної смерті, і негайно приступити до штучного дихання по способу “із рота в рот”, або “із рота в ніс” та зовнішнього масажу серця. Ні в якому разі не можна заривати ураженого в землю, тому це принесе тільки шкоду і призведе до втрати дорогих для його спасіння хвилин.

Кожен працівник, обслуговуючий оперативний персонал повинні знати правила долікарської допомоги, способи штучного дихання і масажу серця.

Долікарську допомогу потерпілому надають на місці нещасного випадку. Констатувати смерть має право тільки лікар.

Способи штучного дихання бувають ручні та апаратні. Ручні менш ефективні, але можуть застосовуватись негайно при порушенні дихання у потерпілого. При виконанні штучного дихання “з рота в рот”, та “з рота в ніс” у рот або в ніс потерпілого рятівник видихає зі своїх легенів в легені потерпілого об’єм повітря в кількості 1000-1500 мл. Цей метод найбільш ефективний, однак можлива передача інфекції, тому використовують носовичок, марлю, спеціальну трубку.

Підготовка до штучного дихання:

. Звільнити потерпілого від одягу - розв’язати галстук, розстебнути комір сорочки тощо.

. Покласти потерпілого на спину на горизонтальну поверхню - стіл або підлогу.

. Відвести голову потерпілого максимально назад, доки його підборіддя не стане на одній лінії з шиєю. При цьому положенні язик не затуляє вхід до гортані, вільно пропускає повітря до легенів. Разом з тим при такому положенні голови рот розкривається. Для збереження такого положення голови під лопатки кладуть валик із згорнутого одягу (Додаток Г).

Пальцями обслідувати порожнину рота і якщо там є кров, слиз тощо, їх необхідно видалити, вийнявши також зубні протези; за допомогою носовичка або краю сорочки вичистити порожнину рота (Додаток Д). Обов'язково провести штучне дихання.

Той, хто надає допомогу розміщується збоку від голови ураженого, під лопатки кладе валик із згорнутим одягом, одну руку підсовує під шию ураженого, а долонь іншої руки - на його лоб, максимально запрокинути голову. При цьому корінь язика піднімається і визволяє гортань, а рот відчиняється. Той, хто надає допомогу нахилиється до обличчя, робить глибокий вдих відкритим ротом, щільно охоплює губами відкритий рот і робить енергійний видих, з деяким зусиллям вдуваючи повітря в його рот; одночасно він закриває ніс ураженого щокою чи пальцями руки, яка знаходиться на лобі. При цьому обов'язково треба наглядати за грудною клітиною ураженого, яка піднімається. Як тільки грудна клітина піднімається, нагнітання повітря припиняється, той, хто надає допомогу перевертає обличчя в сторону, відбувається видих ураженого. Таким чином треба робить 10-12 вдувань за хвилину, через кожні 5-6 секунд.

Якщо після вдувань повітря, грудна клітина не розправляється, необхідно висунути нижню щелепу ураженого вперед. Для цього чотирма пальцями обох рук беруть щелепу ззаду за кутки і, упираючись великими пальцями в її край нижче куточків рота, відтягують і висовують щелепу вперед так, щоб нижні зуби стояли попереду верхніх.

Якщо щелепа ураженого сильно стиснута і відкрити рота не вдається, слід проводити штучне дихання "із рота в ніс". Штучне дихання проводиться до повного глибокого і ритмічного самостійного дихання.

При ураженні електричним струмом може наступити не тільки зупинка дихання, але і зупинка кровообігу, тоді коли серце не забезпечує циркуляції крові по судинам; якщо натискати на грудину штовховими рухами, то кров буде надходити з серця, майже так, як це відбувається при його природному скороченні. Штучне дихання у більшості випадків треба робити одночасно з

масажем серця. Якщо допомогу надає одна людина, вона розташовується збоку від ураженого і, нахилившись, робить два швидких енергійних вдювання (по способу “із рота в рот”, або “із рота в ніс”), потім піднімається, залишається на цій же стороні від ураженого, долоню однієї руки він кладе на нижню половину грудини, а пальці піднімає. Долонь другої руки він кладе поверх першої руки поперек або уздовж та натискає, допомагаючи нахилом свого корпусу. Руки при натискуванні повинні бути направлені у ліктях. Натискати слід швидкими поштовхами так, щоб змістити грудину на 4-5 см. тривалість натискання не більше 0,5 с. Інтервал між окремими натисканнями 0,5 с. в паузах рук з грудини не знімати, пальці залишаються прямі, руки повністю випрямлені в ліктях. Якщо поживлення проводить одна людина, співвідношення “дихання-масаж” 2:15, якщо проводять дві особи - 1:5 (Додаток В).

Після того, як поновиться серцева діяльність, буде пульс, масаж серця негайно припиняють, проводжаючи штучне дихання при слабкому диханні ураженого і стараючись, щоб природний та штучний вдих збігалися. При накопленні самостійного дихання штучне дихання також припиняють. Якщо серцева діяльність, або самостійне дихання не поновлюється, але реанімаційні заходи ефективні, то їх можна припинити тільки при передачі потерпілого у руки медичного персоналу.

### 5.3.3 Транспортування потерпілого

Наслідки своєчасної і правильно наданої допомоги на місці події можуть бути зведені нанівець, якщо при підготовці до транспортування і доставці потерпілого до медичної установи не будуть дотримані відповідні правила. Головне не тільки в тому, як доставити потерпілого і яким видом транспорту, а наскільки швидко були вжиті заходи, які забезпечили максимальний спокій і зручне положення потерпілого.

Найкраще транспортувати потерпілого ношами. При цьому можна використовувати підручні засоби: дошки, одяг тощо. Можна переносити потерпілого на руках. Передусім потерпілого слід покласти на ноші, які застеляють ковдрою, одягом тощо, ставлять ноші з того боку потерпілого, де є ушкодження. Якщо тих, хто надає допомогу, двоє, вони повинні стати з двох боків нош. Один підкладає руки під голову і груднину, другий - під крижі і коліна потерпілого. Одночасно без поштовхів його обережно піднімають, підтримуючи ушкоджену частину тіла, і опускають на ноші. Слід накрити потерпілого тим, що є під руками, - одягом, ковдрою. Якщо є підозра на перелом хребта, потерпілого кладуть обличчям догори на тверді ноші (щит, двері). За відсутністю такого можна використати ковдру, пальто. В такому випадку потерпілого кладуть на живіт [40].

Якщо є підозра на перелом кісток тазу, потерпілого кладуть на спину із зігнутими ногами у колінах і у тазостегнових суглобах для того, щоб його стегна були розведені, під коліна обов'язково треба підкласти валик із вати, рушника, сорочки.

По рівній поверхні потерпілого несуть ногами вперед, при підйомі на гору або на сходах - головою вперед. Ноші весь час повинні бути у горизонтальному положенні. Щоб ноші не розгойдувались, необхідно йти не в ногу, злегка зігнувши коліна.

При перевезенні потерпілого слід покласти його до машини на тих самих ношах, підстеливши під них що-небудь м'яке (ковдру, солому тощо).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергозбереження – вимога часу [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://xreferat.com/102/914-1-energozberezhennya-vimoga-chasu.html>.
2. ProjectBuilding- Проект «Будівництво житлово-офісного комплексу з об'єктами торгівельного та соціально-побутового призначення на проспекті Відрадному, 93/2 у Солом'янському районі міста Києва».
3. Київміськбуд – офіційний сайт [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kmb.ua/ru/objects/274-zhk-medovij/>.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
5. ДБН В.2.6-31-2006 Теплова ізоляція будівель.
6. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
7. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів.
8. ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю».
9. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
10. ГОСТ 12176-89 Кабелі, дроти і шнури. Методи перевірки нанерозповсюдження горіння.
11. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.– Зі зміною № 1 від 1 липня 2013 року. На заміну СНіП II-3-79. Введ. 09.09.2006 р. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2006. –72 с.
12. 3711 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання.
13. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство

- регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
14. ДСТУ НБ В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. – 72 с.
  15. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
  16. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
  17. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житловокомунального господарства України. – Луганськ, вид-во «Місячне сяйво», 2010. – 696 с.
  18. Теплові насоси [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://www.referat911.ru/Teplotehnika/teplovye-nasosy/219939-2425916-place1.html>.
  19. Теплотехника: Учебник для студентов вузов/ А.М. Архаров, С.И. Исаев, И.А. Кожин и др.; Под общей ред. В.И. Крутова. – М. Машиностроение, 1985. – 432 с.
  20. Обґрунтування основних параметрів теплового насоса, що використовує шахтну воду, що відкачується на поверхню [електронний ресурс]. Режим посилання: <http://masters.donntu.org/2012/fimm/demyanenko/diss/indexu.htm>.
  21. Нормирование топливно-энергетических ресурсов и регулирование режимов электропотребления (сборник инструкций). М., Недра, 1983. – 224 с.
  22. Тепловые насосы для квартир [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://ventbazar.ua/blog/teplovye-nasosy-dlya-kvartir.html>.
  23. Методы и программы расчета мощности теплового насоса для отопления дома [електронний ресурс]. Режим посилання: <http://samanka.ru/kak->

- [rasschitat-moshhnost-teplovogo-nasosa.html](https://rasschitat-moshhnost-teplovogo-nasosa.html).
24. Тепловий насос СН-НР60МФNM (опалення/ГВП) 15/60кВт[електронний ресурс]. Режим посилання: <https://prom.ua/ua/p536463638-teplovoj-nasos-vozduh.html>.
25. Як вибрати тепловий насос [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://akvilonpro.ua/ua/ingenierie-proektu/teplovie-nasosi/vozdushnyij-teplovoj-nasos-dlya-doma-do-150-m2.html>.
26. Київтеплоенерго [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kte.kmda.gov.ua/tarufu/>.
27. Тарифна електроенергію для населення [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://www.nerc.gov.ua/?id=15013>.
28. Вибір моделі рекуператора [електронний ресурс]. Режим посилання: [https://prana.org.ua/vibratirekuperator?gclid=CjwKCAiAxMLvBRBNEiwAKhmPwwSnhvUZCnTDKE0bjsvM7tZjmL3qAgOgSf8zWcoX4HSOD6oBM00BoC9ykQAvD\\_BwE](https://prana.org.ua/vibratirekuperator?gclid=CjwKCAiAxMLvBRBNEiwAKhmPwwSnhvUZCnTDKE0bjsvM7tZjmL3qAgOgSf8zWcoX4HSOD6oBM00BoC9ykQAvD_BwE).
29. Ventoxx Champion с ДУ [електронний ресурс]. Режим посилання: [https://ventbazar.ua/111805.html?utm\\_medium=cpc&utm\\_source=google&utm\\_campaign=6500552602&utm\\_content=76919665614&utm\\_term=pla822695393934&gclid=CjwKCAiAxMLvBRBNEiwAKhrnGGrH0dLnY1KAo1Vk4V4Es-hRjXjodKIVXmumd9AjbGvq85nBnK9lxoCuw4QAvD\\_BwE](https://ventbazar.ua/111805.html?utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_campaign=6500552602&utm_content=76919665614&utm_term=pla822695393934&gclid=CjwKCAiAxMLvBRBNEiwAKhrnGGrH0dLnY1KAo1Vk4V4Es-hRjXjodKIVXmumd9AjbGvq85nBnK9lxoCuw4QAvD_BwE).
30. Система чиллер-фанкойл (централизованная система кондиционирования [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://bt-service.ua/sistemy-chiller-fankojl/>.
31. Енергоефективність будинку: як її підвищити і що для цього потрібно [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://eenergy.com.ua/korysni-porady/energoefektyvnist-budynku-yak-yipidvyshhyty/>.
32. Чиллер з виносним конденсатором 52.3 кВт [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kiev.prom.ua/ua/p995140731-chiller-vynosnym-kondensatorom.html>.



33. Фанкойли каналні Atisa середнього тиску серії MF-EC [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://kiev.prom.ua/ua/p315260057-kanalnye-fankojly-atisa.html>.
34. Енергопостачання та електрообладнання [електронний ресурс]. Режим посилання: <http://wikipage.com.ua/1x916e.html>.
35. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів умов праці [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://studfile.net/preview/5372266/page:2/>.
36. Тепловой пункт [електронний ресурс]. Режим посилання: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9\\_%D0%BF%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%82](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%82).
37. Інструкція з охорони праці для персоналу з ремонту та обслуговування теплового пункту [електронний ресурс]. Режим посилання: <https://studfile.net/preview/1191161/>.
38. Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом [електронний ресурс]. Режим посилання: [https://www.bibliofond.ru/download\\_list.aspx?id=649531](https://www.bibliofond.ru/download_list.aspx?id=649531).
39. Березуцький В. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; за заг. ред. В. В. Березуцького. - 2-е вид., перероб. і доп. - Х.: Факт, 2007. - 480 с.
40. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. / В. С. Джигирей, В. Ц. Жидецький. - 3-є вид., доп. - Львів : Афіша, 2000. - 256 с.

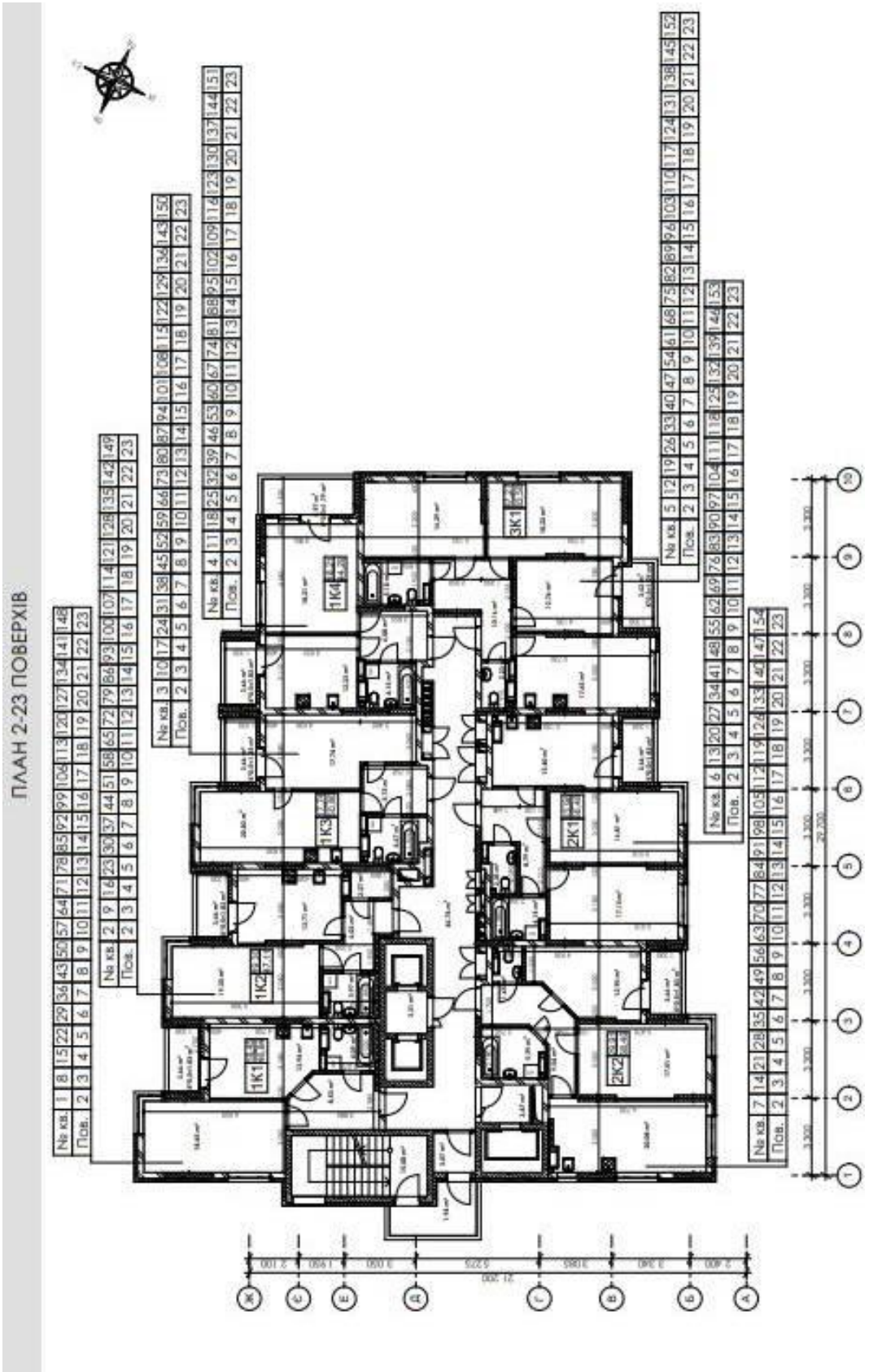
## ДОДАТОК А

### Генеральний план досліджуваного об'єкту



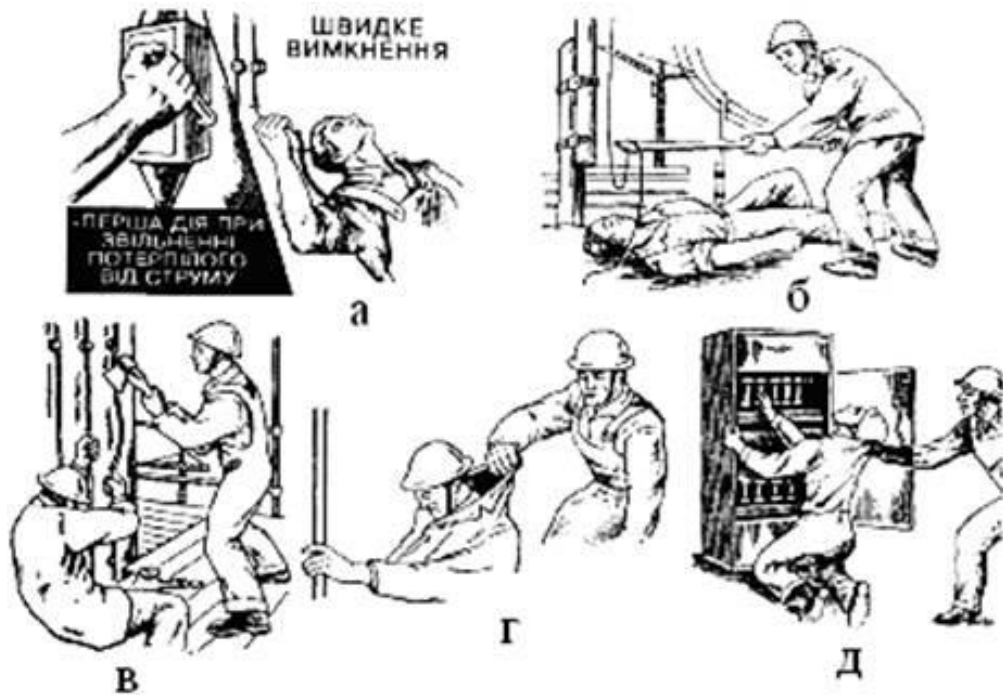
# ДОДАТОК Б

## Поверховий план будівлі



## ДОДАТОК В

### Звільнення потерплого від дії струму



Звільнення потерплого від дії струму:

- а - відключенням електроустановки;
- б - відкиданням проводу сухою дошкою, рейкою;
- в - перерубуванням дротів;
- г - відтягуванням за сухий одяг;
- д - відтягуванням в рукавицях.

## ДОДАТОК Г

Виконання штучного дихання



Положення голови потерпілого при проведенні штучного дихання



ВДИХ

ВИДИХ

Виконання штучного дихання

## ДОДАТОК Д

Зовнішній масаж серця



Місце розташування рук при проведенні зовнішнього масажу серця



Правильне положення рук при проведенні зовнішнього масажу серця і визначення пульсу на сонній артерії