

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ім. Ю.М.ПОТЕБНІ**

**КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

**Кваліфікаційна робота**  
**другий магістерський**  
(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз шляхів підвищення енергоефективності корпусу № 2  
Запорізької станції переливання крові.

Виконав: студент 2 курсу, гр. 8.1440-з дн  
спеціальності теплоенергетика  
(код і назва спеціальності)  
освітньої програми теплоенергетика  
(код і назва освітньої програми)

Соломко Павло Анатолійович  
(ініціали та прізвище)



Керівник к.т.н., доц. Бердишев М.Ю.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)



Рецензент Сумін О.О.  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)



Запоріжжя  
2022

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра Теплоенергетики та гідроенергетики  
Рівень вищої освіти другий магістерський  
Спеціальність 144 Теплоенергетика  
Освітня програма Теплоенергетика  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
«19» лютий 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Соломко Павло Анатолійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)







Тема роботи (проекту) Аналіз шляхів підвищення енергоефективності корпусу № 2 Запорізької станції переливання крові.  
керівник роботи Бердишев Миколай Юрійович, к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «30» червня 2021 року № 974-с

- 1 Строк подання студентом роботи: 17 лютого 2022 р.
- 2 Вихідні дані до роботи: об'єкт комунальна установа «Запорізька обласна станція переливання крові» корпус № 2, розрахункова температура внутрішнього та зовнішнього повітря для проектування, середня температура за опалювальний період.
- 3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Утеплення будівлі, розрахунок тепловтрат будівлі, розрахунок економії від впровадження системи автоматичного регулювання опалення будівлі, розрахунок капітальних вкладень, розрахунок річного економічного ефекту.
- 4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): діаграма річне енергоспоживання будівлі,%; характеристика

властивостей утеплювачів; характеристика вікон; споживання електр енергії ; споживання теплової енергії.

#### 5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдан прийм
1	Бердишев М.Ю		
2	Бердишев М.Ю		
3	Бердишев М.Ю		

6 Дата видачі завдання 10 вересня 2021 р

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Характеристика енергоефективності	10.09.2021	ВИКО
2	Вибір утеплювача	30.09.2021	ВИКО
3	Розрахунок тепловтрат будівлі за допомогою програми Excel	20.10.2021	ВИКО
4	Розрахунок економії від впровадження системи автоматичного регулювання опалення будівлі	10.11.2021	ВИКО
5	Розрахунок капітальних вкладень	10.12.2021	ВИКО
6	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно нормативним вимогам	15.01.2022	ВИКО

Студент 

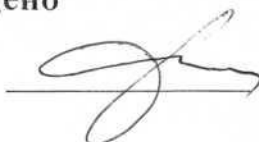
П.А.Соломко

Керівник роботи (проекту) 

М.Ю.Бердишев

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер



С.С. ЧИЖОВ

## АНОТАЦІЯ

П. А. Соломко. Аналіз шляхів підвищення енергоефективності корпусу № 2 Запорізької станції переливання крові.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник доц. кафедри, Бердишев М.Ю. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім.Ю.М.Потебні, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2021.

У кваліфікаційній роботі магістра розглядалися характеристики опису об'єкта, опис технічного стану огорожувальних конструкцій, система опалення, система освітлення, система охолодження, кондиціонування, вентиляції, утеплення будівлі, вибір утеплювача. Зроблений теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій, розрахунок тепловтрат будівлі.

Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів. Витрати на теплову енергію, гарячу воду, холодну воду. Розрахунок економії від впровадження системи автоматичного регулювання опалення будівлі. Розрахунок річних витрат на теплову енергію. Розрахунок капітальних вкладень. Розглянуто заходи з охорони праці. Зроблено висновки.

Ключові слова: енергоаудит, теплообмін, енергозбереження, теплопровідність, теплотехнічний розрахунок, тепловтрати, утеплювач, теплопередача

## ANNOTATION

P.A. Solomko. Analysis of ways to increase the energy efficiency of the building № 2 Zaporozhye blood transfusion station.

Qualifying final work for the receipt of degree of higher education of master's degree after speciality 144 – Heat Power Engineering, research supervisor Assoc. Department, Berdishev M.Yu. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute named after YM Potebny, Department of Heat and Hydropower, 2021.

The master's qualification work considered the characteristics of the description of the object, the description of the technical condition of fencing structures, heating system, lighting system, cooling system, air conditioning, ventilation, building insulation, the choice of insulation. The thermotechnical calculation of enclosing constructions, calculation of heat losses of the building is made.

Analysis of fuel and energy resources consumption. Costs for thermal energy, hot water, cold water. Calculation of savings from the introduction of automatic heating control of the building. Calculation of annual costs for thermal energy. Calculation of capital investments. Occupational safety measures are considered. Conclusions are made.

Keywords: energyaudit, heat exchange, energy saving, heat -conductivity, heating engineering calculation, heat losses, insulator, heat transfer

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ...	10
1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження .....	10
1.2 Огороджувальні конструкції будівлі.....	10
1.2.1 Характеристика системи опалення.....	12
1.2.2 Характеристика системи вентиляції.....	13
1.2.3 Система постачання гарячої води.....	13
1.2.4 Система освітлення.....	14
1.3 Утеплення будівлі.....	14
1.3.1 Вибір утеплювача.....	15
1.3.2 Утеплювач Піноплекс.....	16
1.3.3 Утеплювач Rockwool марки Fasrock .....	16
1.3.4 Утеплювач KNAUF .....	17
1.3.5 Скловолокно URSA .....	18
1.3.6 Утеплювач Мінеральна вата.....	18
1.4 Заміна вікон.....	19
1.5 Вибір системи теплопостачання.....	21
1.6 Встановлення індивідуального теплового пункту.....	21
1.7 Вибір системи вентиляції.....	22
2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ БУДІВЛІ.....	26
2.1 Теплотехнічний розрахунок.....	26
2.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін.....	26
2.1.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	27
2.1.3 Теплотехнічний розрахунок перекриттів.....	28
2.2 Розрахунок тепловтрат будівлі.....	29
2.3 Теплотехнічний розрахунок.....	40
2.3.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін.....	40
2.3.2 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття.....	40
2.3.3 Перевірка на вірогідність конденсації вологи.....	41

2.3.4 Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій.....	48
2.4. Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів.....	59
2.4.1. Електрична енергія.....	59
2.4.2 Теплова енергія.....	60
2.4.3 Гаряча вода.....	61
2.4.4 Холодна вода.....	62
2.4.5 Структура загального споживання енергії.....	63
2.5 Розрахунок економії системи опалення будівлі.....	71
2.5.1 Розрахунок капітальних вкладень.....	71
2.5.2 Термомодернізація зовнішніх стін.....	74
2.5.3 Термомодернізація даху.....	74
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	76
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	76
3.2 Заходи з поліпшення умов праці.....	77
3.3 Вимоги до поясів запобіжних.....	79
3.4 Вимоги до касок захисних промислових.....	81
3.5 Вимоги до страховальних сталевих канатів.....	82
3.6 Вимоги до запобіжних стропів.....	83
3.7 Вимоги безпеки під час виконання робіт по висоті з підйомників.....	84
3.8 Вимоги безпеки під час виконання робіт з автомобільних драбин.....	85
3.9 Електробезпека.....	86
3.10 Пожежна безпека.....	89
ВИСНОВКИ.....	91
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	93

## ВСТУП

*Актуальність роботи.* Енергетичний аудит – обов'язковий та важливий етап на шляху впровадження термомодернізації будівель, зокрема будівель бюджетної сфери.

Україна вважається світовим лідером з точки зору перевитрат енергоносіїв. Причиною цього є існуючий незадовільний стан огорожувальних конструкцій будівель та систем споживання енергоносіїв. Україна потребує проведення термомодернізації.

Термомодернізація – це комплекс робіт спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель і забезпечення їх відповідності мінімальним вимогам енергетичної ефективності будівель.

Енергетична ефективність визначається як властивість будівлі та інженерного обладнання забезпечувати визначені у порядку, встановленому законодавством, оптимальні мікрокліматичні умови приміщень за фактичними або розрахунковими витратами енергії на опалення, нагрівання води, вентиляцію та освітлення.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук шляхів надання допомоги суб'єктам господарювання для визначення напрямків ефективного енергоспоживання.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, житловий будинок, агрегат, що виробляє, перетворює, передає або споживає енергію.

Отже, дослідження енергетичного аудиту з метою розрахунків будівель та забезпечення оптимальним обладнанням є актуальною задачею.

*Об'єкт дослідження* – корпус № 2 Запорізької станції переливання крові.

*Предмет дослідження* – енергоефективність корпусу № 2.

*Мета роботи* – знайдення оптимальних характеристики енергоефективності.



*Задачі дослідження.* Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз літературних джерел за тематикою дослідження;
- дослідження будівлі № 2;
- знаходження оптимальних характеристик енергоефективності.

*Методи та засоби дослідження.* Поставлені задачі вирішувались шляхом розрахунків будівлі за допомогою програми Excel.

*Наукова новизна отриманих результатів.* Отриманні оптимальні характеристики енергоефективності.

*Практична цінність роботи.* Знайдені характеристики енергоефективності, які у подальшому можна застосувати у виробництві.

*Апробація роботи.* Результати роботи представлені на загальноуніверситетській конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука – 2021» та I Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально- економічного розвитку регіонів України» 19-21 жовтня 2021 р.

*Структура та обсяг роботи.* Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з 25 позиції. Загальний обсяг складає 93 сторінок, у тому числі 23 таблиць і 18 ілюстрацій.

# 1 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З МЕТОЮ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

## 1.1 Загальна інформація про об'єкт обстеження

Основною метою енергетичного обстеження є сума даних про об'єм енергетичних ресурсів, які використовуються; формулювання показників енергетичного результату; визначення потенціалу енергозбереження і збільшення енергетичної ефективності; зроблено перелік типових, загальнодоступних заходів щодо енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності і проведення їх вартісної оцінки.

Об'єктом дипломної роботи є комунальна установа «Запорізька обласна станція переливання крові» корпус 2. Побудований в 1956 році в місті Запоріжжя, по вулиці Леоніда Жаботинського 32. Це двоярусна будівля в якій є підвал. Конкретна площа складає 1432м<sup>2</sup>.

Вихідні дані даного розрахунку:

- розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{вн}= 20^{\circ}\text{C}$ ;
- температура зовнішнього повітря для проектування  $t_{н.ор}= - 21^{\circ}\text{C}$ ;
- середня температура за опалювальний період  $t_{о.п}= + 0,6^{\circ}\text{C}$ ;
- тривалість опалювального періоду  $z_{о.п}= 166$  діб;
- барометричний тиск  $P_{атм}=101$  кПа;
- швидкість вітру  $V_{в}=5,1$  м/с;
- розрахункова відносна вологість зовнішнього повітря  $\phi = 85\%$ .

## 1.2 Огороджувальні конструкції будівлі

Зовнішні стіни: Стіни корпусу самонесучі зроблені з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині без зовнішнього утеплення. Товщина стіни складає - 510 мм. Стан зовнішніх стін корпусу – прийнятний. Опір теплопередачі не задовільний мінімальним вимогам.

Віконні та балконні блоки: Загальна площа віконних та балконних блоків складає 167 м<sup>2</sup> від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,18). Частина вікон дерев'яні, частина – металопластикові з подвійним склінням.

Приведений опір теплопередачі віконних блоків не відповідає мінімальним вимогам.

Двері: вхідні двері – металеві та пластикові, на момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані. Приведений опір теплопередачі трьох дверей не відповідає мінімальним вимогам.

Покриття: покриття чотирьохмансардний, плита перегородки бетонна утеплена шлаковим щебнем. Стан даху прийнятний, коли проводився енергетичний аудит значних пошкоджень покриття не виявлено. Опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

Погріб: фундамент корпусу бетонний. Під корпусом є опалювальний погріб з підлогою по ґрунту, площею 436,5 м<sup>2</sup>, залишок першого ярусу має підлогу по ґрунту. Підлога по ґрунту складається з засипки з доменного шлаку та стяжки з цементно-піщаного розчину і лінолеуму.

У будівлі передбачено ГВП, підключення до системи централізованого теплопостачання. Також є електрика, водогін, каналізація.

Геометричні характеристики:

- Загальна площа – 1432 м<sup>2</sup>.
- Загальний об'єм – 5108 м<sup>3</sup>.
- Опалювана площа – 1432 м<sup>2</sup>.
- Рік введення в експлуатацію – 1956 р.
- Опалювальний об'єм – 5108 м<sup>3</sup>.
- Кількість поверхів – 2.
- Кількість під'їздів або входів – 7.
- Загальна площа віконних та балконних блоків – 167 м<sup>2</sup>.
- Площа зовнішніх стін – 1006 м<sup>2</sup>.
- Площа підвалу – 436,5 м<sup>2</sup>.
- Площа горіщного перекриття – 779 м<sup>2</sup>.
- Площа зовнішніх дверей – 16 м<sup>2</sup>.

Тепловою енергією для опалювання і ГВП будівля забезпечується від теплової мережі районної котельної. Електрика підключена від міської електричної мережі ЗГЕС. Холодна вода поступає від міського КП «Водоканалу».

Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних.

Фактичне енергоспоживання менше ніж розрахункове оскільки фактична температура зовнішнього повітря за опалювальний період вища нормативної температури, використаної у розрахунках. Значна частина приміщень охолоджується локальними спліт-системами. Система охолодження в будівлі відсутня. Механічна система вентиляції охоплює декілька приміщень. Недостатня кратність повітрообміну у приміщеннях. Річне споживання будівлі показано на рисунку 1.1.

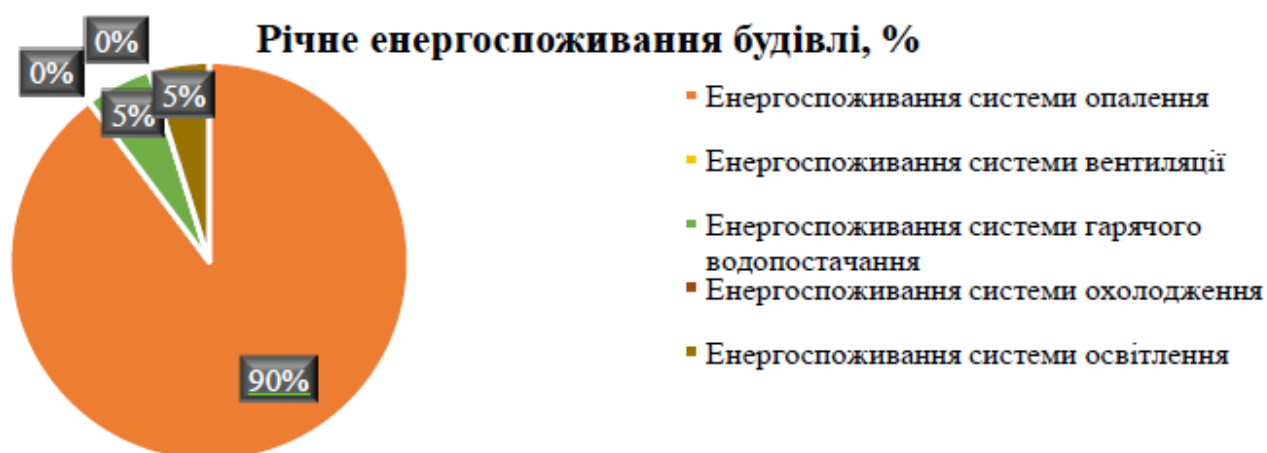


Рисунок 1.1 – Річне енергоспоживання будівлі

### 1.2.1 Характеристика системи опалення

Теплопостачання на потреби опалення та ГВП здійснюється від міських теплових мереж. Система опалення – двотрубна система централізованого теплопостачання. Температури 130/70°C. Споживання теплової енергії на потреби системи опалення та ГВП здійснюється за показами комерційного вузла обліку теплової енергії.

Вода для забезпечення потреб ГВП підігрівається в теплових пунктах обох будівель за допомогою пластинчастих теплообмінників, в яких холодна питна вода нагрівається до заданої температури за рахунок теплоти мережевої води центрального тепlopостачання. Система подачі гарячої води виконана у вигляді двотрубної системи з циркуляційної лінією. Також в будівлі встановлено водонагрівачі, в корпусі 2 чотири водонагрівача потужністю по 2 кВт.

### 1.2.2 Характеристика системи вентиляції

Окрім вентиляції природного типу в будівлях закладу є площі, які обслуговуються системами припливно-витяжної вентиляції. В корпусі 2 є 1 локальна витяжна системи та 1 припливна.

### 1.2.3 Система постачання гарячої води

Система опалення будинку, приєднаного до теплової мережі, складається з вузла приготування теплоносія, трубопроводів, віток, підводок і опалювальних приладів. Системи водяного опалення є найпоширенішими з відомих опалювальних систем. Як видно з наведеної класифікації системи можуть бути горизонтальними або вертикальними.

Горизонтальне розведення може бути верхнім, нижнім або змішаним. При верхньому розведенні подавальний і зворотний трубопроводи прокладаються, як правило, по горищу будинку. При нижньому розведенні обое трубопровода прокладаються в підвалі, а при його відсутності – у цокольному або в першому поверсі. При змішанім розведенні один з трубопроводів прокладається по горищу, а другий – по підвалу.

Вертикальні розведення звичайно застосовуються в громадських будинках, а також у житлових будинках, обладнаних поквартирними системами опалення. Розведення трубопроводів з попутним рухом води конструюються таким чином, щоб довжина циркуляційних кілець через усі вітки системи була однаковою.

Джерело теплоносія для приготування гарячої води – система централізованого тепlopостачання. Теплоносій – вода. Середньодобове теплове

навантаження системи гарячого водопостачання – 0,032 Гкал/год. Температура гарячої води 55°C. Система розподілу виконана з пластикових трубопроводів. Ізоляція відсутня.

#### 1.2.4 Система освітлення

Освітлення прилеглих територій та внутрішніх приміщень представлено великим різноманітними освітлювальними приладами.

Час роботи системи освітлення змінюється з плином часу. Освітлення робочих приміщень триває близько 7-8 годин на день.

Для освітлення використовуються лампи 2-ох типів: люмінесцентні потужністю 18 та 36 Вт та світлодіодні потужністю 10 Вт. Вмикання та вимикання системи освітлення ручне.

#### 1.3 Утеплення будівлі

Можна проводити зовнішнє утеплення фасаду та утеплення будинку зсередини. Про плюси і мінуси вже говорилося, хочеться лише нагадати, що утеплюючи стіни, не забувайте про вікна. Якщо вони погано тримають тепло, утеплювач на стінах не допоможе. У кожного утеплювача існує своя сфера застосування, де він максимально ефективний. Багато фахівців, які займаються утепленням будівель, стверджують, що теплоізоляція відмінної якості говорить про те, що в будівлі утеплений кожен елемент конструкції відповідним утеплювачем.

Найчастіше фахівці рекомендують зовнішнє утеплення. Але якщо обираєте внутрішнє, слід врахувати кілька факторів:

- матеріал повинен бути максимальної щільності і мінімальної товщини – для економії житлового простору;
- матеріали повинні бути вогнестійкими, вологонепроникними;
- обов'язково облаштовується додаткова пароізоляція.

Стеля утеплюється, якщо дах без утеплювача і нагорі немає житлового приміщення або мансарди, тобто існує різке коливання температур. Якщо між

поверхами підлога дерев'яна, то краще використовувати ватні утеплювачі, які щільно укладаються між лагами і додатково забезпечують звукоізоляцію.

За наявності перекриття з плит слід використовувати щільні матеріали: мінеральну вату, її показники – 50–200 кг/ м<sup>3</sup>; ековату – 30–75 кг/ м<sup>3</sup>; пінополіуретан – 32–80 кг/ м<sup>3</sup>.

Стелю кімнат останнього поверху краще утеплювати з горища, тому що утеплення з боку приміщення призведе до втрати простору. Так ми підійшли до утеплення горища.

Готуючись до утеплення горища, обов'язково перевірте міцність та цілісність перекриттів, фронтона, крокви. Якщо знайдете тріщини, надломи, проведіть ремонтні роботи, і тільки після цього беріться за укриття стін.

Для утеплення горища підійдуть мінеральна вата, ековата, пінопласт, пінополіуретан, керамзит, дерев'яна тирса. Тільки враховуйте, що для дахів із складною геометрією більш підходять м'які утеплювачі (наприклад, вата): з ними простіше обходити всі кути.

Обов'язковим етапом при використанні будь-якого із зазначених утеплювачів буде прокладання шарів гідроізоляції з боку покрівлі і проведення пароізоляції з боку приміщення. Якщо на горищі є вікна для провітрювання, то пароізоляцію можна не робити.

### 1.3.1 Вибір утеплювача

Вибір утеплювача – не найлегше завдання. Одні з них бояться намокання (кам'яна вата), з іншими складно працювати (скловата), треті поки що не знайшли широкого застосування (спінене скло). Залишається пінополістирол. Його лають за ненатуральність та горючість, але за технічними характеристиками він серед лідерів. Причому екструдований пінополістирол (ЕППС), хоч і коштує дорожче, але переносить механічні навантаження краще, ніж звичайний пінопласт. Один із виробників - Піноплекс, випускає ЕППС різної щільності та призначення. Його продукція досить популярна – це одна з найвідоміших марок країни.

Розглянемо та порівняємо декілька ізоляційних матеріалів різних виробників і оберемо утеплювач для утеплення житлового будинку.

### 1.3.2 Утеплювач Піноплекс

Піноплекс – один з найбільш ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Цими характеристиками і визначається сфера використання Піноплекса. Його рекомендують для утеплення тих ділянок, де важлива стійкість до навантажень, а низька паропроникність одна з вимог. Якщо говорити конкретно, використовувати Піноплекс рекомендують: для утеплення підлоги, під стяжку, на неї, як проміжний шар; при влаштуванні підлоги на лагах (з деякими застереженнями); теплоізоляційний шар під теплу підлогу (водяну або електричну).

Піноплекс випускається в декількох категоріях: Комфорт - для утеплення стін, балконів, лоджій; фундамент; скатна покрівля; стіна.

Це екологічно чистий матеріал, за природою хімічно інертний, не схильний до гниття. Працювати з ним можна за будь-яких погодних умов без яких-небудь засобів захисту від атмосферних опадів. Плити легко обробляються (добре ріжуться з використанням звичайного ножа) і надзвичайно прості в монтажі.

### 1.3.3 Утеплювач Rockwool марки Fasrock

Компанія Rockwool є світовим лідером у виробництві негорючої теплоізоляції з кам'яної вати. Серед продукції Rockwool є матеріали для теплоізоляції всіх конструкцій будинку (стенів, підлоги, крівлі і так далі), звукоізоляційні матеріали і вогнезахист. Виготовлений на основі базальтових порід за унікальною технологією утеплювач Rockwool відрізняється рядом чудових властивостей. А саме: високі теплозахисні властивості, негорючість (клас пожежної безпеки КМ0), хороші звукоізоляційні властивості, здатність не вбирати вологу, стійкість до деформацій, паропроникність.



Rockwool марки Fasrock – це жорсткий утеплювач в плитах з мінеральної (кам'яної) вати. Він має коефіцієнт теплопровідності 0,039 Вт/м К, що дозволяє добре утеплити конструкцію і звести до мінімуму всілякі втрати тепла.

Базальтова ізоляція Fasrock виконує багато функцій, перш за все це ізоляція, а також звукоізоляція і протипожежний захист. При підвищених температурах технічні характеристики виробів з кам'яної вати остаються дуже високими.

Fasrock виробляється з гірної породи і відноситься до класу негорючих матеріалів. Цей матеріал не виділяє токсичні гази навіть при прямій дії вогню.

Плити Fasrock призначені для тепло-, звукоізоляції:

- підвальних перекриттів і над гаражами;
- зовнішніх стін під штукатурку методом «легкий мокрий»;
- каркасних стін.

Якість матеріалу, його безпека для здоров'я і пожежна безпека підтверджені сертифікатом відповідності, висновком санітарно-епідеміологічної експертизи і пожежним сертифікатом. При монтажі утеплювача відповідно до будівельних вимог і рекомендацій виробника – компанії Rockwool (Роквул) – термін служби утеплювача дорівнює терміну експлуатації будівлі.

#### 1.3.4 Утеплювач KNAUF

Переваги утеплювачів KNAUF Незважаючи на відносно високу вартість, мінеральна вата KNAUF має великий попит, і для цього є вагомі причини. Серед переваг німецьких утеплювачів цієї марки можна назвати наступні:

- Повністю натуральний, екологічно чистий склад, безпечний для людей та тварин. Базальтове волокно та інші компоненти, що використовуються під час виробництва, не токсичні, не провокують алергічні реакції та інші захворювання;
- довговічність. Технологія виготовлення виключає можливість деформації та усадки теплоізолюючих матеріалів навіть через кілька десятків років. (Гарантія виробника - близько 50 років);

- Вогнестійкість. Мінеральна вата KNAUF не горить, що дуже важливо під час утеплення житлових приміщень;
- Стійкість до вогкості та інших несприятливих впливів завдяки високим показникам щільності;
- Паропроникність. Ця властивість сприяє підтримці у приміщенні оптимальної вологості, запобігаючи появі цвілі.

### 1.3.5 Скловолокно URSA

Матеріали Урса вважаються найпопулярнішим видом цієї лінійки. На даний момент ця модифікація має двадцять різновидів, від універсальних, загального призначення, до вузькопрофільних, спеціалізованих. Утеплювач володіє необхідною хімічною стійкістю. Крім того, матеріали володіють високими теплофізичними і міцними характеристиками, і відмінними показниками по довговічності.

Завдяки своїй гнучкості і малій вазі, теплоізоляційні мати і плити URSA вмонтовуються швидко, просто і практично безвідхідно. Форма і розміри плит дають можливість проводити роботи тепло- і звукоізоляції поверхонь силами однієї людини.

Застосування:

- інверсійний дах;
- ізоляція підлог промислових павільйонів, парковок;
- ізоляція підлог по ґрунту;
- ізоляція зовнішніх стін, горищних перекриттів.
- утеплення і звукоізоляція внутрішніх перегородок;
- утеплення і звукоізоляція міжповерхових перекриттів між лагами.

### 1.3.6 Утеплювач Мінеральна вата

Мінвату використовують для теплоізоляції будівель всіх типів, тепломагістралей, трубопроводів. Матеріал виробляють на основі натуральних компонентів - гірських порід з додаванням синтетичного в'язучого. Утеплювач

відрізняється високою міцністю, низькою теплопровідністю, простим монтажем. Нижче наведено докладний опис та характеристики мінеральної вати для утеплення.

Мінеральна вата – це теплоізоляційний матеріал з волокнистою структурою, який виготовляють із мінеральної сировини з надр землі із застосуванням синтетичного сполучного. Як сировинні матеріали виступають розплави гірських порід.

Переваги мінвати:

- Низька теплопровідність, що робить її чудовим утеплювачем;
- Пожежна безпека;
- Стійкість до перепадів температур. Матеріал не деформується при нагріванні/охолодженні;
- Хімічна та біологічна стійкість.

Порівняльну характеристику властивостей утеплювачів зводимо до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика властивостей утеплювачів

Характеристика властивостей утеплювачів			
Показники	Пінополістирол URSA	Плити Fasrock	Термолайф базальтова вата
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К	0,031	0,036-0,041	0,037
Міцність на стискання при 10% деформації, МПа	0,5	0,4	не менше 0,04
Діапазон робочих температур, °С	від -50 до +70	від -50 до +600	від -50 до +75
Волога, ґрунт	стійкий	стійкий	стійкий
Ефективний термін служби	50 років	довговічний	довговічний
Застосування	утеплення горища, перекриттів, даху, зс	утеплення зовнішніх стін, каркасних перекриттів, підвальних ПК.	утеплення фасадів, підлог, міжкімнатних стін

## 1.4 Заміна вікон

Теплотехнічні характеристики рамок мають важливий вплив на суму теплотехнічну характеристику вікна. Щоб зробити рами використовують різні матеріали: алюміній, ПВХ, дерево. Дерев'яні і ПВХ рами вважаються ефективними з теплотехнічної точки зору. Вікна ПВХ під час експлуатації не потребують фарбування та ремонту. Для них характерна герметичність, тобто система має чудові шумоізолюючі та теплозахисні властивості. Також важливий факт, що пластмаса піддається переробці близько 5 разів. Погодьтеся, що це зовсім не малі показники. Отже, придатність ПВХ становить приблизно 300 років.

Приведений опір теплопередачі вікон та дверей не відповідає мінімально допустимому значенню згідно ДБН В 2.6-31. Пропонується провести заміну вікна та дверей таким чином, щоб виконувалась нормативна умова  $R_q \text{ факт} \geq R_{q\text{min}}$ .

Так як для вікон мінімально допустиме значення опору теплопередачі  $R_{q\text{min}} = 0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ , то в залежності від цієї величини пропонуємо декілька видів вікон, які представлені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Характеристика вікон

Кількість камер в склопакеті $i$	Варіанти скління	Вміст повітря, %	Опір теплопередачі $R$ , $\text{м}^2\text{К/Вт}$
1	4 $M_1$ – 12 – 4К	100	0,61
1	4 $M_1$ – 16 – 4К	100	0,63
2	4 $M_1$ – 16 – 4 $M_1$ – 16 – 4 $M_1$	100	0,62
2	4 $M_1$ – 6 – 4 $M_1$ – 6 – 4К	100	0,63

де  $M_1$  – листове стандартне;

К – енергозберігаюче з твердим покриттям;

$i$  – енергозберігаюче з м'яким покриттям.

## 1.5 Вибір системи теплопостачання

У установі «Запорізька обласна станція переливання крові» джерело опалення - двотрубна система централізованого теплопостачання. Температурний графік 130/70°C. Тип внутрішньої системи опалення: водяна, двотрубна з нижнім розведенням трубопроводів. Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення та ГВП записується за показниками комерційного вузла теплової енергії. Підсистема розподілу виконана з сталевих трубопроводів, утеплювач відсутній. Температурний графік 95/70°C. Підсистема тепловіддачі: Система тепловіддачі складається з 45 чавунних та 8 алюмінієвих радіаторів без автоматичного регулювання теплового потоку. Частина системи має нижнє розведення. Система не налагоджена. Відсутні автоматичні регулятори витрати з регулюванням теплоносія. Опалювальні прилади встановлено біля зовнішньої стіни під вікном . Вибір теплоносія та системи теплопостачання визначається технічними та економічними міркуваннями і залежить головним чином від виду і щільності теплового навантаження, типу джерела теплоти. Рекомендується максимально спростити систему теплопостачання. Чим система простіше, тим вона дешевша в спорудженні і надійніше в експлуатації. Значно спрощує систему теплопостачання застосування єдиного теплоносія для всіх видів теплового навантаження. При виборі варіанту теплопостачання потрібно враховувати всю сукупність витрат, що впливають на собівартість одиниці теплової енергії.

## 1.6 Встановлення індивідуального теплового пункту

Індивідуальний тепловий пункт – комплекс пристроїв, що складається з елементів, які забезпечують приєднання системи опалення та ГВП до централізованої теплової мережі. Основними елементами ІТП є: теплообмінники, насоси, клапани, датчики, блоки управління. ІТП – найважливіша складова систем теплопостачання будівель. Від його характеристик багато в чому залежить регулювання систем опалення та ГВП, а також ефективність використання теплової енергії. Тому ІТП приділяється велика увага в ході термомодернізації

будівель і на даний момент масштабні проекти по їх облаштуванню в багатоквартирних будинках втілюються в життя серед різних регіонів України.

Розташовується, як правило, в підвальному або технічному приміщенні будівлі. Системи ІТП мають такі переваги як:

- Забезпечують найбільш оптимальні параметри теплоносія;
- Мінімізують втрати тепла при транспортуванні теплоносія по магістралях;
- Простіше в обслуговуванні і експлуатації;
- Мають більш точним регулюванням.

Всі системи центрального опалення підключаються за певною схемою - залежною або незалежною:

Залежні системи теплопостачання, в яких теплоносій по трубопроводу потрапляє прямо в систему опалення споживача, тобто, без проміжних теплообмінників. Приєднання може виконуватися в двох варіантах: безпосередньо або із застосуванням вузла змішування. Змішання зворотної води із системи опалення з високотемпературної водою з зовнішнього подає теплопроводу здійснюють за допомогою змішувального апарату - насоса або водоструминного елеватора.

Незалежні системи теплопостачання, в яких опалювальне обладнання споживачів гідравлічно ізолювано від виробника тепла, а для теплопостачання споживачів використовуються додаткові теплообмінники, що встановлюються в ІТП. Основний теплоносій служить для циркуляції в замкнутому контурі опалювального житлового будинку. Вода в такому разі не змішується.

## 1.6 Вибір системи вентиляції

### Припливна вентиляція

Така система використовується для подачі свіжого повітря в приміщення ззовні. Повітря з вулиці через спеціальне обладнання направляється в будинок, попередньо піддаючись фільтрації і теплової обробки. Примусове тиск, що створюється надходять свіжим повітрям, видавлює через щілини і інші природні

отвори в будинку відпрацьований повітря з забрудненнями. Організувати подібний варіант повітрообміну в власному будинку можна досить просто, достатньо використовувати для цього приточну установку.

### Витяжна вентиляція

З допомогою вентиляції даного типу в приватному будинку здійснюється відтік відпрацьованого повітря, таким чином забезпечуючи найбільш ефективний повітрообмін. Для того щоб не допустити застою повітряної середовища, використовується комплекс вбудованих витяжних вентиляторів і мережі вентиляційних каналів. Подібним чином система працює більш ефективно, і витяжка для приватного будинку здійснюється в потрібному обсязі, розрахованому попередньо проектувальниками для конкретного об'єкта. Важливо, щоб при наявності «брудних зон» в приміщенні, якими є кухня, ванна, санвузол і гардеробні, був обладнаний саме цей тип вентиляції. З її допомогою підтримується максимальний комфорт при відносній вологості, а також запобігає поширення по дому неприємних запахів. Подібного ефекту навряд чи вдасться досягти, минаючи проектування вентиляції, а тому тим, хто тільки збирається приступити до будівництва будинку, варто порекомендувати звернутися до фахівців, які зможуть виконати всі розрахунки правильно.

Вентиляція переважної більшості приміщень будівлі відбувається в природний спосіб за рахунок перепаду тиску зовні та в середині будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності в віконних і дверних конструкцій). Механічна система вентиляції охоплює декілька приміщень.

Підвищення теплозахисних характеристик зовнішньої оболонки будівлі призведе до зменшення природного повітрообміну, що потребує додаткового притоку свіжого повітря.

Пропонується:

#### ВАРІАНТ 1

Припливні клапани.

Клапани та спеціальні вентиляційні канали, що встановлюються на ПВХ-профілі, і пристрої для провітрювання в нижній або верхній частині рами.

Регулюватися робота вентиляційних пристроїв може вручну або автоматично, в залежності від типу пристроїв.

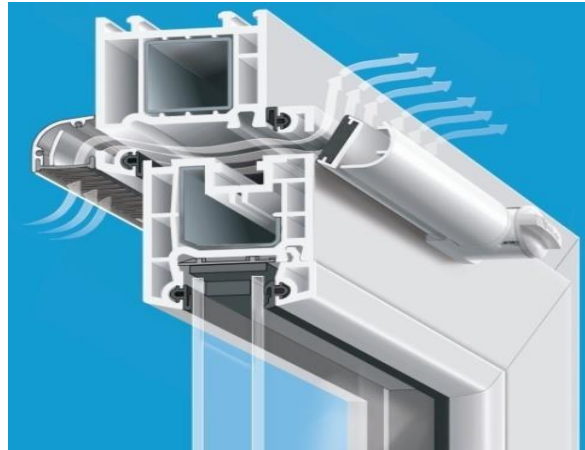


Рисунок 1.2 – Припливні клапани

Переваги варіанту №1:

- Відновлення необхідного повітрообміну в приміщенні;
- Встановлення комфортних та санітарних умов.

#### ВАРІАНТ 2

Реверсивні пристрої для провітрювання з регенерацією енергії.

Такі пристрої відносяться до децентралізованих систем вентиляції з рекуперацією тепла.

Рекуперація – це повернення частини теплової енергії. Процес теплообміну між теплим витяжним і холодним припливним повітрям (або навпаки, в залежності від пори року). Тобто, витяжне повітря використовується для підігріву, чи охолодження, припливного повітря.

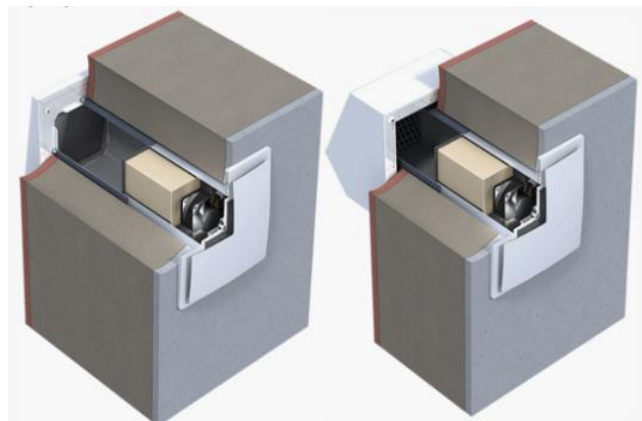


Рисунок 1.3 – Реверсивні пристрої для провітрювання з регенерацією енергії.



Переваги варіанту №2:

- Досягнення значного енергозберігаючого ефекту;
- Відновлення необхідного повітрообміну в приміщенні;
- Контроль вологісного режиму в приміщенні;
- Зменшення рівня шуму зумовлене відсутністю необхідності відкривати вікна;
- Встановлення комфортних та санітарних умов;

Реконструкція системи вентиляції дозволить відновити необхідний нормативний рівень повітрообміну без значних будівельно-монтажних робіт, а також організувати повітрообмін по кожному приміщенню з врахуванням наявної потреби в свіжому повітрі.

## 2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ БУДІВЛІ

### 2.1 Теплотехнічний розрахунок

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнтів теплопередачі зовнішніх стін, підлоги першого поверху, горищного перекриття та вікон.

$$K = \frac{1}{R_o}$$

де  $R_o$  – загальний термічний опір,  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ ;

$$R = R_{\text{в}} + \sum R_T + \sum R_{\text{в.п.}} + R_{\text{н}}$$

$R_{\text{в}}$  – опір теплопередачі внутрішньої поверхні  $R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}$ ;

$\alpha_{\text{в}}$  – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до поверхні, для всіх перекриттів  $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\sum R_T$  – сумарний термічний опір всіх шарів огорожі,  $R_T = \frac{\delta}{\lambda}$ ;

$\delta$  – товщина шару, м ;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу  $i$ -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , який приймають згідно з додатком А, для будівельних матеріалів;

$\sum R_{\text{в.п.}}$  – сумарний термічний опір повітряних прошарків, приведені в таблиці;

$R_{\text{н}}$  – опір теплопередачі зовнішньої поверхні  $R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}$ ;

$\alpha_{\text{н}}$  – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні до навколишнього повітря, для зовнішніх стін  $\alpha_{\text{н}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , для горищних перекриттів  $\alpha_{\text{н}}=12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; для перекриттів над підвалом  $\alpha_{\text{н}}=6,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

#### 2.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Станція переливання крові розташована в місті Запоріжжя з наступними кліматичними характеристиками:

- барометричний тиск  $P_{\text{атм}}=101$  кПа;
- швидкість вітру  $V_{\text{в}}=5,1$  м/с;
- температура зовнішнього повітря для проектування  $t_{\text{н.оп}}= - 21$  °С;
- середня температура за опалювальний період  $t_{\text{о.п}}= - 0,6$  °С;
- тривалість опалювального періоду  $z_{\text{о.п}}= 166$  доби.

Визначаємо умови експлуатації огорожувальних конструкцій: в місті Запоріжжі тепловологісний режим приміщень (для лікарень) в опалювальний період - нормальний, умови експлуатації - Б, тип конструкції - важкий.

### 2.1.2 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.

Визначаємо теплотехнічні показники будівельних матеріалів:

- Кладка з силікатної цегли  $\gamma_1 = 1600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta_1 = 510$  мм,  $\lambda_1 = 0,76$  Вт/м·К,  $s_1 = 9,77$  Вт/м<sup>2</sup>·К,  $W=11$  %,  $C_o=0,88$  ккал/(кг·°С).
- штукатурка з цементно-піщаного розчину  $\gamma_2 = 1800$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta_2 = 20$  мм,  $\lambda_2 = 0,8$  Вт/м·К,  $s_2 = 9,76$  Вт/м<sup>2</sup>·К,  $W=4$  %,  $C_o=0,2$  ккал/(кг·°С).

де  $\gamma_1, \gamma_2$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

- утеплювач мінераловатний  $\gamma_1 = 1600$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta_1 = 500$  мм,  $\lambda_1 = 0,036$  Вт/м·К,  $s_1 = 6,48$  Вт/м<sup>2</sup>·К,  $W=5$  %,  $C_o=0,63$  ккал/(кг·°С).

$W$  – розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації Б, %;

$C_o$  – питома теплоємність, ккал/(кг·°С);

$s_2$  – коефіцієнт теплосасвоєння, Вт/м<sup>2</sup>.

Визначаємо термічний опір зовнішньої стіни

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n},$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{1}{24} = 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни

$$K_{3.c.} = \frac{1}{R_{\Phi}} = \frac{1}{1,94} = 0,51 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

### 2.1.3 Теплотехнічний розрахунок перекриттів

Визначаємо теплотехнічні показники будівельних матеріалів:

- залізобетон  $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 300 \text{ мм}$ ,  $\lambda_1 = 1,9 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $s_1 = 17,98 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $W=3 \%$ ,  $C_o=0,84 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

- плита з доменного шлаку  $\gamma_2 = 1500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 300 \text{ мм}$ ,  $\lambda_2 = 0,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $s_2 = 5,12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $W=4 \%$ ,  $C_o=0,2 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

- лінолеум  $\gamma_4 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 24 \text{ мм}$ ,  $\lambda_4 = 0,38 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$

Визначаємо опір теплопередачі

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,9} + \frac{0,3}{0,5} + \frac{0,024}{0,38} + \frac{1}{6} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі

$$K_{п.} = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{1,98} = 0,91 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Визначаємо теплотехнічні показники будівельних матеріалів:

- залізобетон  $\gamma_1 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 300 \text{ мм}$ ,  $\lambda_1 = 1,9 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $s_1 = 17,98 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $W=3 \%$ ,  $C_o=0,84 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

- щебінь з доменного шлаку  $\gamma_2 = 900 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 35 \text{ мм}$ ,  $\lambda_2 = 0,5 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $s_2 = 2,16 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $W=4 \%$ ,  $C_o=0,2 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

- цементно-піщана корка  $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 35 \text{ мм}$ ,  $\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ ,  $s_1 = 9,76 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ ,  $W=4 \%$ ,  $C_o=0,2 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°C)}$ ;

Визначаємо опір теплопередачі

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,9} + \frac{0,185}{0,5} + \frac{0,035}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття

$$K_{\text{гп.}} = \frac{1}{R^0} = \frac{1}{0,85} = 1,17 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

## 2.2 Розрахунок тепловтрат будівлі

Основні тепловтрати приміщень складаються з втрат теплоти через окремі зовнішні захищаючі конструкції, визначені по формулі

$$Q = F \cdot k \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.ор}}) \cdot n$$

$$Q_{\text{осн}} = F \cdot k \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р.}}) \cdot n = 14,8 \cdot 0,1 \cdot (21 - (-21)) \cdot 1 = 316,53$$

де  $F$  – площа конструкцій огорожі, через яку відбувається втрата теплоти,  $\text{м}^2$ ;  
 $t_{\text{вн}}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$  (для лікарень)  $t_{\text{вн}} = 21$   $^{\circ}\text{C}$ , для кутових кімнат на  $2$   $^{\circ}\text{C}$  вище;

$t_{\text{н.ор}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювання;

$n$  – поправочний коефіцієнт, для зовнішніх стін – 1, горищних перекриттів 1, перекриттів над підвалами – 0,6;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі конструкцій огорож,  $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ .

Значення коефіцієнту теплопередачі заповнених світлових отворів і зовнішніх дверей приведені в додатковій літературі.

Повні тепловтрати,  $\text{Вт}$

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{осн}} \cdot P$$

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{осн}} \cdot P = 316,53 \cdot 1 = 316,53$$

де  $P$  – множник, що враховує додаткові втрати

$$P = 1 + 0,01 \cdot \beta$$

$\beta$  – додаткові втрати, %

Додаткові тепловтрати:

а) добавка на кутові приміщення: для кутових приміщень середня радіаційна температура нижче, ніж для решти приміщень, тому температуру внутрішнього повітря приймаємо на 2 °С вище для житлових будівель;

б) добавка на підігрів холодного повітря, що уривається, через зовнішні двері, що короткочасно відкриваються, приймаємо рівною – для дверей з двома тамбурами 20 Н (%), де Н – висота будівлі;

в) добавка на орієнтацію огорож по сторонах світла (тільки для вертикальних огорожень). Відповідно до СНіП приймають для стін, дверей, вікон обернених на північний схід, північний захід – 10 %, на південний схід – 5 %, південний захід – 0 %;

г) для зовнішніх вертикальних і похилих огорож орієнтованих напрям, звідки в січні дме вітер із швидкістю 5 м/с і більше згідно приймаємо 10 %.

Побутові тепловиділення (тепловий потік, що регулярно поступає від освітлення, устаткування і людей), Вт

$$Q_m = 10 \cdot F$$

$$Q_T = 10 \cdot F = 10 \cdot 14,8 = 148$$

де  $F$  – площа підлоги приміщень.

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт

$$Q_v = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot (t_{вн} - t_{н.о.р.})$$

$$Q_v = 0,337 \cdot F \cdot h \cdot (t_{вн} - t_{н.о.р.}) = 0,337 \cdot 3,81 \cdot 24,89 \cdot (21 - (-21)) = 733,18$$

де  $h$  – висота приміщення від підлоги до стелі, м (але не більше 3,5 м)

Втрати теплоти  $Q_v$ , на нагрівання зовнішнього повітря, проникаючого через вхідні зовнішні двері, що короткочасно відкриваються, в сходових

клітках

$$Q_{\text{в}} = 0,7 \cdot B \cdot (H + 0,8 \cdot P) \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н.о.р.}}) = 0,7 \cdot 1 \cdot (6 + 0,8 \cdot 10) \cdot (21 - (-21)) = 733,18$$

де  $H$  – висота будівлі, м;

$P$  – кількість людей, що знаходяться в будівлі;

$B$  - коефіцієнт, що враховує кількість входних тамбурів. (При одному тамбурі двоє дверей  $B = 1$ , при двох тамбурах  $B = 0,6$ .)

Загальні втрати тепла підраховуються для всього приміщення, Вт

$$Q_{\text{заг}} = \sum Q_{\text{н}} + Q_{\text{в}} - Q_{\text{т}}$$

$$Q_{\text{заг}} = \sum Q_{\text{п}} + Q_{\text{в}} - Q_{\text{т}} = 405,04 + 733,18 - 148 = 1090,06$$

Для подальшого розрахунку тепловтрат будинку визначаємо висоту і довжину поверхів.

Згідно правил обміру, до висоти першого поверху необхідно додати товщину перекриття над неопалювальним підвалом

$$h_1 = 3 + 0,5 = 3,5 \text{ м}$$

До висоти останнього поверху необхідно додати товщину шару утеплювача горіщного перекриття

$$h_2 = 3 + 0,5 = 3,5 \text{ м}$$

Результати розрахунків тепловтрат для всіх приміщень будівлі зводимо в таблицю 2.1.





## Продовження таблиці 2.1

105	ЗС	21	ПнЗх	4	3,5	14	42	1	0,509	299,42	10	0	0	10	329,37				
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45				
	П	21		3,4	3,9	27,5	42	0,6	0,505	349,97	0	0	0	0	349,97				
															821,78	1362,32	275	<b>1909,10</b>	
106	ЗС	21	ПнЗх	1,2	3,5	4,2	42	1	0,509	89,827	10	0	0	10	98,81				
	П	21		0,4	1,2	1,6	42	0,6	0,505	20,362	0	0	0	0	20,36				
															119,17	79,26	16	<b>182,43</b>	
107	ЗС	21	ПнЗх	4	3,5	14	42	1	0,509	299,42	10	0	0	10	329,37				
	П	21		3,8	3,9	16	42	0,6	0,505	203,62	0	0	0	0	203,62				
															532,98	792,62	160	<b>1165,61</b>	
108	ЗС	21	ПнЗх	0,8	3,5	2,8	42	1	0,509	59,885	10	0	0	10	65,87				
	П	21		0,8	0,6	1,7	42	0,6	0,505	21,634	0	0	0	0	21,63				
															87,51	84,22	17,00	<b>154,72</b>	
109	ЗС	21	ПнЗх	3	3,5	10	42	1	0,509	213,87	10	0	0	10	235,26				
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45				
	П	21		3	3,9	21,4	42	0,6	0,505	272,34	0	0	0	0	272,34				
															650,05	1060,13	214,00	<b>1496,18</b>	

## Продовження таблиці 2.1

110	ЗС	21	ПнЗх	1,5	3,5	5,25	42	1	0,509	112,28	10	0	0	10	123,51			
	П	21		1,5	1,2	3,1	42	0,6	0,505	39,451	0	0	0	0	39,45			
															162,96	153,57	31,00	<b>285,53</b>
111	ЗС	21	ПнЗх	3	3,5	10,5	42	1	0,509	224,57	10	0	0	10	247,02			
	П	21		3	3,9	11,7	42	0,6	0,505	148,89	0	0	0	0	148,89			
															395,92	579,61	117,00	<b>858,52</b>
112	ЗС	21	ПнСх	4	3,5	12	42	1	0,509	256,65	10	0	0	10	282,31			
	В	22	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	10	0	0	10	145,84			
	П	22		2,1	3,9	8,5	43	0,6	0,505	110,75	0	0	0	0	110,75			
															538,90	421,08	85,00	<b>874,98</b>
113	ЗС	22	ПнСх	8,4	3,5	29,4	43	1	0,509	643,76	10	0	0	10	708,14			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,4	3,9	21,06	43	0,6	0,505	274,39	0	0	0	0	274,39			
															1121,74	1068,13	210,60	<b>1979,27</b>
114	ЗС	21	ПдСх	3	3,5	10,2	42	1	0,509	218,15	5	0	0	5	229,06			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	3,9	6,8	42	0,6	0,505	86,537	0	0	0	0	86,54			
															451,57	336,87	68,00	<b>720,44</b>

## Продовження таблиці 2.1

115	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,509	299,42	5	0	0	5	314,39			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,5	3,9	15,5	42	0,6	0,505	197,25	0	0	0	0	197,25			
															647,62	767,85	155,00	<b>1260,48</b>
116	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,509	299,42	5	0	0	5	314,39			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	3,9	11,5	42	0,6	0,505	146,35	0	0	0	0	146,35			
															596,72	569,70	115,00	<b>1051,42</b>
117	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,509	299,42	5	0	0	5	314,39			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	3,9	12,4	42	0,6	0,505	157,8	0	0	0	0	157,80			
															608,17	614,28	124,00	<b>1098,46</b>
118	ЗС	21	ПдСх	3,8	3,5	11,1	42	1	0,509	237,4	5	0	0	5	249,27			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,8	3,9	11,1	42	0,6	0,505	141,26	0	0	0	0	141,26			
															526,50	549,88	111,00	<b>965,39</b>
119	ЗС	21	ПдСх	3,8	3,5	11,1	42	1	0,509	237,4	5	0	0	5	249,27			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,8	3,9	8,3	42	0,6	0,505	105,63	0	0	0	0	105,63			
															490,87	411,17	83,00	<b>819,04</b>

Продовження таблиці 2.1

120	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,446	262,32	5	0	0	5	275,43			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	3,9	7,4	42	0,6	0,505	94,172	0	0	0	0	94,17			
						0									505,58	366,59	74,00	<b>798,17</b>
121	ЗС	21	ПдСх	3,7	3,5	12,95	42	1	0,446	242,64	5	0	0	5	254,78			
	ПД	21	ПдСх	1	2	2,22	42	1	1,67	155,71	5	0	0	5	163,50			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		5	3,9	20,5	42	0,6	0,505	260,88	0	0	0	0	260,88			
											815,13	694,68	205,00	<b>1304,81</b>				
122	ЗС	21	ПдСх	3,5	3,5	12,25	42	1	0,446	229,53	5	0	0	5	241,01			
	П	21		3,5	3,9	5,2	42	0,6	0,505	66,175	0	0	0	0	66,18			
											307,18	257,60	52,00	<b>512,78</b>				
123	ЗС	21	ПдСх	1,5	3,5	5,25	42	1	0,446	98,369	5	0	0	5	103,29			
	П	21		1,5	1,9	3,4	42	0,6	0,505	43,268	0	0	0	0	43,27			
											146,56	168,43	34,00	<b>280,99</b>				
124	ЗС	22	ПдЗх	5	3,5	17,5	43	1	0,446	335,71	0	0	0	0	335,71			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		16	17,7	35,4	43	0,6	0,505	461,23	0	0	0	0	461,23			
											1075,36	1795,43	354,00	<b>2516,79</b>				

## Продовження таблиці 2.1

125	ЗС	22	ПдЗх	4,38	3,5	15,33	43	1	0,509	335,68	0	0	0	0	335,68			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		4,38	4,34	19	43	0,6	0,505	247,55	0	0	0	0	247,55			
															861,65	963,65	190,00	<b>1635,30</b>
126	ЗС	22	ПдЗх	4,28	3,5	14,98	43	1	0,509	328,01	0	0	0	0	328,01			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		4,28	4,81	15,8	43	0,6	0,505	205,86	0	0	0	0	205,86			
															812,29	801,35	158,00	<b>1455,65</b>
127	ЗС	21	ПдЗх	5,3	3,5	18,55	42	1	0,509	396,74	0	0	0	0	396,74			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,3	6,3	35,4	43	0,6	0,505	461,23	0	0	0	0	461,23			
															1136,39	1753,68	354,00	<b>2536,07</b>
128	ЗС	22	ПдЗх	3,9	3,5	13,65	43	1	0,509	298,89	0	0	0	0	298,89			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		3,9	3,2	12,8	43	0,6	0,505	166,77	0	0	0	0	166,77			
															744,09	649,20	354,00	<b>1039,28</b>
129	ЗС	22	ПдЗх	3,6	3,5	12,6	43	1	0,509	275,9	0	0	0	0	275,90			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		3,6	2,3	8,5	43	0,6	0,505	110,75	0	0	0	0	110,75			
															665,07	431,11	354,00	<b>742,18</b>

## Продовження таблиці 2.1

130	ЗС	22	ПдЗх	1,75	3,5	6	43	1	0,446	115,1	0	0	0	0	115,10			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		1,75	5,86	17,4	43	0,6	0,505	226,7	0	0	0	0	226,70			
															620,23	882,50	354,00	<b>1148,73</b>
131	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	7,35	43	1	0,446	141	0	0	0	0	141,00			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	3,02	7,4	43	0,6	0,505	96,415	0	0	0	0	96,41			
															376,62	375,32	354,00	<b>397,94</b>
132	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	5,4	43	1	0,446	103,59	0	0	0	0	103,59			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	2,3	5,6	43	0,6	0,505	72,962	0	0	0	0	72,96			
															315,76	284,02	354,00	<b>245,79</b>
133	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	6,6	43	1	0,446	126,61	0	0	0	0	126,61			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	3,02	11,5	43	0,6	0,505	149,83	0	0	0	0	149,83			
															415,65	583,26	354,00	<b>644,92</b>
134	ЗС	22	ПдЗх	5,3	3,5	16	43	1	0,446	306,93	0	0	0	0	306,93			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,3	2,6	13,8	43	0,6	0,505	179,8	0	0	0	0	179,80			
															625,94	699,92	354,00	<b>971,86</b>

## Продовження таблиці 2.1

135	ЗС	22	ПдЗх	9,56	3,5	33,46	43	1	0,446	641,87	0	0	0	0	641,87			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		9,56	2,06	20	43	0,6	0,505	260,58	0	0	0	0	260,58			
															1041,66	1014,37	354,00	<b>1702,03</b>
136	ЗС	22	ПдЗх	5,1	3,5	15,8	43	1	0,446	303,09	0	0	0	0	303,09			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,1	5,86	26,7	43	0,6	0,505	347,87	0	0	0	0	347,87			
															790,18	1354,18	354,00	<b>1790,36</b>
137	ЗС	22	ПдЗх	2,16	3,5	8,2	43	1	0,446	157,3	0	0	0	0	157,30			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,16	4,31	9,2	43	0,6	0,505	119,87	0	0	0	0	119,87			
															416,38	466,61	354,00	<b>528,99</b>
138	ЗС	22	ПдЗх	2,8	3,5	9,8	43	1	0,446	187,99	0	0	0	0	187,99			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,8	4,3	12,2	43	0,6	0,505	158,95	0	0	0	0	158,95			
															625,37	618,77	354,00	<b>890,14</b>
139	ЗС	22	ПдЗх	2,7	3,5	9,45	43	1	0,446	181,28	0	0	0	0	181,28			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,7	4,3	10,3	43	0,6	0,505	134,2	0	0	0	0	134,20			
															454,69	522,40	354,00	<b>623,09</b>

## 2.3 Теплотехнічний розрахунок

### 2.3.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін

Термічний опір зовнішньої стіни

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,02}{0,8} + \frac{1}{23} = 1,96 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (2.1)$$

Знайдене значення  $R_0$  порівнюємо з мінімальним значенням опору теплопередачі ( $R_q^{min}$ ), який залежить від величини  $H_{z.c}$  - кількість градусодіб опалювального періоду

$$H_{z.c} = (t_{вн} - t_{o.n}) \cdot z_{o.n} \quad (2.2)$$

де  $t_{o.n}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період;

$z_{o.n}$  – тривалість опалювального періоду, доба;  $\text{м}^2$

$$H_{z.c} = (21 - (-0,6)) \cdot 166 = 3585,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Нормативні значення опору теплопередачі конструкцій огорож знаходяться в зоні – 2. Тоді для зовнішніх стін  $R_q^{min} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Так як  $R_0 < R_q^{min}$  необхідно додати шар утеплювача.

Пропонуються плити «Мінераловата» :  $\lambda_{yt} = 0,045 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ , які випускають товщиною від 20 до 100 мм.

Приймаємо плиту товщиною 100 мм і тоді фактичний опір теплопередачі дорівнює

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,02}{0,8} + \frac{1}{23} = 3,075 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни

$$K_{нс} = \frac{1}{3,075} = 0,325 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (2.3)$$

### 2.3.2 Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

Мінімальне значення опору теплопередачі горищних перекриттів при  $R_q^{min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$



У разі реконструкції будинків, що виконується з метою їх термомодернізації, допускається для непрозорих огорожувальних конструкцій приймати значення  $R_{q \min}$  з коефіцієнтом 0,8, тоді  $R_0^{min}$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

Опір теплопередачі

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{1,9} + \frac{0,185}{0,5} + \frac{0,035}{0,81} + \frac{1}{6} = 0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (2.4)$$

Так як  $R_0 < R_0^{min}$  необхідно додати шар утеплювача.

Пропоную плити «щебінь з доменного шлаку»:  $\lambda_{yt} = 0,5$  Вт/м·К, які випускають товщиною від 20 до 100 мм.

Приймаємо плиту товщиною 150 мм і тоді фактичний опір теплопередачі дорівнює

$$R_0^{\phi} = 1,05 + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,185}{0,5} = 4,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (2.5)$$

Коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття

$$K_{ГП} = \frac{1}{4,76} = 0,21 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (2.6)$$

### 2.3.3 Перевірка на вірогідність конденсації вологи

Крім перевірки відсутності конденсації на внутрішніх поверхнях огорожень, виконують розрахунок можливості конденсації в товщі огорожень.

В товщі огорожень допустима тільки короткочасна конденсація. Одна з основних вимог полягає в недопустимості регулярного накопичення вологи в матеріалі.

Через конструкцію відбувається дифузія водяної пари, пара дифундує із приміщення назовні, де пружність водяної пари ( $e$ ) в повітрі зимою значно менше, ніж в повітрі приміщення.

Якщо в окремих шарах чи перетинах огороження пружність  $e$  виявиться вище пружності повного насичення повітря  $E$  при відповідних температурах  $t$ , то станеться випад конденсату. Таке явище наглядно видно при побудованні

кривих розподілення температури  $t_x$ , пружності  $e_x$  і максимальної пружності  $E_x$  водяної пари в вологому повітрі в порах матеріалу огороження.

Температура в будь - якому перетині огороження

$$t_x = t_e - \frac{R_{e-x}}{R_0} \cdot (t_e - t_n) \quad (2.7)$$

де  $t_e$  – температура повітря в приміщенні, °С ;

$R_{e-x}$  – опір теплопередачі від внутрішнього середовища приміщення до перетину  $x$  в товщі огороження;

$R_0$  – опір теплопередачі через огороження;

$t_n$  – температура зовнішнього повітря, °С .

В розрахунках вологісного режиму огорожень температуру зовнішнього повітря приймають рівною середній температурі найхолоднішого місяця.

Розподілення пружності водяної пари  $e_x$  за товщиною огороження

$$e_x = e_e - \frac{H_{e-x}}{H_0} (e_e - e_n), \quad (2.8)$$

де  $e_e, e_n$  – пружність водяної пари в внутрішньому і зовнішньому повітрі

$$e_{e,n} = \frac{E \cdot \phi}{100} \quad (2.9)$$

$\phi$  – розрахункові значення відносної вологості  $\phi_e = 55\%$ , приймаємо для самого холодного місяця  $\phi_n = 85\%$ ;

$H_{e-x}$  – опір паро проникності від внутрішнього середовища приміщення до перетину  $x$  в товщі огороження;

$H_0$  – опір паропроникності всієї товщі огороження;

$$H_0 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} \quad (3.1)$$

Опір паропроникності  $H_{e-x}, H_0$  складаються з опорів паро проникності окремих шарів  $H_n$

$$H_n = \delta / \mu$$

де  $\delta$  – товщина шару, м;

$\mu$  – коефіцієнт паропроникності матеріалу шару, кг/м ч Па.

Коефіцієнт  $\mu$  залежить від фізичних властивостей матеріалу і представляє собою кількість водяної пари, яка дифундує впродовж 1 години через 1 м<sup>2</sup> плоскої стінки товщиною 1 м при різниці пружності водяної пари рівної 1 Па.

Максимальна пружність  $E_x$  водяної пари залежить від температури.

Для забезпечення нормального вологого режиму огорожі і, виходячи з вказівок СНіП про неприпустимість конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огорожі, потрібно, щоб температура внутрішньої поверхні була не нижча за температуру точки роси.

Якщо умова не виконується, то необхідно збільшити термічний опір конструкції ( $R_o$ ), тобто доповнити шар утеплювачем або збільшити його розмір. Крім того, доцільно вентилування приміщення, обдувка або підігрів внутрішніх поверхонь огорожі.

$$R_o \geq \frac{1}{\alpha_g} \cdot \frac{t_{вн} - t_{н.о.р.}}{t_{вн} - t_p} \quad (3.2)$$

де  $t_{н.о.р.}$  – температура зовнішнього повітря розрахункова для опалення, °С;

$\alpha_g$  – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до поверхні огорожувальної конструкції.

Температура внутрішньої поверхні огорожі, °С

$$\tau_g = t_{вн} - \frac{t_g - t_{н.о.р.}}{R_0^\phi \cdot \alpha_g},$$

$$\tau_g = 21 - \frac{(21 - (-21))}{3,7 \cdot 8,7} = 19,4$$

де  $R_0^\phi$  – фактичний термічний опір конструкції разом з шаром утеплювача

$$R_0^\phi = R_0 + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}}$$

$$R_0^\phi = 0,85 + \frac{0,1}{0,045} = 3,07 > R_{min}$$

Температурний теплоперепад  $\Delta t = t_{вн} - \tau_g$  необхідно порівняти з нормативним  $\Delta t_{с2}$ .

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції  $\Delta t_{cz} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ , встановлюється залежно від призначення будинку і виду огорожувальної конструкції.

$$\Delta t = 21 - 19,4 = 1,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

Порівнюємо з нормативним  $\Delta t < \Delta t_{cr}$ ,  $1,6 < 4$ .

Перевіряємо можливість конденсації в товщі, наприклад утеплюємо всередині при  $t_n = -3,5$  для самого холодного місяця січня

Температура внутрішньої поверхні огорожі,  $^\circ\text{C}$

$$t_g = 21 - \frac{(21 - (-3,5))}{3,7 \cdot 8,7} = 20,24$$

Опір теплопередачі від внутрішнього середовища приміщення до перетину  $x_1$  в товщі огородження,  $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$

$$R_{g-x_1} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1},$$

$$R_{g-x_1} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} = 0,786$$

Температура в перетині  $x_1$  огородження,  $^\circ\text{C}$

$$t_{x_1} = t_g - \frac{R_{g-x_1}}{R_0} \cdot (t_g - t_n)$$

$$t_{x_1} = 21 - \frac{0,146}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = 19,98$$

Опір теплопередачі від внутрішнього середовища приміщення до перетину  $x_2$  в товщі огородження,  $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$

$$R_{g-x_2} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}$$

$$R_{g-x_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,05}{0,045} = 1,897$$

Температура в перетині  $x_2$  огородження,  $^\circ\text{C}$

$$t_{x_2} = 21 - \frac{2,95}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = 0,35$$

Опір теплопередачі від внутрішнього середовища приміщення до перетину  $x_3$  в товщі огородження,  $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

$$R_{\theta-x_3} = \frac{1}{\alpha_{\theta}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}$$

$$R_{\theta-x_3} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,02}{0,8} = 1,922$$

Температура в перетині  $x_3$  огородження,  $^{\circ}\text{C}$

$$t_{x_3} = 21 - \frac{3,62}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = -4,2$$

Максимальна пружність водяної пари при  $t$  таблична величина

$E_B = 18,65$ мм.рт.ст	при $t_B = 21$
$E_{\text{пов}} = 17,54$ мм.рт.ст	при $t_B = 20,24$
$E_{x_1} = 17,43$ мм.рт.ст	при $t_{x_1} = 19,98$
$E_{x_2} = 4,72$ мм.рт.ст	при $t_{x_2} = 0,35$
$E_{x_3} = 3,35$ мм.рт.ст	при $t_{x_3} = -4,2$

Розподілення пружності водяної пари  $e_x$  за товщиною огородження

$$e_x = e_B - \frac{H_{B-x}}{H_0} (e_B - e_H),$$

$$e_{x_1} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 3,25$$

$$e_{x_2} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12} + \frac{0,1}{0,045}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 3,1$$

$$e_{x_3} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,02}{0,15}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 2,9$$

Пружність водяної пари в внутрішньому і зовнішньому повітрі, мм.рт.ст

$$e_B = \frac{18,65 \cdot 55}{100} = 9,647$$

$$e_H = \frac{3,047 \cdot 85}{100} = 2,499$$

$$e_{\text{пов}} = \frac{17,54 \cdot 55}{100} = 9,004$$

Опір паро проникності:

$$H_0 = \frac{0,51}{0,12} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,02}{0,15} = 4,65$$

Перевіряємо можливість конденсації при утепленні будинку зовні.

Температура в перетині  $x_i$  огороження, °C

$$t_{x_i} = t_B - \frac{R_{B-x_i}}{R_0} \cdot (t_B - t_H)$$

$$t_{x_1} = 21 - \frac{0,146}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = 19,98$$

$$t_{x_2} = 21 - \frac{2,95}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = 0,35$$

$$t_{x_3} = 21 - \frac{3,6}{3,7} \cdot (21 - (-4,9)) = -4,2$$

Максимальна пружність водяної пари при  $t$  таблична величина

$$E_B = 18,65 \text{ мм.рт.ст} \quad \text{при } t_B = 21$$

$$E_{\text{пов}} = 17,54 \text{ мм.рт.ст} \quad \text{при } t_B = 20,24$$

$$E_{x_1} = 17,43 \text{ мм.рт.ст} \quad \text{при } t_{x_1} = 19,98$$

$$E_{x_2} = 4,72 \text{ мм.рт.ст} \quad \text{при } t_{x_2} = 0,35$$

$$E_{x_3} = 3,35 \text{ мм.рт.ст} \quad \text{при } t_{x_3} = -4,2$$

Розподілення пружності водяної пари  $e_x$  за товщиною огороження

$$e_x = e_B - \frac{H_{B-x}}{H_0} (e_B - e_H),$$

$$e_{x_1} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 3,25$$

$$e_{x_2} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12} + \frac{0,1}{0,045}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 3,1$$

$$e_{x_3} = 9,647 - \frac{\left(\frac{0,51}{0,12} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,02}{0,15}\right)}{7,04} \cdot (9,647 - 2,499) = 2,9$$

При побудуванні кривих розподілення температури  $t_x$ , пружності  $e_x$  і максимальної пружності  $E_x$  водяної пари в вологому повітрі в порах матеріалу огороження, які зображені на рис. 2.1 і 2.2. Робимо висновок, що утеплювати зовнішні стіни краще зовні, бо якщо утеплювати стіни всередині можливе утворення компенсації.

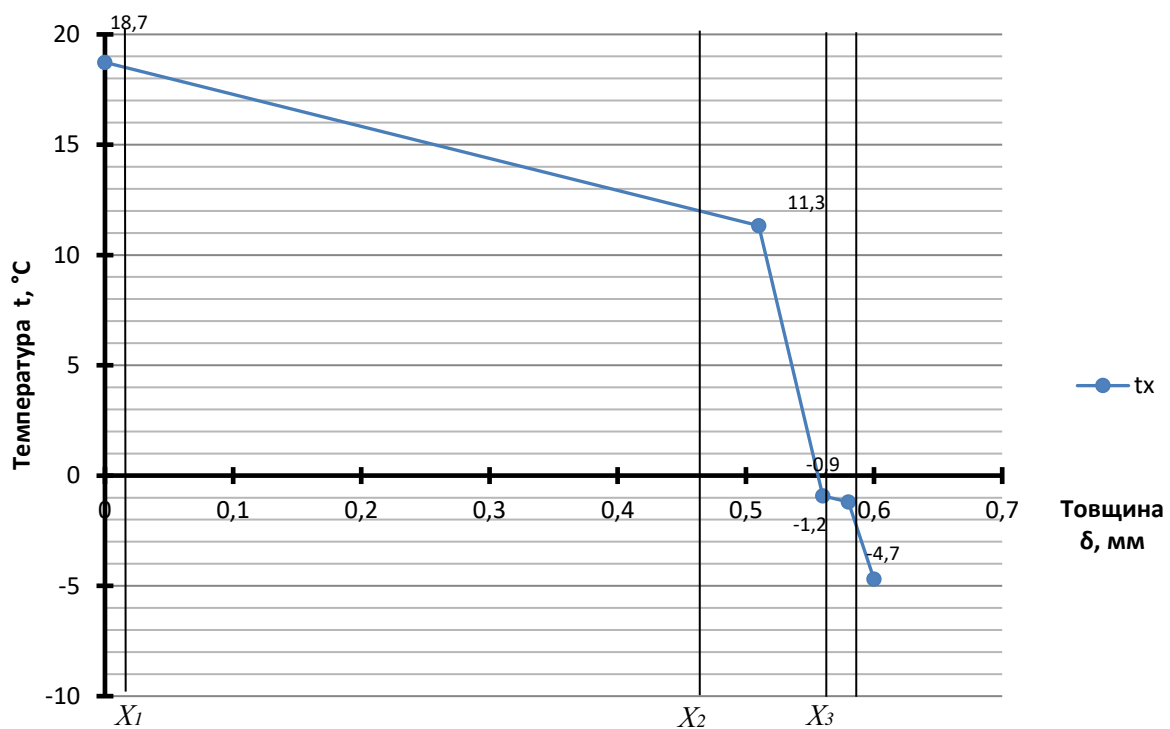


Рисунок 2.1 – Графічні залежності  $t=f(x)$

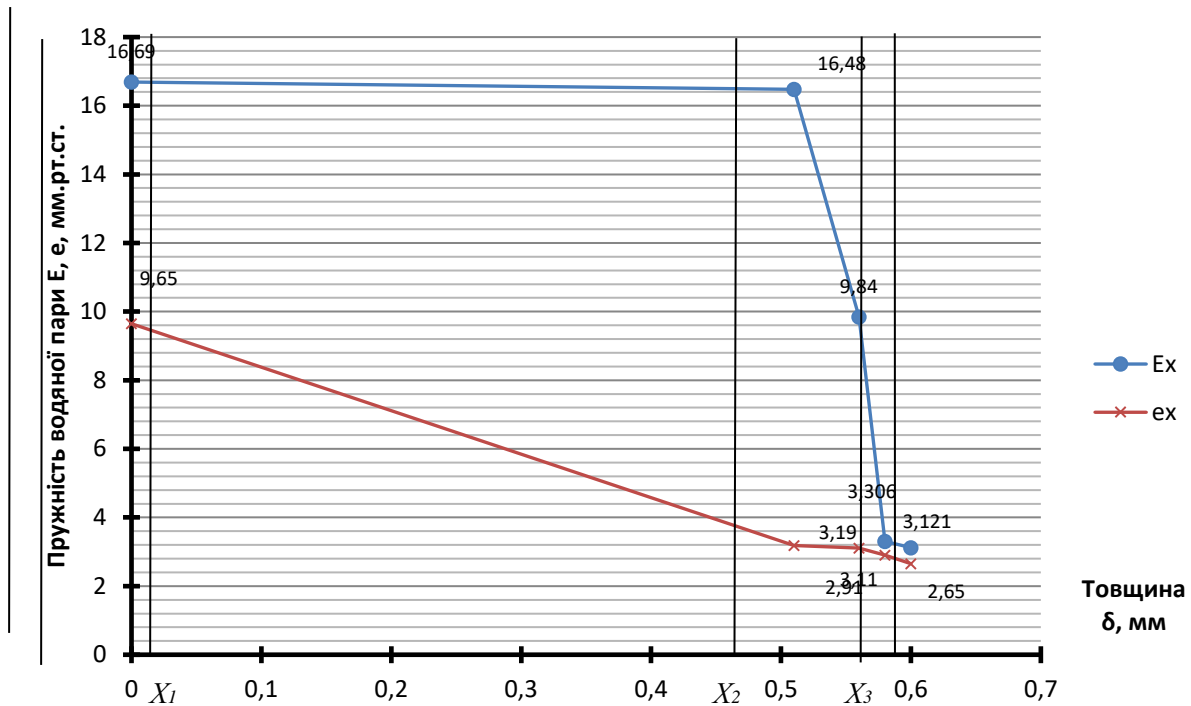


Рисунок 2.2 – Графічні залежності  $E=f(x,t)$ ,  $e=f(x,t)$

### 2.3.4 Розрахунок повітропроникності огорожувальних конструкцій

Герметизація стиків в конструкціях панельних стін і ущільнення притворів віконних і дверних отворів дає можливість понизити тепловтрати будівлі 65%.

Отже, зниження повітропроникності огорожувальних конструкцій в зимовий період є великим резервом зниження тепловитрат приміщень та в цілому будівель.

Для огорожувальних конструкцій опалюваних будинків обов'язковим є виконання умови

$$R_g \geq R_{gn}$$

де  $R_g$  – опір повітропроникності огорожувальної конструкції, згідно з таблицею 12;

$R_{gn}$  – необхідний опір повітропроникності,  $m^2 \cdot год \text{ Па/кг}$ .



$$R_g = 21 + 373 + 79 = 473 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$$

де 21 – опір повітропроникності кладки з силікатної цегли,  $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$ ;

79 – опір повітропроникності мінераловати;

373 – опір повітропроникності штукатурки на цементно-піщаному розчині.

Для непрозорих огорожувальних конструкцій необхідний опір повітропроникності на  $i$ -му поверсі, для якого виконується розрахунок, визначається за формулою,  $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$

$$R_{gH} = \frac{\Delta p}{G_H} = \frac{57,5}{0,5} = 115$$

де  $G_H$  – допустима повітропроникність огорожувальної конструкції ,

для зовнішніх не прозорих конструкцій житлових і громадських будинків  $G_H = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

Розрахункова різниця тисків  $\Delta p$ , Па

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (g_z - g_{вн}) + 0,03 \cdot g_z \cdot v^2 \cdot \beta_v$$

де  $H$  – висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;

$h_i$  – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції  $i$ -го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;

$\gamma_z, \gamma_{вн}$  – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря,  $\text{Н/м}^3$

$$g_z = \frac{3500}{273 + t_z} = \frac{3500}{273 + (-21)} = 13,7$$

$$g_{вн} = \frac{3500}{273 + t_{вн}} = \frac{3500}{273 + 21} = 11,8$$

де  $t_z$  – розрахункове значення температури зовнішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{вн}$  – розрахункове значення температури внутрішнього повітря,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$v$  – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/с, повторюваність яких складає 16 % та більше;

$\beta_v$  - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі.

$$\Delta p_1 = (6,5 - 1,5) \cdot (13,7 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,7 \cdot 5,1^2 \cdot 0,4 = 13,77 \text{ Па},$$

$$\Delta p_2 = (6,5 - 4,5) \cdot (13,7 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,7 \cdot 5,1^2 \cdot 0,4 = 8,07 \text{ Па},$$

$$R_{g_{H_1}} = 27,54 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$$

$$R_{g_{H_2}} = 16,15 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па/кг}$$

З розрахунку робимо висновок, що для всіх поверхів опалювального будинку умова  $R_g \geq R_{гн}$  виконується.

### 2.3.5 Розрахунок тепловтрат будівлі після утеплення

Розрахунок виконується аналогічно по формулам з розділу 2.3

Результати розрахунків тепловтрат для всіх приміщень будівлі зводимо в таблицю 2.2.

Економія тепла всього будинку після утеплення зовнішніх стін і горищних перекриттів

$$Q_{екон} = Q_{1заг} - Q_{2заг}, \text{ Вт}$$

де  $Q_{1заг}$  – загальні втрати тепла всього будинку до утеплення зовнішніх стін і горищних перекриттів, Вт;

$Q_{2заг}$  – загальні втрати тепла всього будинку після утеплення зовнішніх стін і горищних перекриттів, Вт.

$$Q_{екон} = 110455,82 - 88910,72 = 21545,1 \text{ Вт}$$

Таблиця 2.2 Розрахунок тепловтрат приміщення

№ пр	Назва огор констр	t <sub>вн</sub> , °C	Орієнт	Розміри, м		F, м <sup>2</sup>	Δt, °C	n	K, Вт/ м <sup>2</sup> *К	Q <sub>осн</sub> , Вт	Дод. Тепловтрати, %				Q <sub>п</sub> , Вт	Q <sub>в</sub> , Вт	Q <sub>т</sub> , Вт	Q <sub>заг</sub> , Вт			
				A	B						На ор.	На віт.	Ін.	Σ							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
<b>1-й поверх</b>																					
101	ЗС	21	ПдЗх	8,4	3,5	14,8	42	1	0,142	88,358	0	0	0	0	88,36						
	П	21		8,4	4,5	14,8	42	0,6	0,505	188,34	0	0	0	0	188,34						
															276,70	733,18	148	<b>861,88</b>			
102	ЗС	21	ПнЗх	2,6	3,5	9,1	42	1	0,142	54,328	10	0	0	10	59,76						
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45						
	П	21		3	4,5	10,6	42	0,6	0,505	134,9	0	0	0	0	134,90						
															337,11	525,11	106	<b>756,22</b>			
103	ЗС	21	ПнЗх	10,3	3,5	36,05	42	1	0,142	215,22	10	0	0	10	236,75						
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45						
	П	21		3,5	11,1	38,71	42	0,6	0,505	492,62	0	0	0	0	492,62						
															871,82	1917,65	387,1	<b>2402,37</b>			
104	ЗС	21	ПнЗх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	10	0	0	10	91,94						
	П	21		3	4,5	13,5	42	0,6	0,505	171,8	0	0	0	0	171,80						
															263,74	668,78	135	<b>797,52</b>			

## Продовження таблиці 2.2

105	ЗС	21	ПнЗх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	10	0	0	10	91,94				
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45				
	П	21		3,4	4,5	27,5	42	0,6	0,505	349,97	0	0	0	0	349,97				
															584,35	1362,32	275	<b>1671,68</b>	
106	ЗС	21	ПнЗх	1,2	3,5	4,2	42	1	0,142	25,075	10	0	0	10	27,58				
	П	21		0,4	1,2	1,6	42	0,6	0,505	20,362	0	0	0	0	20,36				
107	ЗС	21	ПнЗх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	10	0	0	10	91,94				
	П	21		3,8	4,5	16	42	0,6	0,505	203,62	0	0	0	0	203,62				
108	ЗС	21	ПнЗх	0,8	3,5	2,8	42	1	0,142	16,716	10	0	0	10	18,39				
	П	21		0,8	0,6	1,7	42	0,6	0,505	21,634	0	0	0	0	21,63				
109	ЗС	21	ПнЗх	3	3,5	10	42	1	0,142	59,701	10	0	0	10	65,67				
	В	21	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	10	0	0	10	142,45				
	П	21		3	4,5	21,4	42	0,6	0,505	272,34	0	0	0	0	272,34				

## Продовження таблиці 2.2

110	ЗС	21	ПнЗх	1,5	3,5	5,25	42	1	0,142	31,343	10	0	0	10	34,48				
	П	21		1,5	1,2	3,1	42	0,6	0,505	39,451	0	0	0	0	39,45				
															73,93	153,57	31,00	<b>196,50</b>	
111	ЗС	21	ПнЗх	3	3,5	10,5	42	1	0,142	62,686	10	0	0	10	68,95				
	П	21		3	4,5	13,5	42	0,6	0,505	171,8	0	0	0	0	171,80				
															240,76	668,78	135,00	<b>774,53</b>	
112	ЗС	21	ПнСх	4	3,5	12	42	1	0,142	71,641	10	0	0	10	78,81				
	В	22	ПнЗх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	10	0	0	10	145,84				
	П	22		2,1	4,5	8,5	43	0,6	0,505	110,75	0	0	0	0	110,75				
															335,39	421,08	85,00	<b>671,48</b>	
113	ЗС	22	ПнСх	8,4	3,5	29,4	43	1	0,142	179,7	10	0	0	10	197,67				
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21				
	П	22		5,4	4,5	24,3	43	0,6	0,505	316,6	0	0	0	0	316,60				
															653,49	1232,46	243,00	<b>1642,95</b>	
114	ЗС	21	ПдСх	3	3,5	10,2	42	1	0,142	60,895	5	0	0	5	63,94				
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98				
	П	21		3	4,5	6,8	42	0,6	0,505	86,537	0	0	0	0	86,54				
															286,45	336,87	68,00	<b>555,32</b>	

## Продовження таблиці 2.2

115	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	5	0	0	5	87,76			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,5	4,5	15,5	42	0,6	0,505	197,25	0	0	0	0	197,25			
															420,99	767,85	155,00	<b>1033,84</b>
116	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	5	0	0	5	87,76			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	4,5	11,5	42	0,6	0,505	146,35	0	0	0	0	146,35			
															370,08	569,70	115,00	<b>824,78</b>
117	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	5	0	0	5	87,76			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3	4,5	12,4	42	0,6	0,505	157,8	0	0	0	0	157,80			
															381,54	614,28	124,00	<b>871,82</b>
118	ЗС	21	ПдСх	3,8	3,5	11,1	42	1	0,142	66,268	5	0	0	5	69,58			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,8	4,5	11,1	42	0,6	0,505	141,26	0	0	0	0	141,26			
															346,82	549,88	111,00	<b>785,70</b>
119	ЗС	21	ПдСх	3,8	3,5	11,1	42	1	0,142	66,268	5	0	0	5	69,58			
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98			
	П	21		3,8	4,5	8,3	42	0,6	0,505	105,63	0	0	0	0	105,63			
															311,18	411,17	83,00	<b>639,36</b>

## Продовження таблиці 2.2

120	ЗС	21	ПдСх	4	3,5	14	42	1	0,142	83,582	5	0	0	5	87,76				
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98				
	П	21		3	4,5	7,4	42	0,6	0,505	94,172	0	0	0	0	94,17				
						0										317,91	366,59	74,00	<b>610,50</b>
121	ЗС	21	ПдСх	3,7	3,5	12,95	42	1	0,142	77,313	5	0	0	5	81,18				
	В	21	ПдСх	1,24	1,79	2,22	42	1	1,389	129,5	5	0	0	5	135,98				
	П	21		5	4,5	20,5	42	0,6	0,505	260,88	0	0	0	0	260,88				
																478,04	643,44	205,00	<b>916,48</b>
122	ЗС	21	ПдСх	3,5	3,5	12,25	42	1	0,142	73,134	5	0	0	5	76,79				
	П	21		3,5	4,5	5,2	42	0,6	0,505	66,175	0	0	0	0	66,18				
																142,97	257,60	52,00	<b>348,57</b>
123	ЗС	21	ПдСх	1,5	3,5	5,25	42	1	0,142	31,343	5	0	0	5	32,91				
	П	21		1,5	1,9	3,4	42	0,6	0,505	43,268	0	0	0	0	43,27				
																76,18	168,43	34,00	<b>210,61</b>
124	ЗС	22	ПдЗх	5	3,5	17,5	43	1	0,142	106,96	0	0	0	0	106,96				
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21				
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21				
	П	22		16	17,7	35,4	43	0,6	0,505	461,23	0	0	0	0	461,23				
																846,62	1795,43	354,00	<b>2288,05</b>
125	ЗС	22	ПдЗх	4,38	3,5	15,33	43	1	0,142	93,701	0	0	0	0	93,70				
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21				
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21				
	П	22		4,38	4,34	19	43	0,6	0,505	247,55	0	0	0	0	247,55				
																619,68	963,65	190,00	<b>1393,33</b>

## Продовження таблиці 2.2

126	ЗС	22	ПдЗх	4,28	3,5	14,98	43	1	0,142	91,562	0	0	0	0	91,56			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		4,28	4,81	15,8	43	0,6	0,505	205,86	0	0	0	0	205,86			
															575,85	801,35	158,00	<b>1219,20</b>
127	ЗС	21	ПдЗх	5,3	3,5	18,55	42	1	0,142	110,75	0	0	0	0	110,75			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,3	6,3	35,4	43	0,6	0,505	461,23	0	0	0	0	461,23			
															850,40	1753,68	354,00	<b>2250,08</b>
128	ЗС	22	ПдЗх	3,9	3,5	13,65	43	1	0,142	83,432	0	0	0	0	83,43			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		3,9	3,2	12,8	43	0,6	0,505	166,77	0	0	0	0	166,77			
															528,63	649,20	354,00	<b>823,83</b>
129	ЗС	22	ПдЗх	3,6	3,5	12,6	43	1	0,142	77,015	0	0	0	0	77,01			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		3,6	2,3	8,5	43	0,6	0,505	110,75	0	0	0	0	110,75			
															466,19	431,11	354,00	<b>543,29</b>
130	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	7,35	43	1	0,142	44,925	0	0	0	0	44,93			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		3,8	2,1	8,6	43	0,6	0,505	112,05	0	0	0	0	112,05			
															296,19	436,18	354,00	<b>378,37</b>



## Продовження таблиці 2.2

131	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	7,35	43	1	0,142	44,925	0	0	0	0	44,93			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	3,02	7,4	43	0,6	0,505	96,415	0	0	0	0	96,41			
															280,55	375,32	354,00	<b>301,87</b>
132	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	5,4	43	1	0,142	33,006	0	0	0	0	33,01			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	2,3	5,6	43	0,6	0,505	72,962	0	0	0	0	72,96			
															245,18	284,02	354,00	<b>175,20</b>
133	ЗС	22	ПдЗх	2,1	3,5	6,6	43	1	0,142	40,341	0	0	0	0	40,34			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,1	3,02	11,5	43	0,6	0,505	149,83	0	0	0	0	149,83			
															329,39	583,26	354,00	<b>558,65</b>
134	ЗС	22	ПдЗх	5,3	3,5	16	43	1	0,142	97,796	0	0	0	0	97,80			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,3	2,6	13,8	43	0,6	0,505	179,8	0	0	0	0	179,80			
															416,81	699,92	354,00	<b>762,72</b>
135	ЗС	22	ПдЗх	9,56	3,5	33,46	43	1	0,142	204,52	0	0	0	0	204,52			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		9,56	2,06	20	43	0,6	0,505	260,58	0	0	0	0	260,58			
															604,31	1014,37	354,00	<b>1264,68</b>

## Продовження таблиці 2.2

136	ЗС	22	ПдЗх	5,1	3,5	15,8	43	1	0,142	96,574	0	0	0	0	96,57			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,1	5,86	26,7	43	0,6	0,505	347,87	0	0	0	0	347,87			
															583,66	1354,18	354,00	<b>1583,84</b>
137	ЗС	22	ПдЗх	2,16	3,5	8,2	43	1	0,142	50,121	0	0	0	0	50,12			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,16	4,31	9,2	43	0,6	0,505	119,87	0	0	0	0	119,87			
															309,20	466,61	354,00	<b>421,81</b>
138	ЗС	22	ПдЗх	2,8	3,5	9,8	43	1	0,142	59,9	0	0	0	0	59,90			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,8	4,3	12,2	43	0,6	0,505	158,95	0	0	0	0	158,95			
															497,28	618,77	354,00	<b>762,04</b>
139	ЗС	22	ПдЗх	2,7	3,5	9,45	43	1	0,142	57,761	0	0	0	0	57,76			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		2,7	4,3	10,3	43	0,6	0,505	134,2	0	0	0	0	134,20			
															331,17	522,40	354,00	<b>499,57</b>
140	ЗС	22	ПдЗх	5,5	3,5	18,3	43	1	0,142	111,85	0	0	0	0	111,85			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	В	22	ПдСх	1,24	1,79	2,22	43	1	1,389	132,58	5	0	0	5	139,21			
	П	22		5,5	4,4	24,2	43	0,6	0,505	315,3	0	0	0	0	315,30			
															705,58	1227,39	354,00	<b>1578,97</b>

## 2.4. Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів

2.4.1 Споживання електричної енергії по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлено в таблиці 2.3. та на рисунку 2.1.

Таблиця 2.3 – Кількість спожитої електроенергії

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год		
	2016	2017	2018
Січень	5500	3500	3439
Лютий	5500	4000	3837
Березень	4800	3400	3320
Квітень	4000	2000	4307
Травень	3000	2990	3500
Червень	3100	2224	3364
Липень	3000	3500	3333
Серпень	3500	4100	4603
Вересень	3000	3300	3350
Жовтень	4500	5000	4168
Листопад	5000	3430	4379
Грудень	3500	4500	4462
Разом	48400	41944	46062

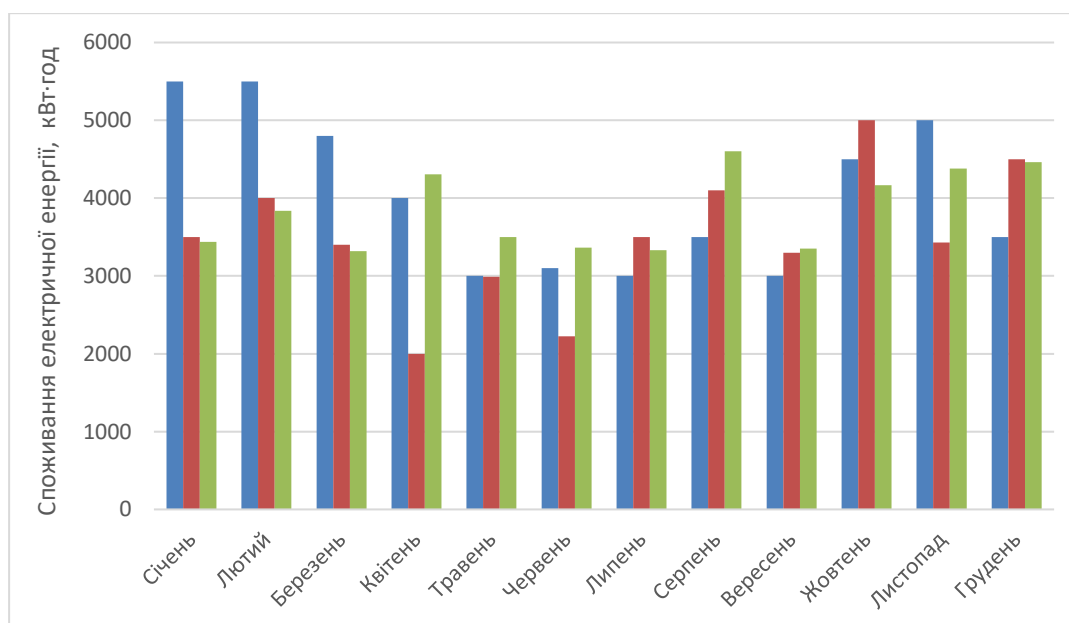


Рисунок 2.1 – Споживання електроенергії по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання електричної енергії протягом останніх років знаходиться в діапазоні 42 - 48 тис. кВт·год на рік. Протягом року споживання електричної енергії досить рівномірне. Можна констатувати деяке підвищення споживання електричної енергії у 2017 р.

#### 2.4.2 Теплова енергія

Як вже було зазначено вище, теплову енергію установа отримує від міських теплових мереж. Система однотрубна. На вводі в будівлю встановлені лічильники, які вимірюють кількість теплоти на опалення і ГВП. Споживання теплової енергії на опалення по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлено в таблиці 2.4 та на рисунку 2.2.

Таблиця 2.4 – Споживання теплової енергії на опалення по місяцях за 2016-2018 роки

Місяць	Споживання теплової енергії, кВт·год		
	2016	2017	2018
Рік			
Січень	37236	41472	45868
Лютий	44105	33919	55998
Березень	13406	31873	31003
Квітень	12531	3937	3827
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	13006	7176	6743
Листопад	26320	35271	30165
Грудень	47761	21995	55707
Разом	194365	175643	229311

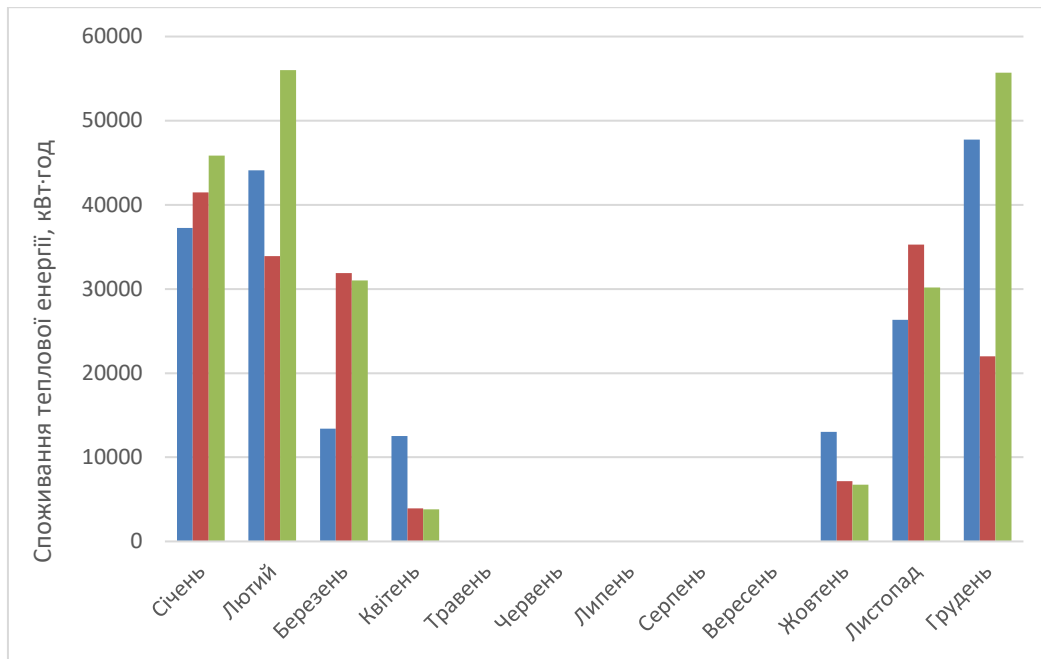


Рисунок 2.2 – Споживання теплової енергії по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

#### 2.4.3 Гаряча вода

Споживання гарячої води по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлено в таблиці 2.5 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.5 – Споживання гарячої води по місяцях за 2016-2018 роки

Місяць	м <sup>3</sup>			кВт·год		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Рік	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Січень	28	55	71	1461,9	2880,6	3720,0
Лютий	67	104	102	3493,9	5447,0	5342,2
Березень	85	110	104	4438,0	5761,3	5447,0
Квітень	100	102	100	5230,6	5342,3	5237,5
Травень	74	96	112	3884,1	5028,0	5866,0
Червень	94	38	97	4923,3	1990,3	5080,4
Липень	66	55	62	3456,8	2880,6	3247,3
Серпень	28	54	68	1466,5	2828,3	3561,5
Вересень	80	69	76	4190,0	3613,9	3980,5
Жовтень	94	139	99	4923,3	7280,1	5185,1
Листопад	100	59	134	5237,5	3090,1	7018,3
Грудень	108	107	83	5656,5	5604,1	4352,7
Разом	923	988	1108	48362,4	51746,5	58038,4

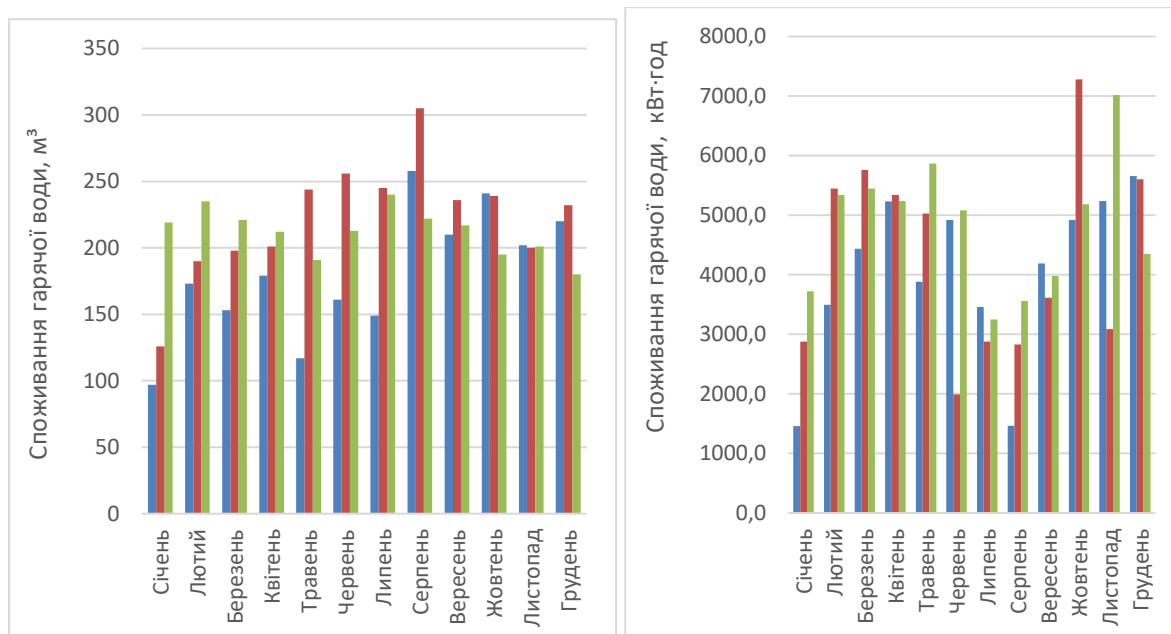


Рисунок 2.3 – Споживання гарячої води по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

З таблиці 2.5 видно, що споживання гарячої води постійно з року в рік. Замітні деякі сезонні коливання.

#### 2.4.4 Холодна вода

Споживання холодної води по місяцях за 2019-2021 роки за даними організації представлено в таблиці 2.6 та на рис. 2.4

Таблиця 2.6 - Споживання холодної води по місяцях за 2019-2021 роки

Місяць	Споживання холодної води, м³		
	2016	2017	2018
Рік			
Січень	97	126	219
Лютий	173	190	235
Березень	153	198	221
Квітень	179	201	212
Травень	117	244	191
Червень	161	256	213
Липень	149	245	240
Серпень	258	305	222
Вересень	210	236	217
Жовтень	241	239	195
Листопад	202	200	201
Грудень	220	232	180

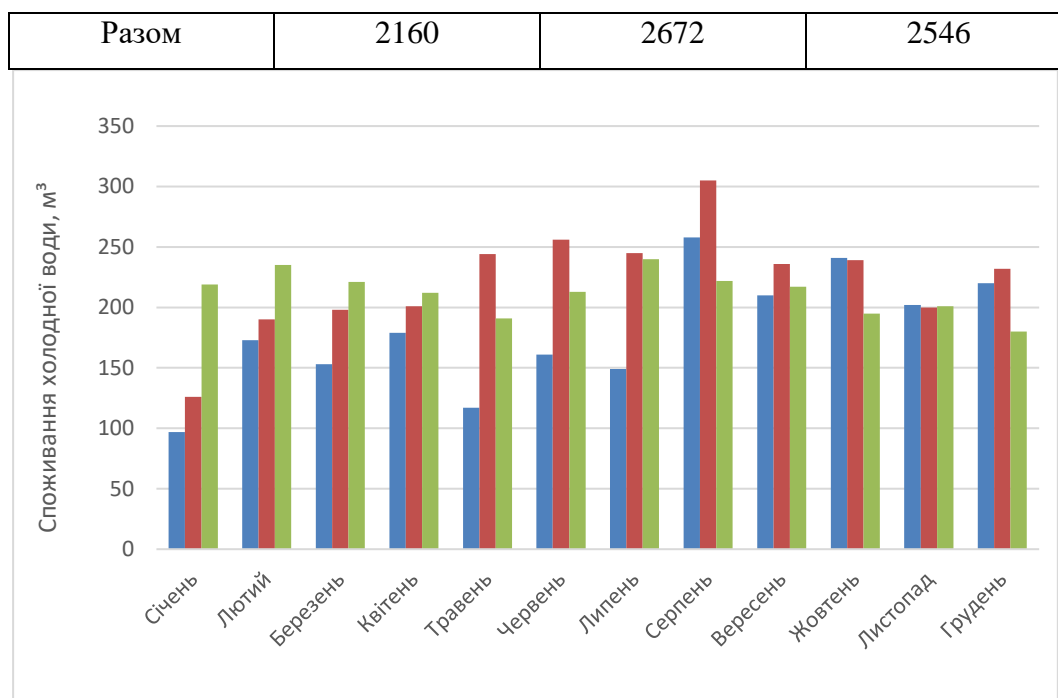
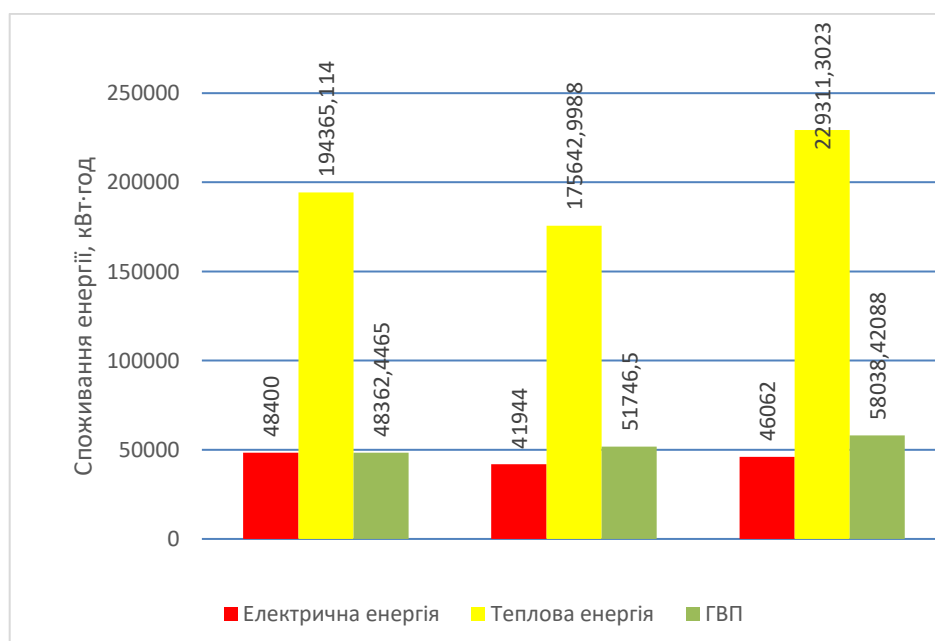


Рисунок 2.4 – Споживання холодної води по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що споживання холодної води протягом останніх років знаходиться в діапазоні 42 - 48 тис. кВт·год на рік. Протягом року споживання води досить рівномірне.

#### 2.4.5 Структура загального споживання енергії

Структура загального споживання енергії за 2016-2018 роки за даними організації представлено на рисунку 2.5 відповідно.



## Рисунок 2.5 – Структура загального споживання енергії за 2016-2018 роки

З діаграми видно що основне споживання енергії припадає на теплову енергію. Загальне споживання енергії за останні три роки складає близько 300 тис. кіловат-годин на рік.

Витрати на електричну енергію по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.8 та на рис. 2.6

Таблиця 2.8 – Витрати на електроенергію за 2016, 2017, 2018 роки

Місяць	Витрати електроенергії в грошовому виразі, грн		
	2016	2017	2018
Рік			
Січень	8719	6675	7274
Лютий	8719	7629	8325
Березень	7990	6485	7032
Квітень	6725	3815	8780
Травень	4986	6045	7124
Червень	5321	4496	6976
Липень	5407	7655	6924
Серпень	6308	8845	9694
Вересень	5407	7119	7134
Жовтень	8212	11819	9006
Листопад	9125	8108	9438
Грудень	6387	10637	9593
Разом	83309	89329	97297



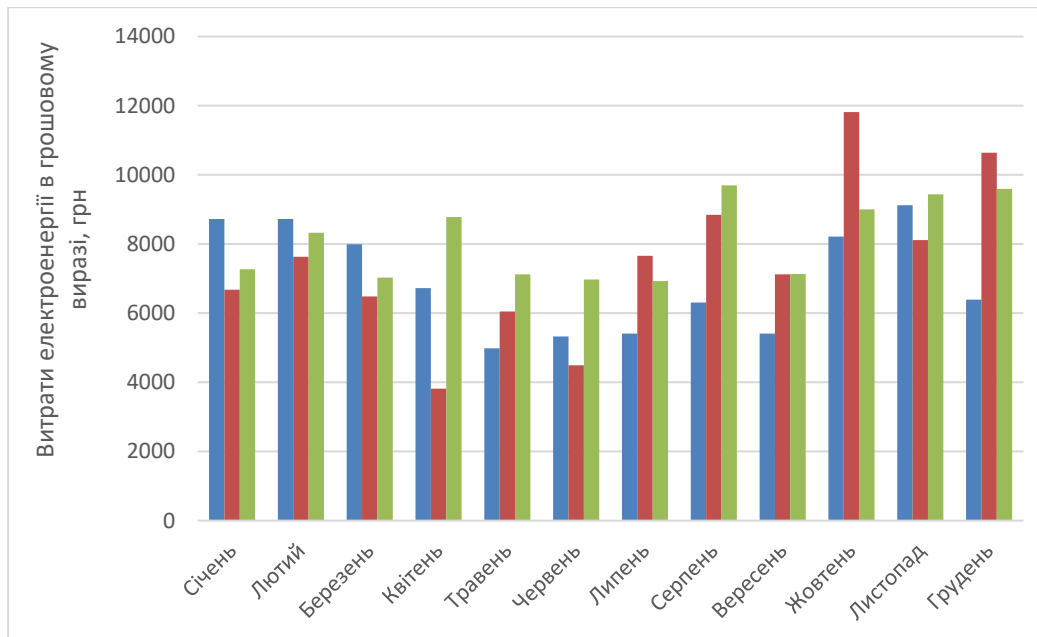


Рисунок 2.6 – Витрати на електричну енергію по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

З таблиці видно, що за останні три роки організація на електричну енергію витрачає від 83 до 97 тисяч гривень щорічно. Найбільші витрати на електричну енергію протягом року припадають на період з вересня по грудень.

Витрати на теплову енергію по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.9 та на рисунку 2.7.

Таблиця 2.9 – Витрати на теплову енергію за 2016, 2017, 2018 роки

Місяць	Витрати теплової енергії в грошовому виразі, грн		
	2019	2020	2021
Рік			
Січень	43275	54587	56184
Лютий	51259	42944	63975
Березень	22230	40354	35420
Квітень	17908	4985	4372
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	17768	7875	7704
Листопад	34644	38707	34462
Грудень	62865	24139	63643
Разом	249950	213591	265759

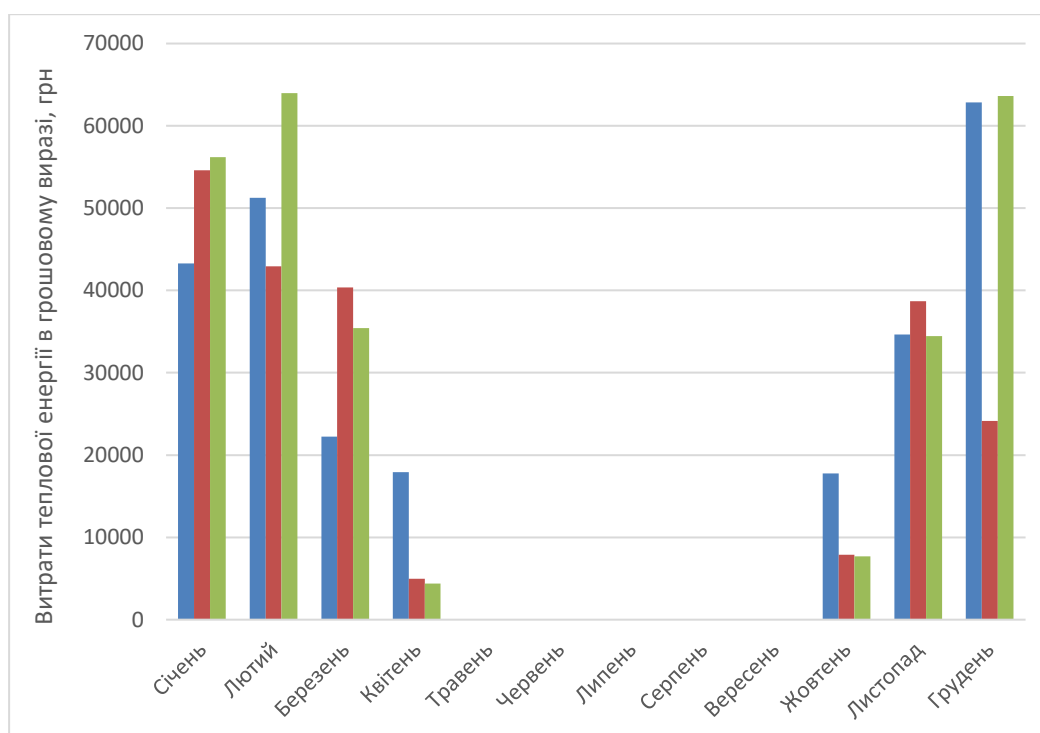


Рисунок 2.7 – Витрати на теплову енергію по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

З діаграми та таблиці видно, що кожен рік за останні три роки організація витрачає близько 200 тис. гривень на опалення. Це сама велика стаття витрат, тому більшість заходів буде пов'язане саме з опаленням.

Витрати на гарячу воду по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.10 та на рисунку 2.8.

Таблиця 2.10 Витрати на гарячу воду за 2016, 2017, 2018 роки

Місяць	Витрати гарячої води в грошовому виразі, грн		
Рік	2016	2017	2018
Січень	2010	4440	5393
Лютий	4803	8100	7268
Березень	8481	8567	7411
Квітень	8701	7944	7126
Травень	6196	6873	7981
Червень	7853	2482	6912
Липень	5514	3609	4418
Серпень	2339	3543	4845
Вересень	6684	4528	5414
Жовтень	7853	9549	7054
Листопад	8072	4053	9548
Грудень	8718	8057	5922
Разом	77224	71745	79292

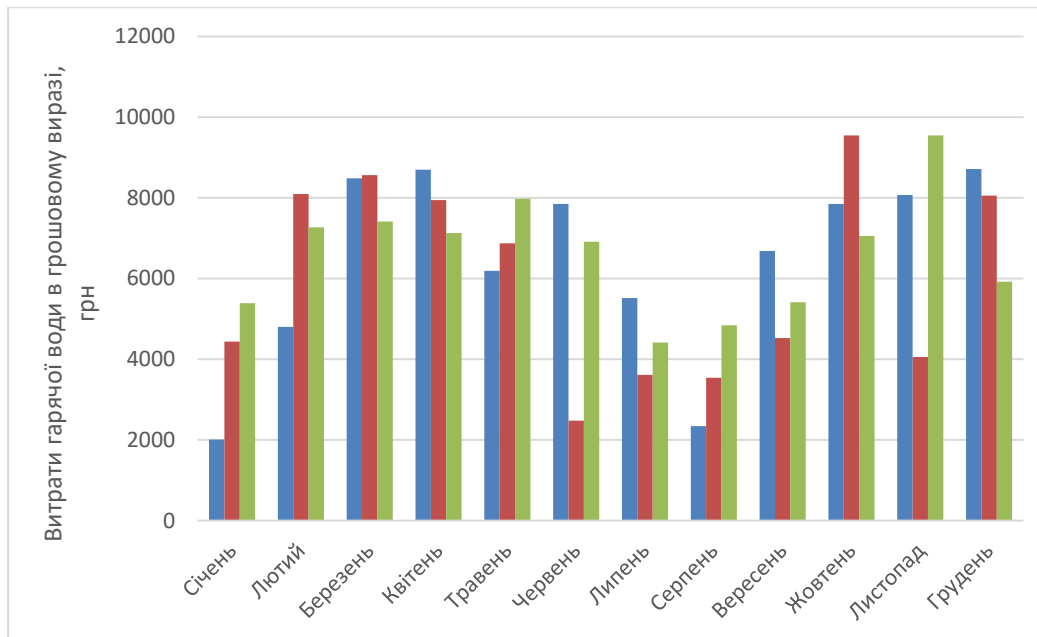


Рисунок 2.8 – Витрати на гарячу воду по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

Витрати на воду по місяцях за 2016-2018 роки за даними організації представлені в таблиці 2.11 та на рисунку 2.9

Таблиця 2.11 Витрати на холодну воду за 2016, 2017, 2018 роки

Місяць	Витрати на холодну воду в грошовому виразі, грн		
Рік	2016	2017	2018
Січень	598	830	1432
Лютий	1067	1263	1537
Березень	944	1316	1445
Квітень	1104	1336	1403
Травень	722	1606	1355
Червень	993	1674	3045
Липень	919	1602	1702
Серпень	1591	1995	1574
Вересень	1336	1543	1539
Жовтень	1567	1563	1383
Листопад	1314	1308	1425
Грудень	1431	1517	1276
Разом	13587	17555	19117

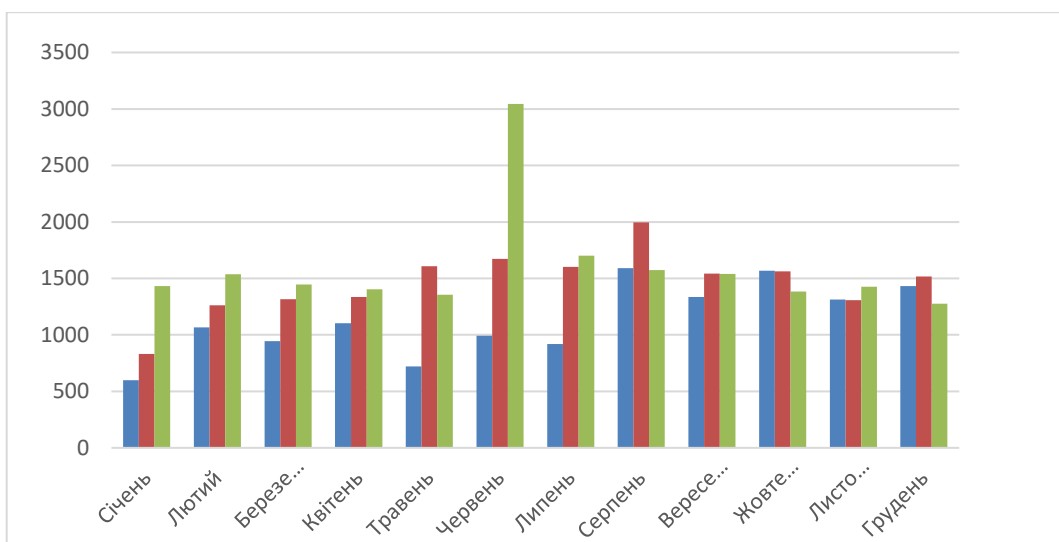


Рисунок 2.9 – Витрати на холодну воду та водовідведення по місяцях за 2016, 2017, 2018 роки

Бачимо що, витрати на холодну воду дуже незначні у порівнянні з витратами на інші ресурси.

Структура загальних витрат на паливо-енергетичні ресурси  
Витрати на паливо-енегетичні ресурси представлені на рисунку 2.10.

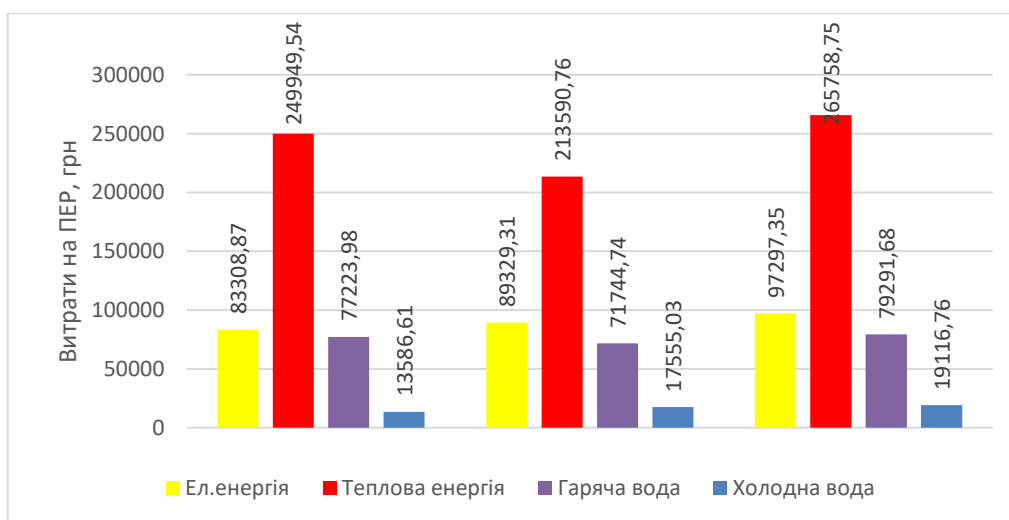


Рисунок 2.10 – Структура загальних витрат на енергію та холодну воду за 2016-2018 роки.

Споживання електричної енергії з січня 2017 року по грудень 2017 року за даними організації представлені на рисунку 2.11.

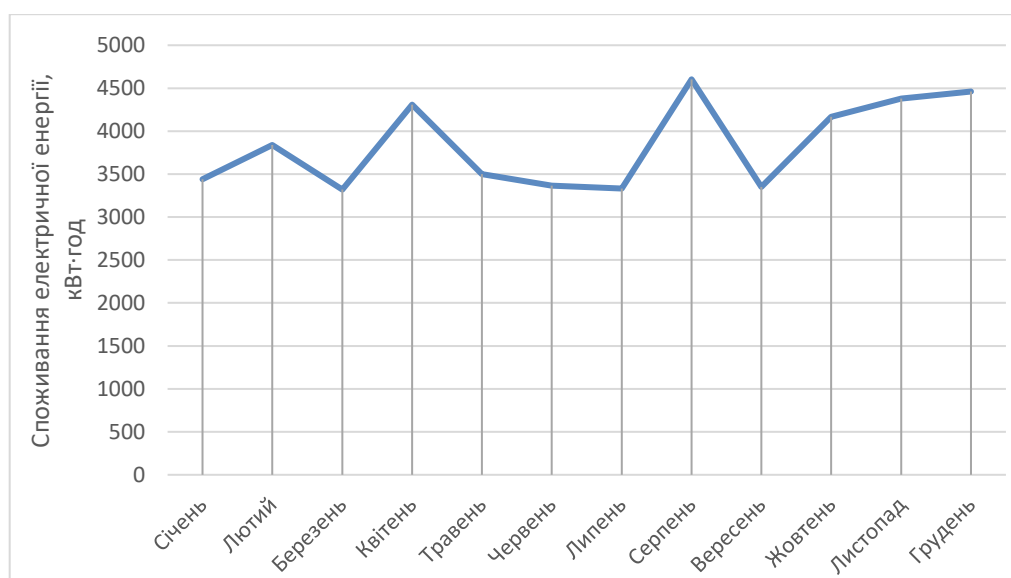


Рисунок 2.11 – Споживання електричної енергії

Можна констатувати, що в цілому споживання електричної енергії постійне з місяця в місяць. Це свідчить про те, що сезонні коливання, пов'язані з кондиціонуванням та можливим використанням електричних нагрівачів взимку, незначні.

Споживання теплової енергії з січня 2017 року по грудень 2017 року за даними організації представлені на рисунку 2.12.

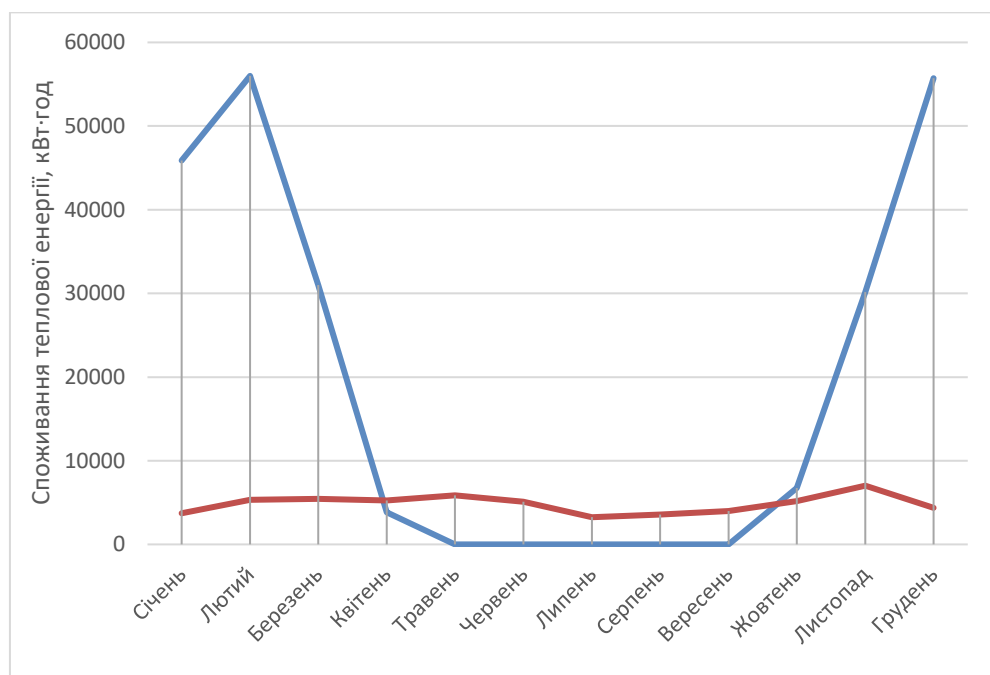


Рисунок 2.12 – Споживання теплової енергії

Змінення споживання теплоти на опалення відповідає зміні температури зовнішнього повітря. Також видно, що витрати теплоти на ГВП практично постійні і незначні у порівнянні з витратами теплоти на опалення.

Регулювання споживання теплової енергії здійснюється на котельні, яка постачає теплову енергію. Це відбувається наступним чином: кожному споживачу теплової енергії розподіляється строго визначена кількість мережної води на основі розрахункового теплового навантаження будинку. Далі на котельні регулюється температура мережної води по температурному графіку.

В таблиці 2.12 та на рисунку 2.13 представлені данні про споживання теплової енергії за лютий 2017 р.

Таблиця 2.12 – Дані про споживання енергії

<i>Дата вимірювань</i>	<i>Спожито, кВт·год</i>	<i>Внутрішня температура, °С</i>	<i>Середньодобова температура, °С</i>	<i>Кількість градусодіб</i>	<i>Коефіцієнт опалення</i>	<i>Розрахункове значення, кВт·год/добу</i>	
1	-02	1195,3	22	-5	27	0,628	2286,4
2	-02	597,7	22	-4,5	26,5	0,616	2244,1
3	-02	3602,3	22	-1,5	23,5	0,547	1990,0
6	-02	1512,4	22	-4,5	26,5	0,616	2244,1
7	-02	1275,6	22	-9	31	0,721	2625,1
8	-02	1476,7	22	-10,5	32,5	0,756	2752,1
9	-02	333,7	22	-10,5	32,5	0,756	2752,1
10	-02	603,5	22	-12	34	0,791	2879,2
13	-02	2805,0	22	-6,5	28,5	0,663	2413,4
14	-02	1212,8	22	-4,5	26,5	0,616	2244,1
15	-02	1902,3	22	-0,5	22,5	0,523	1905,3
16	-02	2654,7	22	-5,5	27,5	0,640	2328,7
17	-02	1497,7	22	-2,5	24,5	0,570	2074,7
20	-02	710,1	22	2,5	19,5	0,453	1651,3
21	-02	896,5	22	2	20	0,465	1693,6
22	-02	1417,4	22	3,5	18,5	0,430	1566,6
23	-02	2317,4	22	4	18	0,419	1524,3
24	-02	707,0	22	8,5	13,5	0,314	1143,2
27	-02	989,5	22	4	18	0,419	1524,3
28	-02	1980,2	22	5,5	16,5	0,384	1397,2

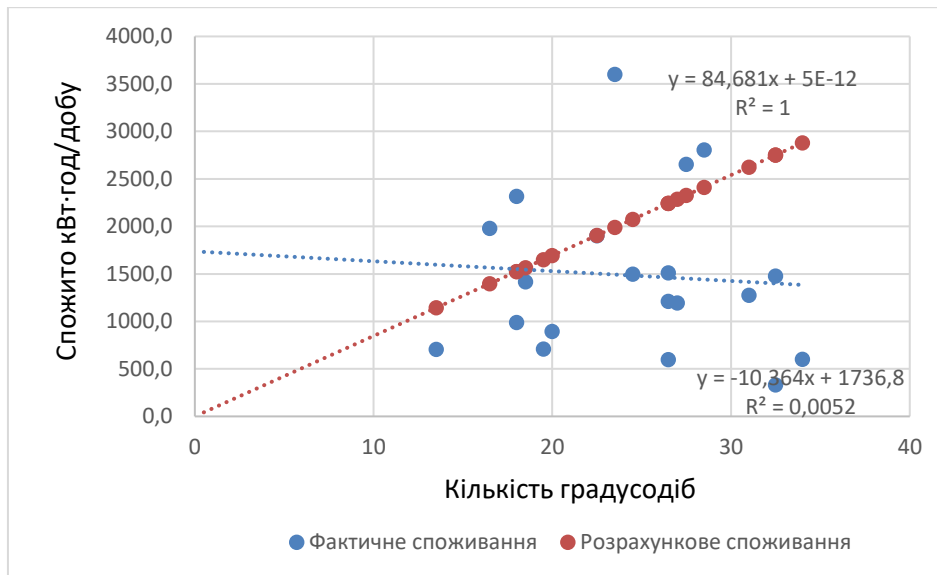


Рисунок 2.13 – Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії.

Висновки по розділу.

1. Порівняння фактичного та розрахункового споживання теплової енергії свідчить про недостатній рівень регулювання на котельні. Відмітимо також, що під час огляду енергоаудиторами будівель зафіксовані завищені температури в деяких приміщеннях (до 25 °С). Тому найбільш ефективними будуть заходи, по'язані з установкою приладів регулювання опалення.

2. Основне споживання енергії припадає на теплову енергії. Загальне річне споживання енергії за останні три роки складає близько 190 тис. кВт-год/рік.

3. Оскільки витрати електричної енергії в основному пов'язані з функціонуванням технологічних установок, основні енергоефективні заходи будуть направлені на зменшення споживання теплової енергії на опалення.

4. З року в рік витрати на теплову енергію також значно перевищують витрати на електричну енергію (приблизно 250 тис. грн. проти 90 тис. грн.).

## 2.5 Впровадження системи автоматичного регулювання опалення

### 2.5.1 Розрахунок економії від впровадження системи автоматичного регулювання опалення будівлі

Для визначення економії теплової енергії і грошових коштів від автоматичного регулювання системи опалення необхідно знати число годин роботи закладу.

Розрахунок проведено для існуючого зараз п'ятиденного режиму роботи.

Заклад працює в наступному режимі:

- Понеділок з 8:00 до 17:00 год;
- Вівторок з 8:00 до 17:00 год;
- Середа з 8:00 до 17:00 год;
- Четвер 8:00 до 17:00 год;
- П'ятниця з 8:00 до 17:00 год;

Врахуємо також, що під час опалювального сезону є 4 святкові дні.

Приймаємо, що опалення відключається за годину до закінчення роботи. В звичайні дні опалення відключається за 3 години до закінчення роботи, а після вихідного за 6 годин. В результаті ми маємо представити тижневий режим опалювання в наступному режимі:

Вівторок, середа, четвер з 5:00 до 16:00;

П'ятниця з 5:00 до 15:00;

Тривалість опалювального сезону 166 днів (24 тижня);

Z – час опалювального сезону, год

$$Z=166 \cdot 24=3984$$

Робочий час системи опалення, год

$$Z_p=(14+11+11+11+10) \cdot 24=1368$$

Черговий час опалення системи, год

$$Z_{\text{чер}}=3984-1368=2616;$$

Економію теплоти в результаті вживання чергового опалювання підраховується по формулі:

$$E = \frac{Q_{\text{об}} - [Q_{\text{чер}} \cdot \frac{Z_{\text{чер}}}{Z_{\text{опал}}} + Q_{\text{об}} \cdot (1 - \frac{Z_{\text{чер}}}{Z_{\text{опал}}})]}{Q_{\text{об}}} \cdot 100\%,$$

де  $Q_{\text{об}}$  – кількість теплоти що втрачається на опалювання протягом сезону без чергового опалення, кВт

- адана температура в приміщеннях;
- Температуру зовнішнього повітря приймаємо (-0,6) °C – середня температура опалювального сезону для м. Запоріжжя;
- Питомі теплові втрати будівлі на 1 °K, кВт/К розраховується аналогічно.

Спрощуючи формулу запишемо:



$$E = \frac{Z_{\text{чер}}}{Z_{\text{опал}}} \cdot \left( 1 - \frac{Q_{\text{чер}}}{Q_{\text{опал}}} \right) \cdot 100\% = \frac{2616}{3984} \cdot \left( 1 - \frac{14 - (-6)}{21 - (-6)} \right) \cdot 100\% = 19,7\%$$

Розрахунок економії за зниження опалювальної температури робочого часу з 21°C до 20°C наступним чином:

$$E = \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) - (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})}{(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})} = \frac{(21 - 0,6) - (20 - 0,6)}{(21 - 0,6)} \cdot 100\% = 4,9 \%$$

$$E_{\text{коном}} = 4,9 + 19,7 = 24,6 \%$$

Економія зниження температури опалення на 1°C приведе до збільшення економії на 4,9%. При впровадженні системи автоматичного регулювання опалення нам дозволить економити 24,6% за опалювальний сезон.

$$Q_{\text{заг}} = 110455,92 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{\left( \left( \frac{110455}{1000} \right) \cdot \frac{20-0,6}{20+21} \cdot 166 \cdot 24 \right)}{1,16 \cdot 1000} = 179,5 \text{ Гкал}$$

$$\epsilon = 43 \cdot 3616,13 \cdot 10^{-3} = 155 \text{ тис. грн/рік}$$

Вартість ІТП = 400 тис. грн.

Срок окупності 2,5 роки.

## 2.5.2 Термомодернізація зовнішніх стін

Для виконання норми по опору теплопередачі зовнішніх стін пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – мінераловатні плити. Теплопровідність утеплювача – 0,045 Вт/(м·К). Розрахуємо товщину утеплювача, м:

$$\delta = (R_{q \text{ min}} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}},$$

де  $R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_q$  – фактичний опір теплопередачі згідно, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К);

$$\delta = (2,8 - 0,32) \cdot 0,045 = 0,087.$$

Відповідно до розрахунку товщина утеплювача складає 0,111 м. Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає 0,1 м. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі стін після термомодернізації складає 3,075 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Загальна площа утеплення складає – 1086 м<sup>2</sup>. З урахування утеплення відкосів загальна площа утеплення включає в себе площу вікон та дверей і складає – 1297,3 м<sup>2</sup>.

Вартість утеплення 1м<sup>2</sup> стіни орієнтовно складає – 700 грн/м<sup>2</sup>.

Загальні капітальні витрати складають – 907 900 тис. Грн

$$Г_{\text{кал}} = \frac{\left( \left( \frac{110455 - 88910}{1000} \right) \cdot \frac{20 - 0,6}{20 + 21} \cdot 166 \cdot 24 \right)}{1,16 \cdot 1000} = 35 \text{ Гкал}$$

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає 35 Гкал/рік.

З урахуванням вартості теплової енергії 3616,13 грн за 1 Гкал економія грошових коштів складає:

$$\epsilon = 35 \cdot 3616,13 \cdot 10^{-3} = 126,5 \text{ тис. грн/рік.}$$

Простий срок окупності 7,2 років.

### 2.5.3 Термомодернізація даху

Для виконання норми по опору теплопередачі перекриття неопалювальних горищ пропонується провести термомодернізацію, утеплювач – мінеральна вата. Теплопровідність утеплювача – 0,045 Вт/(м·К). Розрахуємо товщину утеплювача, м:

$$\delta = (R_{q \text{ min}} - R_q) \cdot \lambda_{\text{ут}},$$

де  $R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустимий опір теплопередачі згідно ДБН В 2.6-31, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_q$  – фактичний опір теплопередачі згідно, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$\lambda_{\text{ут}}$  – теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К);

Відповідно до розрахунку товщина утеплювача складає 0,123 м відповідно. Стандартна товщина ізоляційного матеріалу складає 0,15 м. При такій товщині утеплювача загальний розрахунковий опір теплопередачі перекриття даху після термомодернізації складає  $4,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Загальна площа утеплення складає –  $820 \text{ м}^2$ . Вартість утеплення на  $1 \text{ м}^2$  перекриття складає –  $700 \text{ грн}/\text{м}^2$ . Вартість включає в себе вартість робіт та матеріалів.

Загальні капітальні витрати складають –  $574 \text{ тис. грн}$ .

$$\text{Гкал} = \frac{\left( \frac{88910 - 82600}{1000} \right) \cdot \frac{20 - 0,6}{20 + 21} \cdot 166 \cdot 24}{1,16 \cdot 1000} = 10,25 \text{ Гкал}$$

Згідно розрахунків економія енергії від впровадження заходу складає  $\text{Гкал}/\text{рік}$ .

З урахуванням вартості теплової енергії  $3616,13 \text{ грн}$  за  $1 \text{ Гкал}$  економія грошових коштів складає:

$$\text{€} = 10,25 \cdot 3616,13 \cdot 10^{-3} = 37 \text{ тис. грн}/\text{рік}.$$

Простий срок окупності  $15,2 \text{ років}$ .

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Об'єктом охорони праці є заходи з утеплення зовнішніх конструкцій Закладу охорони здоров'я, комунальної установи «Запорізька обласна станція переливання крові» за адресою вулиця Леоніда Жаботинського 32, будівля 2.

Основною небезпекою при виконанні висотних чи верхолазних робіт являється небезпека падіння з висоти. Роботи на висоті – це роботи, при виконанні яких працівник перебуває на відстані менше 2 м від межі неогороджених зовнішніх або не перекритих внутрішніх перепадів по вертикалі 1,3 м і більше від робочої поверхні (грунту, перекриття, робочого настилу), а також роботи на похилій робочій поверхні незалежно від відстані від межі перепадів по вертикалі та наявності огородження.

#### 3.1 Характеристика небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Промисловий альпінізм є видом висотних робіт, таким чином, він є небезпечним видом діяльності, при якому на працівника діють шкідливі і небезпечні виробничі чинники. При виробничій діяльності із застосуванням методів промислового альпінізму на персонал діють небезпечні і шкідливі чинники виробництва, якими є:

Небезпечні чинники:

- небезпека падіння з висоти;
- небезпека падіння предметів зверху;
- нестійкі і ненадійні конструкції.

Шкідливі чинники:

- дія психологічних стресових чинників;
- великі фізичні навантаження;
- дія атмосферних явищ;
- дія інших виробничих чинників, з якими пов'язана специфіка виконуваних робіт (наявність спеціалізованої техніки).

### 3.2 Заходи з поліпшення умов праці

Для створення безпечних умов під час виконання робіт на висоті необхідно:

- забезпечити необхідну освітленість на робочих місцях та безпечні проходи до них;
- уживати заходи щодо усунення або зменшення впливу шкідливих та/або небезпечних факторів;
- урахувувати метеорологічні умови, а також стан здоров'я працівників, які виконують роботи на висоті;
- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, риштувань, настилів, драбин тощо.

Кліматичні умови, які впливають на людину під час роботи на висоті:

- підвищена або знижена температура зовнішнього повітря;
- підвищена вологість та вітер;
- підвищений атмосферний тиск;
- сонячна радіація;
- наявність опадів (сніг, дощ).

Кліматичні умови, які впливають на людину під час роботи на висоті:

- підвищена або знижена температура зовнішнього повітря;
- підвищена вологість та вітер;
- підвищений атмосферний тиск;
- сонячна радіація;
- наявність опадів (сніг, дощ).

Працівники, зайняті на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, або тих, що здійснюються в несприятливих метеорологічних умовах, залежно від умов праці і прийнятої технології виробництва забезпечуються відповідно до встановлених норм спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту згідно з Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту,

затвердженим наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 29.10.96 N 170 і зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 18.11.96 за N 667/1692 (далі-НПАОП 0.00-4.26-96), ГОСТ 12.4.011-89, а також мийними та знешкоджувальними засобами.

Засоби захисту вводяться в експлуатацію і застосовуються лише в тому разі, якщо вони відповідають вимогам чинного законодавства. Засоби захисту мають бути безпечними для життя та здоров'я споживачів за умови їх застосування за призначенням з урахуванням правильного обслуговування й використання.

Засоби захисту працівників повинні забезпечувати запобігання або зменшення дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, відповідати вимогам стандартів, технічної естетики та ергономіки. Експлуатація засобів колективного та індивідуального захисту дозволяється за умови: наявності технічної документації (документів з експлуатації) з відміткою служби (відділу) технічного контролю (далі-СТК) виробника; своєчасного проведення необхідних експлуатаційних випробувань, якщо це вимагається нормативно-технічною документацією виробника.

Засоби захисту розміщуються в приміщеннях об'єктів, підрозділів, дільниць або в складах інвентарного майна бригад відповідно до прийнятої на підприємстві системи організації експлуатації, норм комплектування та місцевих умов.

Засоби індивідуального захисту застосовуються тоді, коли безпечність робіт не може бути забезпечена конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту. Вибір спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту проводиться з урахуванням вимог безпеки для кожного конкретного виду робіт, характеру та умов праці, виду і тривалості дії небезпечних або шкідливих виробничих факторів.

До засобів захисту від падіння з висоти належить:

- пояси запобіжні;
- каски;
- страхувальні канати;

- запобіжні верхолазні пристрої;
- уловлювачі з вертикальним канатом;
- огороження, захисні сітки, знаки безпеки тощо;
- верхолазне спорядження, яке використовується разом із вищезазначеними засобами захисту.

Засоби індивідуального захисту від падіння з висоти забезпечуються системою ременів для кріплення їх до тіла споживача і системою кріплення до надійної опори. У передбачуваних умовах експлуатації такі засоби індивідуального захисту обмежують шлях вертикального падіння працівника таким чином, щоб запобігти його зіткненню з перешкодами. Гальмівне зусилля, що виникає при цьому, не повинно завдавати тілесних ушкоджень працівнику або виводити з ладу засоби індивідуального захисту.

Перед початком роботи на висоті необхідно переконатися в міцності опор, до яких буде закріплюватися стропом запобіжного пояса працівник (працівники), та елементів верхолазного спорядження. Вони повинні надійно витримувати зусилля, яке може виникнути при падінні людей.

Після закінчення роботи, а також перед зберіганням засоби захисту необхідно очистити від бруду, просушити, протерти металеві деталі, а деталі зі шкіри - змастити жиром, розташувати їх в місцях збереження.

Засоби захисту слід зберігати і перевозити з дотриманням умов, що забезпечують виконання вимог виробників. Вони повинні бути захищені від механічних пошкоджень, зволоження, забруднення, впливу мастил, бензину, кислот, лугів та розчинників, а також від прямої дії сонячних променів і тепловипромінювання пристроїв, що виділяють тепло.

У разі виявлення непридатних для застосування засобів захисту їх необхідно вилучити з експлуатації.

### 3.3 Вимоги до поясів запобіжних

Пояси запобіжні мають відповідати вимогам стандартів та технічним умовам на пояси конкретних конструкцій:

- товарний знак підприємства-виробника;
- розмір та тип пояса;
- дата виготовлення.

Усі запобіжні пояси, що перебувають в експлуатації, повинні мати інвентарні номери. Допускається використовувати заводські номери як інвентарні. Типи поясів запобіжних та приладдя до них вибираються, виходячи із конкретних умов праці та видів робіт.

Перед початком роботи та під час застосування контролюється стан поясів та приладдя до них згідно з вимогами чинного законодавства та технічної документації (документам з експлуатації) виробників. Амортизатори, які використовуються як елементи страхувальних систем, перед введенням в експлуатацію, а також під час їх експлуатації кожні 6 місяців проходять випробування статичним навантаженням 1470 Н протягом 60 с. Після випробування не повинно бути розривів ниток, швів та волокон. При виконанні робіт необхідно встановлювати найкоротшу довжину запобіжного стропа. Місце закріплення пояса без амортизатора за опору вибирається таким чином, щоб висота вільного падіння людини не перевищувала 0,5 м (1 м – у випадку кріплення стропа за опору, що знаходиться на рівні ступень ніг). Довжину стропа установлюють для конкретної конструкції пояса у залежності від умов застосування.

Пояс ПЛ з амортизатором як засіб індивідуального захисту від падіння з висоти за умовами безпеки використовується на висоті над рівнем ґрунту або опорної поверхні, зазначеній в технічній документації виробника, враховуючи довжину розкриття амортизатора. Закріплення карабіном стропа пояса за опору слід виконувати за можливості не нижче рівня кріплення стропа до наспинного або нагрудного страхувальних вузлів пояса, але у всякому разі - не нижче рівня ступень ніг. Для безпечного виконання робіт на висоті, коли місце роботи знаходиться на відстані, що не дозволяє закріпитись стропом запобіжного пояса за опору, застосовується страхувальний канат, а у випадках виконання робіт у



безопорному просторі із застосуванням верхолазного спорядження необхідно використовувати ще й опорний канат.

Під час експлуатації запобіжні пояси та приладдя до них проходять один раз за 6 місяців статичні випробування навантаженням 4000 Н протягом 5 хвилин за методикою, наведеною у документах з експлуатації виробників.

#### 3.4. Вимоги до касок захисних промислових

Для запобігання чи зменшення дії на голову працівника небезпечних або шкідливих факторів (механічного впливу, електричного струму, води або агресивних рідин) слід використовувати каски захисні, які мають відповідати вимогам ГОСТ 12.4.128-83, ГОСТ 12.4.087-84, ГОСТ 12.4.091-80 та нормативно-технічної документації на конкретний вид касок.

Внутрішня оснастка і підборідний пасок мають бути з'ємними і мати пристрій для кріплення до корпусу каски. Підборідний пасок має регулюватися по довжині, а спосіб його кріплення повинен забезпечувати можливість його швидкого роз'єднання. Внутрішня поверхня корпусу каски, а також зовнішня і внутрішня поверхні оснастки мають бути гладко оброблені, а краї та кромки - притуплені. Зовнішня поверхня корпусу каски має бути гладенькою без тріщин та бульбашок.

Конструкція каски має дозволяти максимальне регулювання внутрішньої оснастки всередині корпусу каски та не перешкоджувати носінню корегуючих окулярів та інших засобів індивідуального захисту.

Каски мають зберігати свої захисні властивості протягом установленого терміну експлуатації, який визначається документами з експлуатації виробника на конкретний тип каски. Протягом експлуатації за необхідності каски можуть проходити санітарну обробку шляхом занурення у 3-5 % розчин хлораміну або 3 % розчин хлорного вапна на 30-60 хвилин з наступною промивкою в холодній воді та природною сушкою. Каски підлягають щоденному огляду з метою виявлення дефектів перед початком роботи, а також контролю за їх станом

протягом всього терміну експлуатації відповідно до вимог документів з експлуатації виробника.

### 3.5 Вимоги до страхувальних сталевих канатів

Для безпечного переходу на висоті з одного робочого місця на інше при неможливості використання перехідних містків або закріплення стропом запобіжного пояса за елементи обладнання, конструкцій тощо необхідно застосовувати гнучкі страхувальні сталеві канати (далі-канати), які розташовуються горизонтально чи під кутом не більше  $7^\circ$  до рівня горизонту. Канати бажано застосовувати у випадках, коли виключена можливість ковзання працівників по наклонній площині. Для підвищення безпеки працівників під час їх переміщення у вертикальній площині використовуються вертикально встановлені канати, обладнані уловлювачами.

Канати конкретних конструкцій мають відповідати вимогам технічних умов виробників, які визначають порядок їх установки та застосування. Канат повинен мати пристрій для закріплення його до елементів споруд, будівель тощо, а також для натягування, який має забезпечувати зручність установлення, знімання, переставлення та можливість регулювання довжини каната залежно від відстані між точками кріплення. Конструкція деталей каната має унеможливити травмування рук працівника. Деталі каната мають бути без надривів, заусенців, гострих кромek, тріщин та раковин. Перед початком експлуатації, а також не рідше 1 разу на 6 місяців під час експлуатації встановлений у робоче положення канат необхідно випробувати статичним навантаженням всередині прольоту вантажем масою 4000 Н, використовуючи для випробування гнучкі канати (капронові або сталеві) або сталевий стрижень. Канат вважається таким, що витримав випробування, якщо у результаті зовнішнього огляду не виявлені руйнування або тріщини в його деталях. При цьому експлуатація каната дозволяється у тому випадку, якщо у конструктивних елементах будівель, споруд

або інших пристроях, до яких закріплений канат в процесі експлуатації, також не виявлені руйнування або тріщини.

### 3.6 Вимоги до запобіжних стропів

Запобіжні стропи (далі-стропи), виготовлені із синтетичних канатів, плетених шнурів і стрічок, металевих канатів та ланцюгів, що використовуються при виконанні робіт на висоті, мають відповідати вимогам технічних умов та документів з експлуатації виробників на конкретний вид виробу.

Стропи застосовуються для забезпечення безпеки (страхування) працівників на висоті, у тому числі: при пересуванні по страхувальних і опорних канатах, будівельних конструкціях, при переході через перешкоди, проміжні опори й вузли на канатах під час спуску (підйому), а також при закріпленні верхолазного спорядження. Допускається застосовувати для фіксації тіла на висоті в зручному робочому положенні додаткові, регульовані по довжині технологічні стропи, які не виконують функцію страхування.

Довжина фіксованого або регульованого стропа разом з кінцевиками - петлями, зав'язаними на кінцях вузлом "вісімка", і кінцевими пристроями (карабінами, затискачами й т. д.) не повинна перевищувати 2,0 м.

Бракування стропів повинно проводитися відповідно до документів з експлуатації виробників. Стропи синтетичні в процесі експлуатації підлягають вибракуванню за ознаками, зазначеними у пункті 4.7.1.8 цих Правил, а стропи, виготовлені з металевих канатів та ланцюгів, у разі виявлення таких видів пошкоджень:

- видавлювання металевих осердь чи дротів сталок каната;
- поверхнева та внутрішня корозія;
- розрив сталок каната;
- місцеве зменшення або збільшення діаметра каната;
- поверхнєве та внутрішнє спрацювання каната;
- після впливу динамічного навантаження, що виникає на стропі, у момент зупинки падіння працівника.

Випробування стропів, що використовуються у роботі, проводяться перед початком експлуатації, а також не рідше одного разу за 6 місяців – у процесі експлуатації відповідно до документів з експлуатації виробників.

### 3.7 Вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті з підйомників

Підйомники телескопічні, з механічним, електричним чи гідравлічним приводами (далі - підйомники) мають відповідати вимогам чинного законодавства та документів з експлуатації виробників. Умови безпечної експлуатації підйомників під час виконання робіт на висоті мають відповідати вимогам Правил будови і безпечної експлуатації підйомників, затверджених наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 08.12.2003 N 232 і зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 30.12.2003 за N 1262/8583 (далі - НПАОП 0.00-1.36-03).

Площа підлоги робочої платформи для двох і більше працівників має бути не менше 0,5 м<sup>2</sup> на працівника; ширина входу на робочу платформу – не менше 500 мм. Розмір підлоги робочої платформи має бути не менше 600 x 600 мм, діаметр підлоги круглої робочої платформи – не менше 700 мм. При роботі з підйомників мають передбачатися заходи щодо унеможливлення випадання людей, попадання їх між робочою платформою (кліткою) та нерухомою частиною підйомника, або травмування працівників противагами та предметами у разі їх падіння зверху.

Підніматися працівникам у робочу платформу (колиску) підйомників дозволяється тільки після встановлення автомобіля на виносні опори, а у робочу платформу (колиску) телескопічного підйомника - тільки після встановлення його висувної частини вертикально та фіксації її в такому положенні. Дозволяється в межах робочого місця переміщення підйомників по рівній місцевості з піднятим робочим органом без вантажу та людей на підймальній або висувній частині, якщо таке переміщення дозволяється документами з експлуатації виробника і при цьому не потрібно проїжджати під невимкненими струмовідними частинами електроустановок. Піднімання робочої платформи (колиски) до місця робіт

проводиться тільки після того, як працівники піднімуться в робочу платформу (колиску) і закріпляться карабінами стропів запобіжних поясів за передбачені для цього місця на робочій платформі (колисці).

Під час проведення робіт з підйомника між працівниками, які виконують роботи з робочої платформи, і машиністом має підтримуватися безперервно зв'язок: у разі підймання робочої платформи до 10 м – голосом, більше 10 м – знаковою сигналізацією, більше 22 м – двостороннім радіо або телефонним зв'язком. Працівникам в робочій платформі (колисці) підйомника допускається переходити з робочої платформи (колиски) підйомника на споруду та назад тільки з дозволу відповідального керівника робіт з використанням двостропних запобіжних поясів.

### 3.8 Вимоги безпеки під час виконання робіт з автомобільних драбин

Будова автомобільних драбин має відповідати вимогам нормативно-правових актів до підйомних механізмів, їх експлуатація - документам з експлуатації виробників. Підніматися працівнику на автомобільну драбину дозволяється тільки після встановлення і фіксування драбини в робочому положенні та висунення драбини до місця роботи. Під час виконання робіт з автомобільної драбини працівник користується двостропним лямковим запобіжним поясом з двома карабінами. Один карабін використовується під час піднімання на драбині до робочого місця та спуску з нього, другим карабіном працівник страхується, закріплюючись за стаціонарне місце робочого кріплення. Працювати на драбині повинен тільки один працівник, стоячи на щаблі, яка знаходиться нижче крайньої верхньої не менше ніж на 1 м. З верхньої щаблі працювати не дозволяється. Для унеможливлення падіння працівника драбину обладнують страхувальним канатом з уловлювачем (інерційним пристроєм), до якого працівник закріплюється карабіном запобіжного пояса при підйомі до робочого місця та спуску з нього.

Переміщення драбини можна виконувати тільки за відсутності на ній працівника, матеріалів, інструментів тощо. Перед транспортуванням драбина має

бути опущена у транспортне положення і зафіксована. Переходити з драбини на елементи будови та з елементів будови на драбину дозволяється тільки з дозволу відповідального керівника робіт з використанням двостропного запобіжного пояса з двома карабінами таким чином, щоб працівник під час переміщення постійно був закріплений одним із стропів за опору. Під час виконання робіт між машиністом автодрабини та працівником, що знаходиться на драбині, має бути постійний зв'язок. При висоті робочого місця до 10 м зв'язок має бути візуальний та голосом, з висоти 10 м і вище – знаковою сигналізацією, більше 22 м – двосторонній радіо або телефонний зв'язок.

### 3.9 Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей (живої природи) від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики. Група з електробезпеки визначає кваліфікаційний рівень знань та практичний досвід працівника здатного виконувати електротехнічні роботи (завдання та обов'язки) відповідного рівня складності. Група з електробезпеки визначає кваліфікаційний рівень знань та практичний досвід працівника здатного виконувати електротехнічні роботи (завдання та обов'язки) відповідного рівня складності. Електротехнічні роботи низької складності виконують працівники не вище II кваліфікаційної групи з електробезпеки, середньої складності – працівники з III кваліфікаційною групою з електробезпеки, високої складності – працівники з IV-V кваліфікаційною групою з електробезпеки. Працівники з I кваліфікаційною групою з електробезпеки не виконують електротехнічні роботи, але зобов'язані виконувати технічний догляд виробу (електроприладу тощо), який працює на електричній енергії та використовують в своїй роботі.

Працівники, які в своїй роботі використовують вироби, що працюють на електричній енергії, зобов'язані мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки та проходити щорічну перевірку знань. Конкретні кваліфікаційні

групи з електробезпеки, які повинні мати працівники на підприємстві, встановлює виключно відповідальний за електрогосподарство, перелік яких затверджує керівник в Положенні про навчання з питань технічної експлуатації електроустановок, охорони праці та про перевірку знань з цих питань. Для деяких працівників Правилами встановлені мінімально допустимі кваліфікаційні групи.

Особа, відповідальна за електрогосподарство несе персональну відповідальність за допущення працівника використовувати в роботі електричну енергію. Для одержання першої кваліфікаційної групи з електробезпеки, незалежно від посади і фаху, працівнику необхідно пройти перевірку знань з електробезпеки. За результатами перевірки особа, яка перевіряє, шляхом опитування, повинна переконатись, що працівник засвоїв питання, з електробезпеки. Перевірку знань з електробезпеки на I групу повинен проводити одноосібно та виключно відповідальний за електрогосподарство, або, за його письмовим розпорядженням, – особа зі складу електротехнічних працівників з групою не нижче III. Мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються. Працівнику який не отримав I групи з електробезпеки в своїй роботі використовувати вироби, що працюють на електричній енергії, забороняється, а виріб (наприклад, комп'ютер, електродрель, швейна машина тощо), на якому працював працівник, повинен бути відключений від електромережі.

Позачергова перевірка знань з електробезпеки, в тому числі і на I кваліфікаційну групу, проводиться при:

- введенні в дію нових або переглянутих правил;
- введенні в експлуатацію нового устаткування або впровадження нових технологічних процесів;
- на вимогу посадових осіб організації вищого рівня та органу державного нагляду;
- при переведенні на іншу роботу та при зміні посади.

Для отримання II кваліфікаційної групи з електробезпеки працівнику необхідно:

- мати рівень знань та досвід в роботі з I кваліфікаційною групою з електробезпеки від 1 до 2 місяців (в залежності від кваліфікації та освіти);
- володіти елементарними електротехнічними знаннями електроустановок на яких працює;
- мати чітке уявлення про небезпеку електричного струму та наближення до струмоведучих частин;
- наявність практичних навичок надання першої долікарської допомоги потерпілим від ураження електричним струмом;

Нормативними актами передбачено, що відповідальні за електрогосподарство споживачів повинні забезпечувати проведення інструктажів. Інструктаж не є навчанням, а є формою підготовки до виконання певних обов'язків, а саме: – доведення до працівників змісту основних вимог щодо організації безпечної роботи і правил безпечної експлуатації електроустановок, аналіз допущених чи можливих помилок на робочих місцях осіб, яких інструктують, поглиблення знань і навичок безпечного виконання робіт та знань правил пожежної безпеки. Працівник який не пройшов інструктаж до роботи не допускається. Рівень знань після інструктажу визначає особа, що інструктує працівника.

Спеціальне навчання з технічної та безпечної експлуатації електроустановок може проводитись як безпосередньо на підприємстві так і іншим суб'єктом господарської діяльності, який отримав в установленому порядку відповідний дозвіл. Методичне забезпечення, організація і проведення навчання здійснюють спеціалісти (працівники) служби відділу кадрів. Спеціальне навчання відповідальних за електрогосподарство перед перевіркою знань проводиться роботодавцем за 40 годинною програмою, яка розробляються з урахуванням конкретних видів робіт, виробничих умов та функціональних обов'язків працівників.



### 3.10 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю унеможливлуються виникнення і розвиток пожежі та вплив на людей її небезпечних чинників, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Пожежа виникає за одночасної наявності горючої речовини, джерела займання та окисника (кисню, повітря), що разом утворюють горюче середовище. Якщо вилучити або заблокувати будь-який із цих чинників, то пожежі не буде. На цьому ґрунтуються основні напрями попередження пожеж та способи пожежогасіння.

У приблизно 90% випадків до пожеж призводять: необережне поводження з вогнем; порушення правил монтажу та експлуатації електроустаткування і побутових електроприладів; порушення правил монтажу та експлуатації приладів опалення і теплогенеруючих установок; підпали; пускощі дітей із вогнем; несправність виробничого устаткування. Отже, забезпечення пожежної безпеки є обов'язковою складовою виробничої та іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств, установ, організацій і підприємців. Органи державного пожежного нагляду контролюють стан пожежної безпеки, вдаючись до різних санкцій (відмова у виданні дозволу на початок роботи або оренду приміщень, штрафи, призупинення експлуатації приміщень, споруд, устаткування, об'єктів тощо).

Відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні до основних організаційних заходів із її забезпечення належать:

- визначення обов'язків посадових осіб щодо гарантування пожежної безпеки;
- призначення відповідальних за пожежну безпеку окремих будівель, споруд, приміщень, діляниць тощо, технологічного та інженерного устаткування, а

також за утримання та експлуатацію наявних технічних засобів протипожежного захисту;

- розроблення і затвердження загальнооб'єктової інструкції про заходи пожежної безпеки та відповідних інструкцій для всіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень, організація вивчення цих інструкцій працівниками;
- встановлення порядку (системи) оповіщення людей про пожежу, ознайомлення з ним усіх працівників;
- забезпечення територій, будівель та приміщень відповідними знаками пожежної безпеки, табличками із зазначенням номера телефону та порядку виклику пожежної охорони;
- створення та організація роботи пожежно-технічних комісій, добровільних пожежних дружин і команд.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі був проведений енергоаудит закладу охорони здоров'я, комунальної установи «Запорізька обласна станція переливання крові» по вул. Леоніда Жаботинського 32, будівля 2.

Енергетичний аудит – обстеження установи з метою встановлення ефективності використання нею паливно-енергетичних ресурсів і вироблення економічно обґрунтованих заходів по зниженню витрат на паливо- і енергозабезпеченні матеріали.

У першому розділі дипломної роботи наданий опис і характеристика об'єкту, який досліджується. Розглянуті питання з метою енергозбереження. В результаті аналізу даних розроблені заходи, які надають на економію використання теплової енергії.

Запропоновані енергозберігаючі заходи, які включають:

- утеплення зовнішніх стін;
- утеплення горищного перекриття;
- заміна вікон на енергозберігаючі;
- комплексна модернізація системи опалення;
- встановлення ІТП.

В цьому розділі представлено декілька видів утеплювачів різних виробників, їх властивості, недоліки і переваги.

Використання всього комплексу рішень значно підвищить енергоефективність будинку. Впровадження заходів по скороченню втрат зменшить фінансові витрати на ресурси, які використовуються.

Проаналізувавши всі показники утеплювачів пропонуємо для утеплення зовнішніх стін і горищного перекриття «Мінераловату». Тому що цей утеплювач універсальний в застосуванні, зручний в роботі, має хороші теплотехнічні і

механічні характеристики, а також є ефективним рішенням по ціні на відміну від інших, що дозволяє зекономити витрати на утеплення будинку.

Вибравши утеплювач розрахували загальні втрати теплоти після утеплення будівлі, які становлять 88910,72 Вт.

Таким чином наступним енергозберігаючим заходом в даній роботі пропонується відмовитися від системи централізованого опалення і установити індивідуальний тепловий пункт в підвальному приміщенні будівлі.

У другому розділі виконаний теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом. Виконаний розрахунок тепловтрат будівлі. Проведений аналіз паливно – енергетичних ресурсів. Розрахунок впровадження системи автоматичного регулювання опалення. Також були проведено техніко-економічне обґрунтування проектних рішень, розрахунок капітальних вкладень та річних витрат на теплову енергію.

В третьому розділі визначені основні потенційно небезпечні та шкідливі фактори на об'єкті, шляхи їх мінімізації та розроблені заходи поліпшення умов праці.

Енергокористувач отримує звіт з енергоаудиту і може самостійно вирішувати такі проблеми:

- визначати, як споживається енергія всередині об'єкту, формулювати пріоритети в переліку енергозберігаючих рекомендацій;
- порівнювати енергоспоживання на даному об'єкті з величинами споживання енергії на інших аналогічних об'єктах, визначаючи в такий спосіб об'єкт як «поганий» або «добрий» споживач енергії;
- показувати необхідність інвестицій для придбання й освоєння нового, економічнішого обладнання;
- обґрунтовувати запропонований проект, який не був би затверджений без підтримки зовнішнього консультанта.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 12.4.107-82 (1987) – ССБТ. Строительство. Канаты страховочные. Общие технические требования.
2. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник./ А.В.Праховник, В. П.Розен, О. В.Разумівський, та ін. Київ: Натуральна фізика, 1999.
3. Енергетичний аудит. Навчально-методичний посібник для студентів ІІ ЗНУ спеціальності 7.090510, «Теплоенергетика» всіх форм навчання / Скл.: М.Ю. Бердишев. Запоріжжя, 2008.
4. Аудит: видавництво 2-е, перероблений і доповнений./ В.С.Рудницький, Я.А.Гончарук –Л.: «Оріяна-Нова», 2004.
5. Організація і планування виробництва. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090510, «Теплоенергетика»/Скл. Л.С.Сердюк, Запоріжжя, 2004.
6. Організація, планування і управління промисловою енергетикою./ Г.А.Башев – М.: Вища школа, 1993.
7. Норми вживання електричної і теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Київ, 1999.
8. Держ Сан П і Н 2.2.4-171-10 – Державні санітарні правила і норми. «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».
9. ДСТУ 4065-2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги – Київ, 2002.
10. ДСП 201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць.
11. Тепловая изоляция. Справочник строителя / Под ред.Г.Ф.Кузнецов – М.: Стройиздат, 1985.

12. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник./ В.В.Прокопенко, О.М.Закладний, П. В.Кульбачний – К.: Освіта України, 2008.
13. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
14. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах (роботах) для студентів всіх спеціальностей /Скл.:С.П.Панасейко,В.К.Тарасов, Ю.П.Павленко, В.Г.Рижков, І.Г.Резніченко, Е.П. Павлова – Запоріжжя: ЗДІА, 2002.
15. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи по курсу «Безпека життєдіяльності» для заочного факультету/Скл. к.т.н. С.П.Панасейко – Запоріжжя: ЗДІА, 2002.
16. ДСТУ Б В.2.6-18-2000 Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення повітро- та водонепроникності.
17. СНиП III-4-80\* «Строительные нормы правила. Техника безопасности в строительстве», 2000 г.
18. ГОСТ 12.4.128-83 Система стандартов безопасности труда. Каски защитные. Общие технические условия.
19. ГОСТ 12.4.107-82 (1987) – ССБТ. Строительство. Канаты страховочные.
20. Закон України про енергозбереження від 1 липня 1994 року // Право України-1994. – №10
21. Основні методичні положення з нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві. Наказ України №93 від 14 жовтня 1997 року.
22. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 1983г.
23. Нормування в енергетиці: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 6.050601 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання / Р.Р. Матказіна – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 120с.

24. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.05 - 91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Киев.
25. ДБН В.2.6-31: 2006 Конструкції будинків і споруд «Теплова ізоляція будівель»: Мінбуд України, Київ 2006.
26. ДСТУ-НБА 2.2 - 5: 2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків».
27. ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд економія енергії.
28. ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.
29. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. МБАЗКГ України, 2006. – 87 с.
30. ДБН В.2-31:2016 Теплова ізоляція будівлі.
31. ДБН В.2.2-24:2009 Проектування висотних житлових і громадських будинків.
32. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
33. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
34. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель.
35. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні КТМ 204 Україна 244-94.
36. Прокопенко В.В., Закладний О.М. Енергетичний аудит. – Київ: Освіта України, 2008.
37. Энергетический менеджмент/А.А. Праховник, А.И. Соловей др.. – Киев:ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001.

38. Бердышев Н.Ю. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. ЗГИА. – 2004.
39. П.М.Єнін, Н.А. Швачко. Теплопостачання. – Київ. Кондор, 2007.
40. Покотилів В.В. Посібник з розрахунку систем опалення. – Відень: 2008. – 160 с.
41. Крупнов Б. А., Шарафадінов Н. С. Керівництво з проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Відень: 2010. – 202 с.
42. Матказіна Р.Р., Чижов С.Е. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» – Запоріжжя: 2017. – 81 с.
43. Є. М. Крючков. Проектування систем теплопостачання. Навчально-методичний посібник. – Запоріжжя, 2010.
44. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
45. Покотилів В.В. «Системи водяного опалення» – Вена: 2008. – 159 с.