

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

Літвін Євген Ігорович

«АНАЛІЗИ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМУНАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ»

Магістерська робота

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

(Енергетичний менеджмент)

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

Керівник роботи:

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (наукове звання та наукова ступінь)

Суми – 2020

5 Консультанти з проекту (роботи), із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Васькін Р.А.		

6 Дата видачі завдання 09.11.2020 р

Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 09.11 до 06.12.2020	
2	Захист переддипломної практики	до 10.12.2020	
3	Виконання 1-го розділу	до 25.11.2020	
4	Виконання 2-го розділу	до 06.12.2020	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2020	
6	Представлення виконаної роботи	до 15.12.2020	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2020	
8	Проведення захисту роботи	з 21.12 до 24.12.2020	
9			
10			

Студент-магістр

(підпис)

Керівник випускної роботи

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 92 с., 12 таблиць, 25 рисунків, 6 додатків, 18 літературних джерел.

Мета роботи: проведення аналізу системи тепло- та електропостачання, гарячого та холодного водопостачання і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

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

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська,14-а, аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Об'єктом є використання енергоносіїв в КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» за адресом вул.Августовська,14-а.

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

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

Тема роботи – «Аналіз ефективності роботи систем енергозабезпечення комунального закладу»

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ІНДЕКСІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Умовні позначення

- ΣQ_0 - сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції, (Вт);
 c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;
 β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу ($\beta_{op}=0,13$);
 F_p - розрахункова площа громадських будинків;
 N_{el} – номінальна потужність електроустаткування, Вт;
 η – ККД електроустаткування (за умовами завдання 0,9);
 N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;
 Q – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;
 λ_{yt} – теплопровідність теплоізолювального матеріалу, Вт/(м·К);
 K_{cup} – вартість монтажних, електромонтажних та пусконаладжувальних робіт, грн.

Індекси та скорочення

- ОЦПО та РТМ -обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю;
ПЕР – паливно енергетичні ресурси;
Рис.-рисунок;
Табл.- таблиця;
КЗ- комунальний заклад;
ДБН- Державні будівельні норми ;
ДСТУ- Державний стандарт України;
ТОВ- товариство з обмеженою відповідальністю;
КП- комунальне підприємство.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	8
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	8
1.2 Опис дійсного стану будівлі	10
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта.....	17
1.3.1 Система опалення.....	17
1.3.2 Система електропостачання.....	18
1.3.3 Система водопостачання.....	19
1.3.4 Система вентиляції.....	20
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	20
1.4.1 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	20
1.4.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	21
1.4.3 Аналіз обсягів споживання електроенергії	23
1.4.4 Аналіз обсягів споживання води	25
1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв	28
2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ	30
2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі	30
2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій	30
2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі.....	32
2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі.....	36

2.1.4	Визначення теплової потужності всієї будівлі.	39
2.2	Результати розрахунку	39
2.2.1	Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій корпусу А.....	39
2.2.2	Приклад розрахунку тепловтрат у корпусі А.....	41
2.2.3	Приклад розрахунку теплових надходжень у корпусі А.....	45
2.2.4	Визначення теплової потужності корпусу А	46
2.2.5	Визначення теплової потужності корпусу Б.....	47
2.3	Розробка можливих енергозберігаючих заходів.....	52
2.3.1	Методика розрахунку енергозберігаючих заходів.....	52
2.3.2	Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін).....	54
2.3.3	Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стелі)	60
3	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів що можуть виникати на робочому місці проектанта.....	66
3.1.1	Характеристика та порівняння з нормативними показниками небезпечних факторів	66
3.2	Розрахунок штучного освітлення робочої кімнати	70
	ВИСНОВКИ	76
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	78
	ДОДАТОК А	80
	ДОДАТОК Б	82
	ДОДАТОК В.....	84
	ДОДАТОК Г	87

ДОДАТОК Д..... 89

ДОДАТОК Ж..... 89

ВСТУП

В умовах економічної кризи, а також у зв'язку зі зростанням цін на енергоносії, питання підвищення енергоефективності на підприємствах та в установах України набуває першочергового значення.

Енергозбереження в бюджетній сфері та житлово-комунальному господарстві сьогодні особливо актуальне, оскільки саме під час упровадження енергоефективних заходів у споживача досягається максимальна економія енергоресурсів.

Енергозбереження – це комплексне використання цілого ряду енергозберіжливих рішень та заходів. Ефективність кожного із готових рішень може бути різною у кожному окремому випадку, однак можна однозначно стверджувати, що у комплексі енергозберіжливих рішень дають більш значний ефект, ніж кожне окремо.

Одним із об'єктів енергетичного обстеження був вибраний комунальний заклад Сумської обласної ради – обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю розміщується у двох корпусах А і Б, за адресою 40007, вул. Серпнева, 14-а.

Метою дипломної роботи був аналіз ефективності роботи систем енергозабезпечення даного закладу, та пошук шляхів зменшення обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Завдання роботи:

- здійснення візуального та інструментального обстеження систем опалення, освітлення та водопостачання;
- розрахунковий аналіз досліджуваних енергосистем;
- розробку енергозберігаючих заходів та їх фінансовий аналіз.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Найменування об'єкту проведеного ефективної роботи систем енергозабезпечення – комунальний заклад Сумської обласної ради – обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю (ОЦПО та РТМ). (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Комунальний заклад ОЦПО та РТМ

Це комплексний, багатопрофільний позашкільний навчальний заклад, заснований у червні 1997 року. Заклад включено до переліку найбільших позашкільних навчальних закладів України. Щороку у творчих об'єднаннях

центру позашкільну освіту отримують понад 4500 вихованців.[1]

Основне приміщення закладу – пристасоване, збудоване в 1971 році КЗ СОР - обласним центром позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю використовується з 01.04.1997 р. (акт прийомки-передачі будівель і споруд д/с від 06.09.1996 р. № 40). Будівля розміщена на земельній ділянці загальною площею 1,1764 га, під забудовою – 1435 м³.

Корпус А - це Н-подібна двоповерхова будівля, яка була введена в експлуатацію у 1977 році, призначена для навчально-виховного процесу.

Корпус Б – одноповерхова будівля, що складається з двох прибудов, які раніше слугували за харчоблок та пральню, а на сьогодні також призначені для позашкільного навчально-виховного процесу, та підвалу, в якому знаходиться тепловий пункт та використовується в якості складських приміщень.

Характеристика будівлі наведені в табл. 1.1.

Табл. 1.1 – Характеристика будівлі

Назва корпусу	Корпус А	Корпус Б
Площа вікон, м ²	388,5	61,44
Опалювальна площа, м ²	1759, 8	397,4
Опалювальний об'єм, м ³	6293	1284

Протягом кожного навчального дня згідно з навчальним розкладом в корпусі А знаходиться приблизно 400-500 вихованців. За даними, отриманими від завуча, кожен гурток відвідує не більше 15 дітей. Здебільшого заняття проводяться у другій половині дня, і кожна дитина проводить в корпусі 1-2 години, тому одночасно в корпусі присутні близько 150 осіб. Працює близько 50 викладачів.

У корпусі Б знаходиться приблизно 150 вихованців, одночасно – приблизно 70-100 осіб. Здебільшого заняття проводяться також у другій половині дня. Працює близько 15 педагогів.

Кількість обслуговуючого персоналу по двом корпусам 10 осіб, включаючи водіїв. Виходячі с даної інформвації ми можемо приблизно встановити кількість людей перебуваючих в закладі за одну добу, приблизно це буде становити 80 людей обслуговуючого персоналу, також 250 дітей.

Заклад працює 7 днів на тиждень з 8⁰⁰ до 21⁰⁰ у дві зміни, у канікулярний час – за окремим планом. Для підрахунку кількості осіб в кожному корпусі був використаний розклад занять гуртків на 2018-2019 навчальний рік.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Корпус А

Будівля двоповерхова, Н-подібного типу. Складається із однієї прибудови. Фундамент корпусу А – залізобетонні блоки. Стіни закладу побудовано з цегли, з середини є шар піщано-цементної штукатурки. Лицевий бік корпусу частково покритий облицювальною фасадною плиткою. Внутрішні стіни цегляні, оштукатурені цементно-пісчаним розчином, пофарбовані водоемульсійною фарбою, у деяких приміщеннях одну зі стін обшито гіпсокартоном, центральний коридор обшито пластиковими панелями. Матеріал підлоги – бетон, покритий лінолеумом або керамічною плиткою.

Плити перекриттів – залізобетонні. Покриття будівлі рулонне, плоске. Будівля не має горища чи підвалу. З корпусу А в корпус Б прокладено підземний перехід висотою 2,15 м та площею 120,4 м², який наразі закладом не використовується.

Будівля має металопластикові вікна з однокамерними склопакетами. Розміри, вид та кількість вікон наведена у табл. 1.2.

Зовнішні двері будівель металопластикові одинарні, двері запасних виходів - металеві. Наявність тамбурів. Дефектів зовнішніх дверей,

нешільностей не виявлено. Теплова або повітряна завіса відсутні. Розміри, матеріал та кількість дверей в обох корпусах наведена у табл. 1.3.

Наявні секційні двері у деяких коридорах будівлі, які розділяли б сходову клітку та коридори для зниження втрат теплоти.

Технічний паспорт будівлі – наявний.

При проведенні обстеження корпусу А було виявлено, що віконні конструкції знаходяться у незадовільному стані: неякісно встановлені віконні відливи (рис. 1.2) - великі зазори між відливом і фасадною плиткою не покриті цементним розчином, як наслідок - потрапляння вологи до останньої, руйнування плитки; неякісні зовнішні та внутрішні відкоси (рис. 1.3) - їх неутеплення призводить до значних тепловтрат, і, як наслідок, температура приміщень у холодну пору року нижча за нормативну.

У вокальній студії на стелі виявлено відлущення штукатурки, а на стінах виявлено вологу (рис. 1.4). У спортивно-туристичному відділі також виявлено відлущення штукатурки (рис. 1.5).



Рисунок 1.2 – Неякісно встановлені віконні відливи



Рисунок 1.3 – Неякісні зовнішні відкоси



Рисунок 1.4 – Волога на стінах



Рисунок 1.5 – Відлущення штукатурки

Корпус Б

Будівля одноповерхова. Складається із двох прибудов. Фундамент бетонний. Зовнішні стіни корпусу цегляні, з середини є шар піщано-цементної штукатурки. Корпус частково покритий облицювальною фасадною плиткою. Внутрішні стіни цегляні, обшиті пластиковими панелями або гіпсокартоном, Плити перекриттів – залізобетонні. Покриття будівлі – азбофанера. Будівля

має підвал який опалюється за рахунок теплопункту та подавальних опалювальних труб (фундамент – бетон, стіни – цегляні, оштукатурені цементно-пісчаним розчином, перегородки – цегляні). Матеріал підлоги – бетон, покритий керамічною плиткою. Будівля має металопластикові вікна з однокамерними склопакетами. Зовнішні двері будівель – металеві. Наявність тамбурів.

Присутні секційні двері у деяких коридорах будівлі, які розділяють сходову клітку до підвалу та коридори для зниження втрат теплоти.

Технічний паспорт будівлі – наявний.

При проведенні обстеження корпусу Б було виявлено, що віконні конструкції так само, як і в корпусі А, знаходяться у незадовільному стані, оскільки встановлені не за всіма технологічними вимогами. Облицювальна плитка поступово осипається, наявні місця її масштабного обсіпання як із зовнішніх стін (рис. 1.6), так і з фундаменту (рис. 1.7)



Рисунок 1.6 – Обсіпання фасадної плитки зі стін



Рисунок 1.7 – Обсіпання фасадної плитки з фундаменту

Таблиця 1.2 – Характеристика металопластикових вікон будівель

Розмір	Кількість в корпусі А, шт.	Кількість в корпусі Б, шт.
2,4×1,6	-	6
2,1×4,2	8	-
2,1×2,1	48	-
1,6×1,6	-	15
1,1×2,1	46	-

Таблиця 1.3 – Характеристика зовнішніх дверей будівель

Розмір	Матеріал	Кількість в корпусі А, шт.	Кількість в корпусі Б, шт.
2,1×1	Металопластик	2	-
2,1×1	Залізо	1	3
2×1,9	Залізо	3	-
1,95×1,65	Залізо	-	1
2,5×2,5	Залізо	-	1

В табл. 1.4 приведені технічні характеристики огорожуючих конструкцій КЗ СОР – ОЦПО та РТМ.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики огорожуючих конструкцій КЗ
СОРС – ОЦПО та РТМ корпусів А та Б

№ п/п	Найменування частин будинку	Корпус А	Δ, мм	Корпус Б	Δ, мм
1	2	3	4	5	6
1	Фундамент та цоколь	- залізобетонні блоки	500	- бетон	500
2	Зовнішні стіни	- цегляні - оштукатурені цементно-піщаним розчином - фасадна плитка	500 30 8	- цегляні - оштукатурені цементно-піщаним розчином - фасадна плитка	500 30 8
3	Внутрішні стіни	- цегляні - оштукатурені цементно-піщаним розчином, пофарбовані - іноді гіпсокартон без каркасу - гіпсокартон з каркасом, але без утеплювача	150 30 14 14	- цегляні - оштукатурені цементно-піщаним розчином - мінеральна вата - пластикові панелі - відділ АГЧ- мінеральна вата,	150 30 50 8 50 14

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
4	Плити перекриттів	- залізобетонні плити	220	- залізобетонні плити	220
5	Покрівля	- залізобетон - керамзит - рубероїд	220 150 6	- залізобетон - керамзит - рубероїд - азбофанера	220 150 6 5
6	Підлога	- лінолеум - керамічна плитка - ламінат - бетонна стяжка на гравію, або щебені з природного каменю	1,5 8 8 50	- керамічна плитка - бетонна стяжка на гравію, або щебені з природного каменю	8 50
7	Віконні заповнення	- металопластикові	45	- металопластикові	45
8	Дверні заповнення	- металопластикові - залізні	55 50	- залізні	50

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

1.3.1 Система опалення

Теплопостачання Сумського ОЦПО та РТМ здійснюється централізовано згідно договору про надання послуг з централізованого опалення, який укладено з ТОВ «Сумитеплоенерго» договір 1529 – Т від 05.02.2015 року. Теплоносій – вода. Система двохтрубна з горизонтальною розводкою. Рух гарячого теплоносія відбувається зверху. Опалювальні прилади – чавунні радіатори, конвекційні радіатори опалення (типу Аккорд), реєстри, – встановлюються під вікнами для того, щоб компенсувати потоки холодного повітря. Тепловою ізоляцію трубопроводів здійснено за допомогою мінеральної вати.

Ввід теплової мережі передбачений у приміщення теплового пункту, розміщеного на першому поверсі корпусу. Схема теплового вузла будівлі наведена у додатку А (рис. А.1).

У тепловому вузлі будівлі присутній вузол автоматичного регулювання відпуску теплоти на систему опалення від температури зовнішнього повітря.

Корпус Б – двотрубна система з нижнім розведенням. Опалювальні прилади – сталеві пластинчасті батареї, встановлені під вікнами для того, щоб компенсувати потоки холодного повітря. Подавальний трубопровід системи і відгалудження від нього проходять через приміщення підвалу, опалювального поверху будівлі. Зворотний трубопровід системи і відгалудження від нього проходять через приміщення підвалу. Тепловою ізоляцію трубопроводів здійснено за допомогою мінеральної вати.

Ввід теплової мережі передбачений у приміщення теплового пункту, розміщеного в підвалі корпусу. Схема теплового вузла будівлі наведена у додатку А (рис. А.2).

Постачальником тепла в обидва корпуси є ТОВ «Сумитеплоенерго». Теплова енергія подається згідно Договору №1529-Т про закупівлю послуг з централізованого опалення та постачання гарячої води від 5 лютого 2015 року. Відпуск теплоти до будівель здійснюється за температурним графіком 130°/70°. Розрахунковий перепад температур в системі опалення 95°/70°. Тиск води в подавальному трубопроводі – 4,5 кгс/см², в зворотньому – 3 кгс/см². Розрахункове теплове навантаження згідно з договором становить:

- на опалення корпусу А – 0,1824 Гкал/год.
- на опалення корпусу Б – 0,0696 Гкал/год.

1.3.2 Система електропостачання

В основному електричну енергію споживають на потреби внутрішнього освітлення та на устаткування, що працює у закладі. Основні типи ламп, які використовуються на внутрішнє освітлення, наведені у табл. 1.5. До недоліків можна віднести неефективне використання приладів освітлення, люстри-шари забруднені та мають бути очищені від пилу.

Постачальником електроенергії є ПАТ «Сумиобленерго» на підставі Договору про постачання електричної енергії №2378 від 14.01.09. Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-278. Живлення струмом електроприймачів здійснюється по трьох кабельних лініях 0,4 кВ. Приєднана потужність за договором – 20 кВт на кожний ввід, отже 60 кВт загалом. Облік споживання електричної енергії здійснюється трьома окремими електронними лічильниками типу НІК 2301 АПЗ. Один лічильник знаходиться в електрощитовій корпусу А (паспортний номер: 1045960) , інші 2 - в корпусі Б (паспортні номери: 1045968; 1045919).

Таблиця 1.5 – Основні типи ламп

Тип	Кількість в корпусі А, шт.	Загальна потужність, Вт	Кількість в корпусі Б, шт	Загальна потужність, Вт
Лампа люмінесцентна 36×2 Вт	36	2592	-	-
Лампа люмінесцентна 18×4 Вт	136	9792	45	3240
Лампа люмінесцентна 18×2 Вт	17	612	-	-
Енергозберігаюча люмінесцентна лампа 20 Вт	50	1000	7	140
Лампа розжарювання, 75 Вт	15	1125	-	-

Основне енергоспоживаюче обладнання по обом корпусам та кількість електричної енергії, яку воно споживає наведено у додатку Б.

1.3.3 Система водопостачання

Установу підключено до місцевої системи централізованого холодного водопостачання та водовідведення. Постачання холодної води до закладу здійснюється централізовано від КП «Міськводоканал». В корпусі А в підлозі прокладено циркуляційний сталевий трубопровід діаметром 25 мм. Трубопровід не ізолюваний. В корпусі Б неізолюваний пластиковий трубопровід 20 мм прокладено в підвалі.

Основними споживачами холодної води є працівники, обслуговуючий персонал, учні навчально-виховного закладу та відвідувачі.

Арматура складається з змішувачів, кранів, змивних бачків, які знаходяться у задовільному стані. Недоліків у конструкції і експлуатації системи водопостачання не встановлено.

1.3.4 Система вентиляції

Будівлю обладнано системою природної вентиляції. Для провітрювання приміщень відкиваються вікна в режим провітрювання.

Механічна витяжна (місцева) вентиляція застосовується в комп'ютерних класах та в лабораторії художньої обробки деревини. Проектована система вентиляції передбачає видалення повітря з навчальних кабінетів механічними системами. Припливне свіже повітря систем примусової вентиляції перед подачею в кабінет не нагрівається. Тривалість роботи механічної системи вентиляції в лабораторії обробки деревини становить 3 години за добу у робочі дні, в комп'ютерному класі вентиляцією користуються лише влітку. В кабінеті директора за необхідністю вмикається кондиціонер.

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Тепло: 1599,08 грн/Гкал з ПДВ.

Електрична енергія: 3,10 грн/кВт·год.

Холодна вода: 8,55 грн/м³;

Водовідведення: 7,38 грн/м³.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Облік споживання теплової енергії в корпусі А ведеться на підставі показань лічильника CF-50. Облік теплової енергії здійснюється щоденно. Тривалість опалювального періоду становить 6 місяців (з 15 жовтня по 15 квітня), але ця тривалість кожного року змінюється. Опалювальний період розпочинається при зменшенні середньодобової температури нижче $+8^{\circ}\text{C}$ і закінчується при підвищенні середньодобової температури вище $+8^{\circ}\text{C}$ протягом 3 діб.

В корпусі Б облік теплової енергії ведеться лише с середини листопада 2018 року , так як до цього лічильник теплової енергії був відсутній і розрахунок здійснювався за нормованими питомими показниками витрат теплоти на опалення на одиницю об'єму будівлі.

Обсяги споживання теплової енергії за 2017-2019 роки наведені в табл. 1.6 та на рис. 1.8.

Таблиця 1.6 – Споживання теплової енергії ОЦПО та РТМ за 2016-2018 та частково за 2019 р.р., Гкал.

Місяць	Корпус А				Корпус Б	
	2017	2018	2019	2020	2018	2019
	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	43,21	39,828	38,44	28,336	X	5,496
Лютий	42,573	48,46	40,571	39,995	X	7,649
Березень	32,144	29,633	35,114	33,151	X	6,446
Квітень	14,743	12,686	21,997	14,601	X	2,884
Жовтень	11,95	5,984	7,348	X	X	1,412
Листопад	30,114	31,715	33,51	X	4,213	4,313
Грудень	40,045	34,324	25,395	X	4,779	5,777
Всього	214,779	202,63	202,375	X	X	43,467

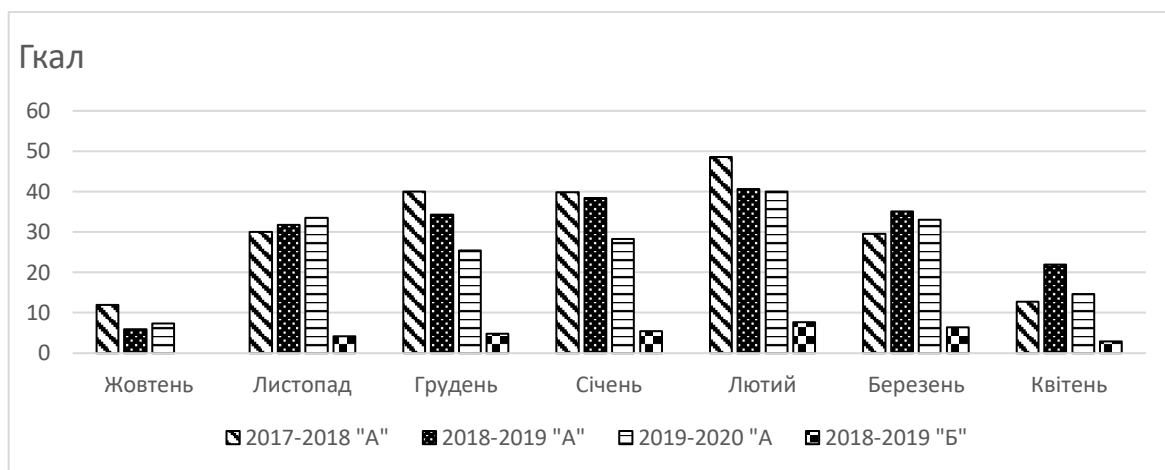


Рисунок 1.8 - Діаграма споживання теплової енергії за 2017-2019 роки в корпусі А і Б

Споживання теплової енергії будівлею здійснюється в опалювальний сезон, оскільки тепла енергія використовується лише на опалення. Найбільша частина теплової енергії споживається в зимовий період, як в найхолодніший період року. Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд навчальних закладів першої температурної зони становлять [5, табл.1]:

$$EP_{max} = 30 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}$$

Розрахована фактична величина споживання теплоти на потреби опалення для закладу за 2019 рік дорівнює 0,033 Гкал/(м³·рік) – для корпусу А, та 0,027 Гкал/(м³·рік) – для корпусу Б. Порівнявши нормовані і фактичні значення робимо висновок, що отриманий результат для корпусу А та Б знаходиться в межах норми.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Величина споживання електроенергії за 2017 – 2019 роки наведена у табл. 1.7 – 1.9 та на рис. 1.9 – 1.10.

Таблиця 1.7 – Споживання електричної енергії ОЦПО та РТМ за 2017-2019 р.р. на освітлення та електроустаткування корпусами А та Б, кВт·год

Місяць	Рік					
	2017		2018		2019	
	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б
Січень	2609	930	2246	860	2650	995
Лютий	2351	754	2615	994	2600	1015
Березень	2450	803	2480	836	2250	915
Квітень	2432	907	1950	773	2300	950
Травень	2108	498	2374	616	1690	381
Червень	2000	423	1906	477	1510	321
Липень	1680	355	1372	262	1260	268
Серпень	1200	175	940	176	930	297
Вересень	1500	260	1500	245	1090	235
Жовтень	1530	586	1700	505	2070	713
Листопад	2280	651	2308	720	2012	630
Грудень	2785	922	2535	750	2070	713
Всього	24925	7264	23926	7214	22432	7433

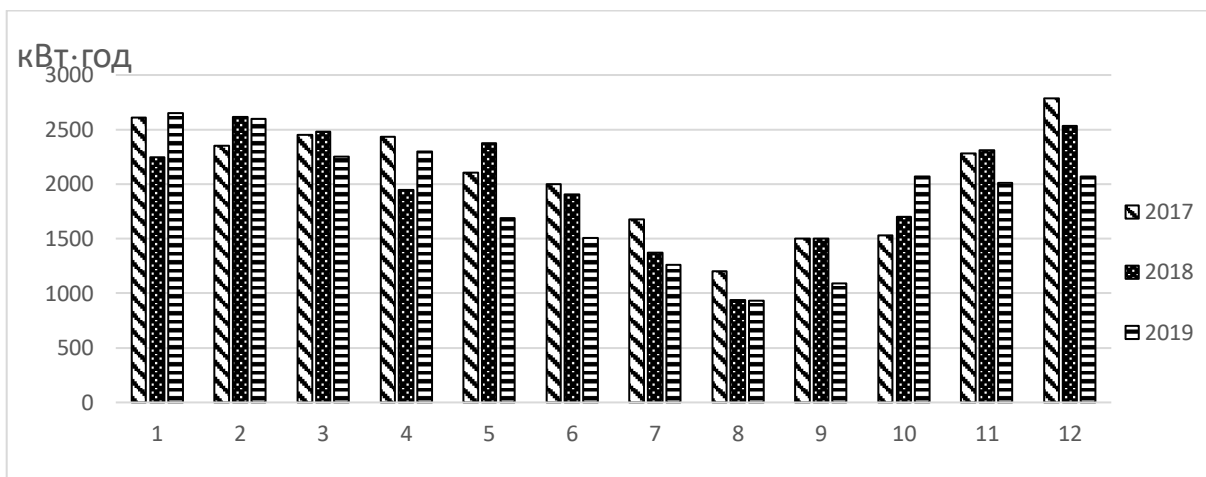


Рисунок 1.9 - Діаграма споживання електричної енергії на освітлення та електричне устаткування корпусом А за 2017-2019 роки

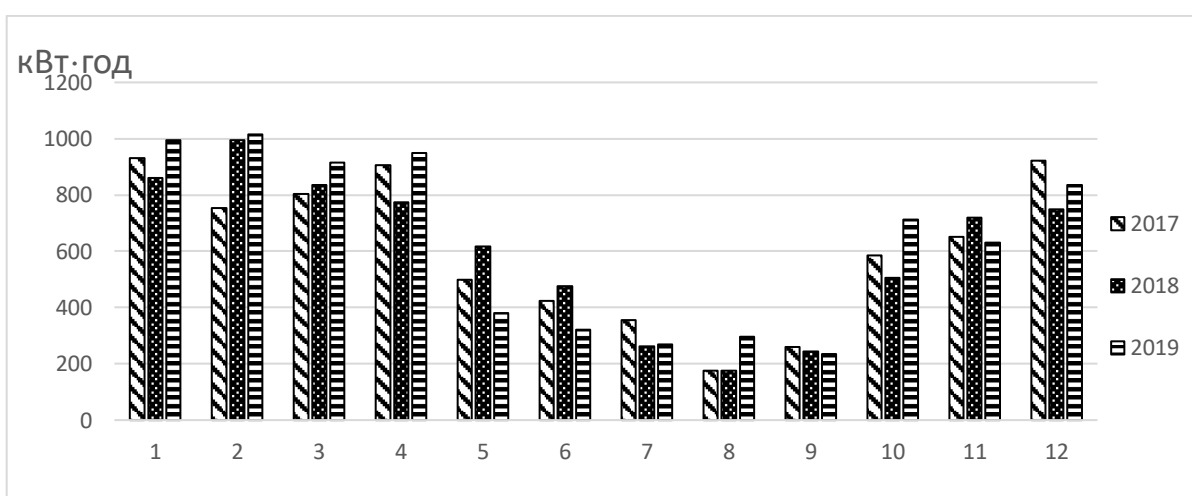


Рисунок 1.10 - Діаграма споживання електричної енергії корпусом Б за 2017-2019 роки

Проаналізувавши гістограму споживання електроенергії з рис. 1.9 та 1.10 можна побачити, що кількість спожитої електроенергії в теплому порі року менша. Це можна пояснити тим, що в літній період збільшується світловий день і, як результат, зменшується споживання електроенергії на освітлення приміщень. Також в літній період використання електричної енергії значно зменшується, тому що знижується використання комп'ютерних класів, оскільки більшість дітей відпочивають на канікулах та суттєво зменшується використання штучного освітлення. Тому в цей період споживання

електроенергії набагато менший чим взимку.

1.4.4 Аналіз обсягів споживання води

Водопостачання ОЦПО та РТМ здійснюється централізовано за Договором №2826 про водопостачання та прийом стічних вод з бюджетними організаціями від 01.04.2015 р., який складено з КП «Міськводоканал» Сумської міської ради.

В корпусі А облік споживання холодної води здійснюється за показаннями лічильника типу VM 3/5 7216721-95, встановленого у вузлі вводу корпусу. Межа вимірювань $Q_n=2,5 \text{ м}^3/\text{год}$. В корпусі Б облік споживання холодної води здійснюється за показаннями лічильника типу KB 1,5/40 466705, встановленого у вузлі вводу корпусу. Межа вимірювань $Q_n=1,5 \text{ м}^3/\text{год}$. Зняття показань з лічильників здійснюється щомісячно.

Величина споживання води ОЦПО та РТМ за 2017-2019 роки представлена у табл. 1.8 та на рис. 1.11 - 1.12.

Таблиця 1.8 – Витрата холодної води корпусами А та Б ОЦПО та РТМ за 2017-2019 р.р., м^3 .

Місяць	Рік					
	2017		2018		2019	
	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б	Корпус А	Корпус Б
1	2	3	4	5	6	7
Січень	53	10	37	2	74	13
Лютий	54	19	55	2	66	15
Березень	65	2	78	6	72	20
Квітень	76	2	80	13	75	4

Продовження табл 1.8

Травень	81	30	82	30	68	7
Червень	60	9	96	27	74	11
Липень	67	12	20	5	64	6
Серпень	76	7	28	7	25	7
Вересень	47	6	34	7	45	11
Жовтень	88	12	75	9	67	12
Листопад	90	23	81	11	68	13
Грудень	90	33	88	17	52	13
Всього	847	165	754	136	750	132

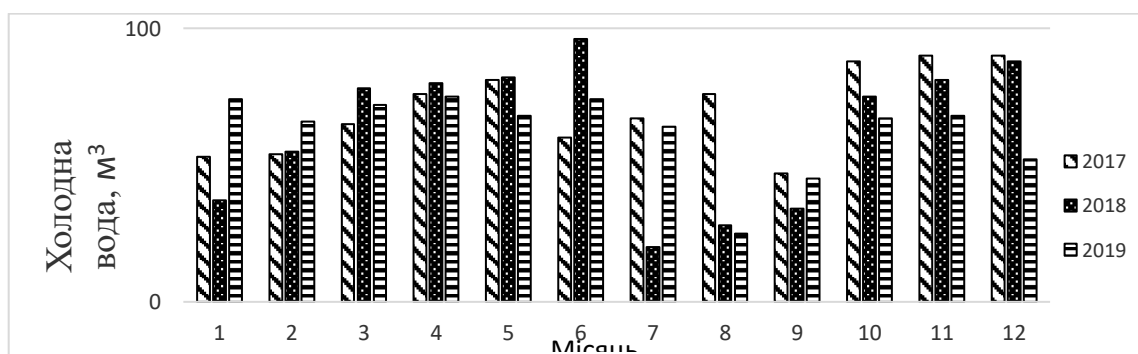


Рисунок 1.11 - Діаграма споживання холодної води за 2017-2019 роки в корпусі А

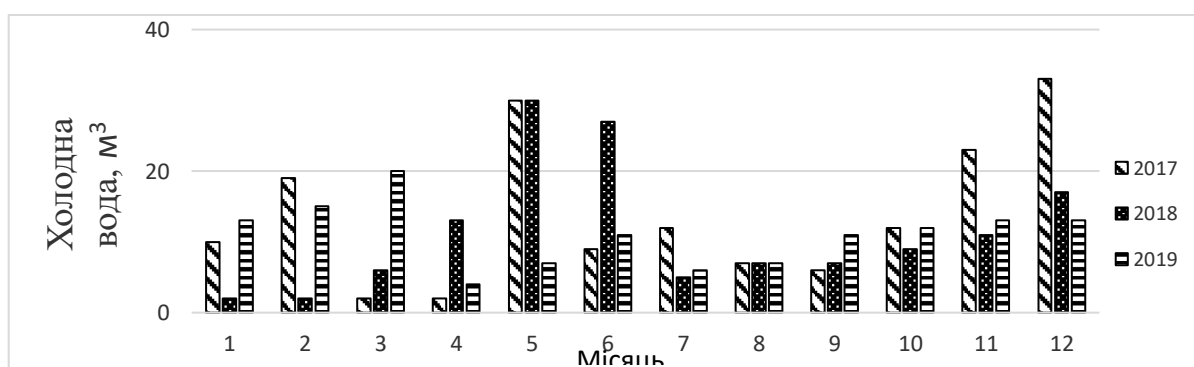


Рисунок 1.12 - Діаграма споживання холодної води за 2017-2019 роки в корпусі Б

Аналіз рис. 1.11 – 1.12 показує, що споживання води протягом років нерівномірне. На рисунку 1.11 бачимо майже рівномірне споживання води протягом року, обсяги споживання води зменшуються в період липня-вересня, це обумовлено тим що в корпусі А розміщались оздоровчі табори, в яких діти були присутні протягом цілого робочого дня, на відміну від інших місяців, коли кожна дитина, яка відвідує той чи інший гурток, знаходилась на території корпусу не більше 1-2 години, і могла взагалі не користуватися водними ресурсами.

Витрати води у будівлі залежать від графіку роботи, розкладу занять та графіку навчального процесу, кількості працівників, дітей та відвідувачів, а також від пори року. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працюючих та вихованців у будівлі визначено питомі показники витрат холодної води на одну особу на добу, які можна порівняти з нормативними величинами споживання холодної води на одну особу відповідно до [2], норма витрат холодної води навчально-виховних закладів становить 10 л на особу.

Значення фактичних питомих витрат холодної води за період 2017-2019р.р., л/особу на добу становлять:

- 2017 рік корпус А – 10,3 л/особу;
- 2017 рік корпус Б – 4,5 л/особу;
- 2018 рік корпус А – 9,2 л/особу;
- 2018 рік корпус Б – 3,7 л/особу;
- 2019 рік корпус А – 9,1 л/особу;
- 2019 рік корпус Б – 3,6 л/особу;

Порівняння норми витрат води і дійсної величини витрати води по корпусу А майже в зоні норми. А показники по корпусу Б відображають, що реальні показники являються дуже низькими для норми. Це пояснюються малими розмірами корпусу та малою кількістю осіб, і як наслідок - низьким рівнем користування водними ресурсами.

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

Для визначення пріоритетних напрямків енергозбереження, треба визначити, на які енергоресурси витрачається найбільша кількість грошей. У табл. 1.9 та на рис. 1.13 та 1.14 наведено грошові витрати на всі енергоресурси за 2019 рік. Так як тарифи змінювались на енергоресурси щомісяця протягом 2019 року, то вони представлені у табл. 1.10.

Таблиця 1.9 – Грошові витрати на енергоресурси за 2019 рік, грн

Енергоресурс	Витрати, корпус А	Витрати, %	Витрати, корпус Б	Витрати, %
Холодна вода та водовідведення	8760	2,5	1541,76	2,4
Електрична енергія	53579,28	14,3	17793,75	27,6
Теплова енергія	311259,73	83,2	45212,66	70

Таблиця 1.10 – Тарифи на енергоресурси для ОЦПО та РТМ за 2019 рік , грн

Енергоресурс	Холодна вода та водовідведення	Електроенергія	Теплоенергія
Місяць			
Січень	11,68	2,19	1 183,57
Лютий	11,68	2,33	1 321,64
Березень	11,68	2,27	1 321,64
Квітень	11,68	2,84	1 321,64
Травень	11,68	2,37	-
Червень	11,68	2,38	-
Липень	11,68	2,37	-
Серпень	11,68	2,38	-
Вересень	11,68	2,38	-
Жовтень	11,68	2,38	1 465,50
Листопад	11,68	2,39	1 465,50
Грудень	11,68	2,39	1 465,50

Аналіз кругових діаграм на рис. 1.13-1.14 показує, що в корпусі А 83 % всіх витрат на енергетичні ресурси йде на оплату послуг з теплопостачання, в корпусі Б – 70 %. Це означає, що енергозберігаючі заходи будуть спрямовані

на зменшення грошових витрат на теплову енергію та на підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів.

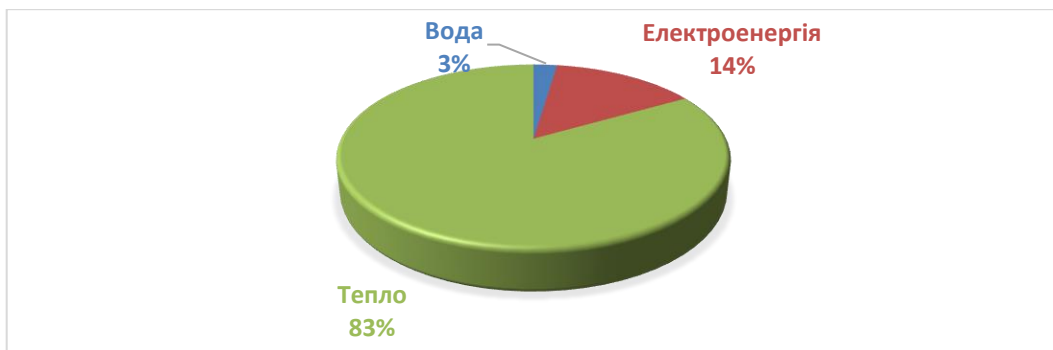


Рисунок 1.13 – Кругова діаграма грошових витрат ОЦПО та РТМ на енергоресурси корпусом А за 2019 рік

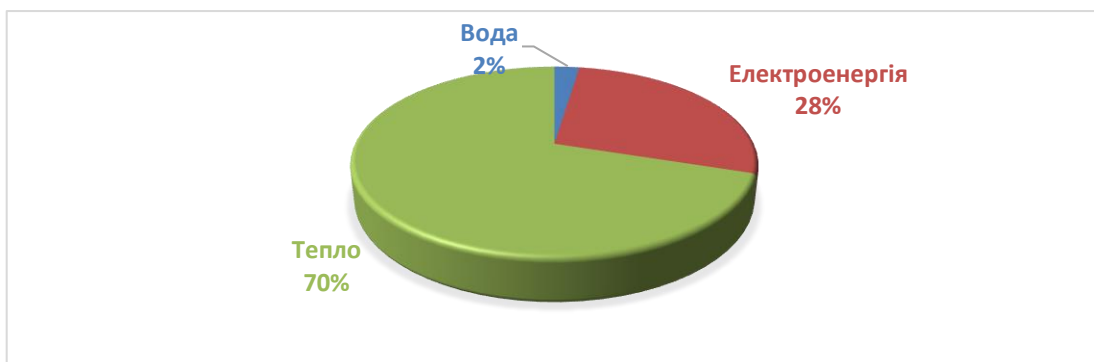


Рисунок 1.14 – Кругова діаграма грошових витрат ОЦПО та РТМ на енергоресурси корпусом Б за 2019 рік

2 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

2.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умов [3]:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}. \quad (2.1)$$

Мінімально допустиме значення $R_{q \min}$, опору теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків залежно від температурної зони експлуатації будинку згідно додатку В, табл. В.2, встановлюється згідно додатку В, табл. В.3.

Розрахункові значення теплофізичних характеристик матеріалів приймаються згідно додатку В, табл. В.4.

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, для непрозорої або прозорої вертикальної огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.2)$$

де α_6, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К), які приймаються згідно додатку В, табл. В.5;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно додатку В, табл. В.4, Вт/(м·К);

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, м²·К/Вт.

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті $R_{n\epsilon}$, (м²·°С)/Вт, визначається за формулами [4].

$$\begin{aligned} \text{I зона} - R_{n\epsilon}^I &= R_0^I + \sum R_n; \\ \text{II зона} - R_{n\epsilon}^{II} &= R_0^{II} + \sum R_n; \\ \text{III зона} - R_{n\epsilon}^{III} &= R_0^{III} + \sum R_n; \\ \text{IV зона} - R_{n\epsilon}^{IV} &= R_0^{IV} + \sum R_n, \end{aligned} \quad (2.3)$$

де R_0^I , R_0^{II} , R_0^{III} , R_0^{IV} – значення термічного опору теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті, (м²·°С)/Вт, відповідно чисельно дорівнюють 2,2; 4,3; 8,6; 14,2.

$\sum R_n$ – сума значень термічного опору теплопередачі шарів підлоги на ґрунті, (м²·°С)/Вт.

Величину $\sum R_n$ розраховують за рівнянням:

$$\sum R_n = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2.4)$$

Якщо $R_{\Sigma np} = R_{qmin}$ – конструкція огородження задовольняє теплотехнічним нормам. Якщо $R_{\Sigma np} > R_{qmin}$ – конструкція зовнішнього огородження також задовольняє теплотехнічним нормам. Якщо $R_{\Sigma np} < R_{qmin}$ – теплозахисні властивості зовнішніх огорожень незадовільні, що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі

2.1.2 Визначення видів тепловтрат будівлі

При дотриманні оптимальних умов теплового балансу приміщень будинків необхідно, щоб виконувалася в них умова рівності між тепловтратами і теплонадходженнями.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень житлової, $\Sigma Q_{втр}$ (Вт), суспільної або виробничої будівлі обчислюються за наступною формулою:

$$\Sigma Q_{втр} = \Sigma Q_0 + \Sigma Q_o + \Sigma Q_e, \quad (2.5)$$

де ΣQ_0 – сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

ΣQ_o – сумарні додаткові втрати теплоти через огорожувальні конструкції, Вт;

ΣQ_e - сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі, Q_0 (Вт), за дійсними показниками:

$$Q_0 = \frac{F_{озр}}{R_0} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \quad (2.6)$$

де $F_{озр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

R_0 – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків і зіставлення $R_{\Sigma пр}$ та R_{qmin}), м²·С/Вт;

$t_в$, $t_з$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °С.

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно додатку В, табл. В.6.

Основні тепловтрати крізь підлогу на ґрунті $Q_{ндл}$, Вт, розраховуються як

$$Q_{ндл} = \left(\frac{F_I}{R_{n2}^I} + \frac{F_{II}}{R_{n2}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{n2}^{III}} + \frac{F_{IV}}{R_{n2}^{IV}} \right) \cdot (t_в - t_{зр}), \quad (2.7)$$

де $R_{n2}^I, R_{n2}^{II}, R_{n2}^{III}, R_{n2}^{IV}$ – термічний опір теплопередачі окремих зон підлоги на ґрунті, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ (формула 2,3);

$F_I, F_{II}, F_{III}, F_{IV}$ – площі підлоги відповідно першої, другої, третьої, четвертої зони, м^2 ;

$t_в, t_{зр}$ – відповідно внутрішня температура приміщень над підлогою і температура ґрунту (для практичних розрахунків беруть температуру ґрунту $t_{зр} = +6^\circ\text{C}$).

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції, ΣQ_0 (Вт):

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{стл} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \quad (2.8)$$

де $\Sigma Q_{ст}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження, обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\Sigma Q_{стл}$ – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\Sigma Q_{вкн}$ – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, обчислені по кожному приміщенню, Вт;

$\Sigma Q_{з.д}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні двері (ворота), обчислені для приміщень у яких є вихід на зовнішню сторону будинку, Вт;

$\Sigma Q_{ндл}$ – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги, обчислені по кожному приміщенню з такими підлогами, Вт.

Додаткові втрати тепла через огороджувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів.

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків, Q_{op}^{∂} (Вт):

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \quad (2.9)$$

де Q_{cm} – тепловтрати через зовнішні стіни приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу ($\beta_{op}=0,13$).

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення, Q_{e}^{∂} (Вт), розраховуються для тих приміщень у яких висота стелі перевищує 4 м:

$$Q_{e}^{\partial} = 0,02 \cdot Q_{cm}, \quad (2.10)$$

де Q_{cm} – втрати теплоти через стіни, Вт.

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташованими на ґрунті або над холодними підвалами, Q_{ndl}^{∂} (Вт):

$$Q_{ndl}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{ndl}, \quad (2.11)$$

де Q_{ndl} – втрати теплоти через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей, $Q_{3,d}^{\partial}$ (Вт):

$$Q_{3,d}^{\partial} = Q_{3,d} \cdot \beta_{відкр}, \quad (2.12)$$

де $Q_{3,d}$ - втрати теплоти через зовнішні двері, Вт;

$\beta_{відкр}$ – коефіцієнт добавки на відкривання дверей, що має значення (для одинарних дверей $\beta_{відкр} = 4$).

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції, $\sum Q_{3,d}^{\partial}$ (Вт):

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{\partial}^{\partial} + \sum Q_{ndl}^{\partial}, \quad (2.13)$$

де $\sum Q_{op}^{\partial}$ – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

$\sum Q_{\partial}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати по висоті приміщень, Вт;

$\sum Q_{ndl}^{\partial}$ – сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи для металопластикових віконних конструкцій не розраховуються.

Розрахунок втрат тепла на вентиляцію проводиться по наступній залежності, Q_v (Вт):

$$Q_v = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_e - t_{3,p}) \cdot n_k \cdot k_v, \quad (2.14)$$

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

t_e і $t_{3,p}$ - те саме, що у формулі (2.6);

V_{II} - внутрішній об'єм приміщення, м³;

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

n_k - кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹;

k_v - коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення із-за розташування в ньому різного обладнання (приймається $k_v = 0,85 \div 1,0$).

Середня кратність повітрообміну (z_{∂}^{-1}) визначається за сумарним повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_v \cdot n_v}{24} \right) + \left(\frac{G_{inf} \cdot \eta \cdot n_{inf}}{24 \cdot \rho_c} \right) \right]}{V_v \cdot V_{II}}, \quad (2.15)$$

де L_V - кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, $\text{м}^3 / \text{год}$, і дорівнює для будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління – $4 \times F_p$;

V_V - коефіцієнт зниження об'єму повітря у приміщенні, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймаємо $V_V = 0,85$;

F_p - розрахункова площа громадських будинків, м^2 ;

n_V - кількість годин роботи механічної вентиляції або природної вентиляції протягом однієї доби, год ;

$n_{\text{инф}}$ - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом однієї доби, год ;

$G_{\text{инф}}$ - кількість повітря, що інфільтрується через огорожувальні конструкції в неробочий час, $\text{кг}/\text{год}$, приймається $G_{\text{инф}} = 0,5 \cdot V_V \cdot V_{II}$;

ρ_c - середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, $\text{кг}/\text{м}^3$;

η - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається $0,8 \div 1,0$.

Середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, ρ_c ($\text{кг}/\text{м}^3$):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_B + t_{\text{ср.оп.}})]} \quad (2.16)$$

2.1.3 Визначення видів теплонадходжень будівлі

Теплонадходження від людей, Q_L (Вт):

$$Q_{\lambda} = \beta_{инт} \cdot \beta_{од} \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{v_{\epsilon}}) \cdot (35 - t_{П}) \cdot n_{\lambda} \cdot \eta, \quad (2.17)$$

де $\beta_{инт}$ – коефіцієнт, який враховує інтенсивність роботи, що виконується людиною: для легкої роботи $\beta_{инт} = 1$; для роботи середньої важкості $\beta_{инт} = 1,07$; для важкої роботи $\beta_{инт} = 1,15$;

$\beta_{од}$ – коефіцієнт, який враховує теплозахисні властивості одягу: для легкого одягу $\beta_{од} = 1$; для звичайного одягу $\beta_{од} = 0,65$; для утепленого одягу $\beta_{од} = 0,4$;

v_{ϵ} – швидкість повітря в приміщенні: для житлових та адміністративних приміщень $v_{\epsilon} = 0,15$ м/с.

$t_{П}$ – температура приміщення, °С.

η – коефіцієнт, який враховує час знаходження людей в приміщенні,

(для обстежуваної будівлі $\eta = \frac{T_{роб}}{T} = \frac{13}{24} = 0,54$), де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, T – загальна кількість годин в добі.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування, $Q_{ел}$ (Вт):

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{П} \cdot \eta + k_{Т} \cdot k_{П} \cdot \eta) \cdot k_{с}, \quad (2.18)$$

де

$N_{ел}$ – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

$k_{П}$ – коефіцієнт завантаження (за умовами завдання $k_{П} = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{13 \cdot 30}{24 \cdot 60} = 0,27$), де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу, $t_{роб}$ – час роботи електроустаткування протягом години, T – загальна кількість годин в добі, t – загальна кількість хвилин у годині.

η – ККД електроустаткування (за умовами завдання 0,9);

$k_{Т}$ – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ($k_{Т} = 0,9$);

$k_{с}$ – коефіцієнт попиту на електроенергію (за умовами завдання $k_{с} = 0,35$).

Теплонадходження від джерел освітлення, $Q_{осв}$ (Вт):

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_{з}, \quad (2.19)$$

де,

$N_{л}$ – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення – $k_{осв} = 0,95$; люмінесцентні лапи – $k_{осв} = 0,4$);

$k_{з}$ – коефіцієнт завантаження освітлення,

$$k_{з} = \frac{T_{роб} \cdot t_{роб}}{T \cdot t} = \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 0,17,$$

де $T_{роб}$ – кількість робочих годин за добу,

$t_{роб}$ – час роботи джерел освітлення протягом години,

T – загальна кількість годин в добі,

t – загальна кількість хвилин у годині.

$n_{л}$ – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації, $Q_{рад}$ (Вт): розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації для будівель, що експлуатуються цілодобово, не проводиться. Цей вид теплонадходження враховується для будівель, що переважно у денний період доби [4]:

$$Q_{рад} = q_c \cdot F_c \cdot k_{в.п} + q_T \cdot F_T \cdot k_{в.п}, \quad (2.20)$$

де q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скла, освітленого сонцем і в тіні, Вт/м² ($q_c = 250$ Вт/м²; $q_T = 100$ Вт/м²);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м².

$k_{в.п}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу: при наполовину затіненому вікні (наприклад напіввідкриті жалюзі) $k_{в.п} = 0,5$;

Сумарні теплонадходження, $Q_{тн}$ (Вт):

$$Q_{тн} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад} \cdot \quad (2.21)$$

2.1.4 Визначення теплової потужності всієї будівлі.

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \quad (2.22)$$

де

$\Sigma Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

$\Sigma Q_{тн}$ - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

2.2 Результати розрахунку

Розрахунки проводимо для будівлі, яка знаходиться .Суми (І температурна зона), з нормальним вологісним режимом.

2.2.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій корпусу А

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q\min} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі стелі згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q\min} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі дверей згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q \min} = 0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі металопластикових вікон згідно Додатку В, табл. В.3:

$$R_{q \min} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}.$$

Приведений опір теплопередачі стін за формулою (2.2), $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,5}{0,7} = \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,008}{0,96} \right) + \frac{1}{23} = 0,924,$$

$$R_{\Sigma np} \leq R_{q \min}.$$

Приведений опір теплопередачі стелі за формулою (2.2), $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$:

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,22}{1,92} + \frac{0,15}{0,17} + \frac{0,006}{0,17} \right) + \frac{1}{23} = 1,191,$$

$$R_{\Sigma np} \leq R_{q \min}$$

Приведений опір теплопередачі однокамерних металопластикових вікон зі звичайним склом, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$:

$$R_{\Sigma np} = 0,45. \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}:$$

Приведений опір теплопередачі дверей за формулою (2.2), залізних дверей:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,003}{62} + \frac{1}{23} = 0,158 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

- металопластикових дверей:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 0,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Приведений опір теплопередачі підлоги за формулою (2.4), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

- для лінолеуму:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,0015}{0,35} = 0,19 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}:$$

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті за формулою (2.3), $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$I \text{ зона} - R_{n_z}^I = 2,2 + 0,19 = 2,39; \quad II \text{ зона} - R_{n_z}^I = 4,3 + 0,19 = 4,49;$$

$$III \text{ зона} - R_{n_z}^I = 8,6 + 0,19 = 8,79; \quad IV \text{ зона} - R_{n_z}^I = 14,2 + 0,19 = 14,39.$$

Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі А та Б представлені в додатку Д. Результати розрахунків термічного опору огорожувальних конструкцій по двом корпусам наведені у Додатку Г, табл. Г.1.

2.2.2 Приклад розрахунку тепловтрат у корпусі А

Тепловтрати через стіни за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{стін} = \frac{1086,98}{0,924} \cdot (19 + 22) = 48237,13 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через стелю за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{ст} = \frac{1039,3}{1,191} \cdot (19 + 22) = 35788,23 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через вікна за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{вкн} = \frac{388,5}{0,45} \cdot (19 + 22) = 35396,67 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу за дійсними показниками за формулою (2.6):

$$Q_{пдл} = \left(\frac{419,2}{2,39} + \frac{352,2}{4,59} + \frac{233,6}{8,79} + \frac{34,3}{14,39} \right) \cdot (19 - 6) = 3676,01 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через двері за дійсними показниками за формулою (2.4):

$$Q_{з.дв.} = \frac{4,2}{0,5} + \frac{13,5}{0,158} \cdot (19 + 22) = 3847,57 \text{ Вт}$$

Сумарні втрати теплоти через огороджувальні конструкції за формулою (2.5):

$$\sum Q_0 = 48237,13 + 35788,23 + 35396,67 + 3676,01 + 3847,57 = 126945,6 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків за формулою (2.9):

$$Q_{op}^{\circ} = 48237,13 \cdot 0,1 = 4823,71 \text{Вт}$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення за формулою (2.10):

$$Q_{\epsilon}^{\circ} = 48237,13 \cdot 0,02 = 944,744 \text{Вт}$$

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги за формулою (2.11):

$$Q_{\text{пдлг}}^{\circ} = 3676,007 \cdot 0,05 = 183 \text{Вт}$$

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей за формулою (2.12):

$$Q_{\text{з.д}}^{\circ} = 344,4 \cdot 4 = 1377,6 \text{Вт}$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожувальні конструкції за формулою (2.13):

$$\sum Q_{\circ} = 4823,71 + 944,744 + 183 + 1377,6 = 7349,86 \text{Вт}$$

Середня густина повітря, що надходить у приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, $\rho_c (\text{кг} / \text{м}^3)$ за формулою (2.16):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (19 - 1,4)]} = 1,25 .$$

Кратність повітрообміну за формулою (2.15):

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{1459,5 \cdot 4 \cdot 24}{24} \right) + \left(\frac{0,5 \cdot 0,85 \cdot 6293 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,25} \right) \right]}{0,85 \cdot 6293} = 1,41 \text{год}^{-1},$$

Додаткові тепловтрати на витяжну вентиляцію за формулою (2.14):

$$Q_6 = 0,28 \cdot 6293 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (19 + 22) \cdot 1,41 \cdot 0,85 = 113180,5 \text{Вт}$$

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщення за формулою (2.3):

$$\sum Q_{\text{втр}} = 126945,6 + 7349,86 + 113180,5 = 247476 \text{Вт}$$

Результати розрахунків по корпусах наведено у Додатку Г, табл. Г.2, Г.7.

Розподіл всіх тепловтрат корпусу А наведено на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Розподіл тепловтрат корпусу А

Розподіл всіх тепловтрат корпусу Б наведено на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Розподіл тепловтрат корпусу Б

З діаграм видно, що найбільші тепловтрати корпусу А припадають на вентиляцію, а найменші – на підлогу.

2.2.3 Приклад розрахунку теплових надходжень у корпусі А

Теплонадходження від людей за формулою (2.17):

$$Q_l = 1,07 \cdot 0,65 \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{0,15}) \cdot (35 - 19) \cdot 200 \cdot \frac{11}{24} = 6616,25 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від електроустаткування за формулою (2.18):

$$Q_{el} = 44715 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,27 = 9628,26 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення за формулою (2.19):

$$Q_{осв} = (13996 \cdot 0,4 + 1125 \cdot 0,95) \cdot \frac{6 \cdot 40}{24 \cdot 60} = 1133,42 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації за формулою (2.20):

$$Q_{rad} = 250 \cdot 194,04 \cdot 0,5 + 100 \cdot 194,46 \cdot 0,5 = 33978 Bm ,$$

Сумарні теплонадходження за формулою (2.21):

$$\Sigma Q_{mn} = 6616,25 + 9628,26 + 1133,42 + 33978 = 52534,82 Bm$$

Результати розрахунків по корпусах наведено у Додатку Г, табл. Г.4, Г.8.

Розподіл всіх теплонадходжень за корпусом А наведено на рис. 2.3.

Розподіл всіх теплонадходжень за корпусом Б наведено на рис. 2.4.



Рисунок 2.3 – Розподіл теплонадходжень в корпусі А



Рисунок 2.4 – Розподіл теплонадходжень в корпусі Б

2.2.4 Визначення теплової потужності корпусу А

$$\Delta Q_A = 247476 - 52534,82 = 194941,2 Bm$$

2.2.5 Визначення теплової потужності корпусу Б

$$\Delta Q_B = 40212,5 - 12045,4 = 28166,7 \text{ Вт}$$

Загальні результати розрахунків наведені у Додатку Г, табл. Г.5, Г.9.

Отримана тепла потужність ΔQ визначається лише за нормативними величинами мінімальних розрахункових температур зовнішнього повітря $t_{з.р}$ для відповідної температурної зони, яка дорівнює:

- для корпусу А: $\Delta Q_A = 194941,2 \text{ Вт} = 874896,1 \text{ тис. кВт} \cdot \text{год} = 752,28 \text{ Гкал}$;
- для корпусу Б: $\Delta Q_B = 28166,7 \text{ Вт} = 126411,7 \text{ тис. кВт} \cdot \text{год} = 108,71 \text{ Гкал}$.

Однак для визначення дійсного значення витрати теплоти за весь опалювальний період, необхідно отриману величину теплової потужності звести до середньої величини за середньою температурою зовнішнього повітря за весь опалювальний сезон, кВт·год:

$$Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_{\epsilon}^{cp} - t_{cp.on})}{(t_{\epsilon}^{cp} - t_{з.р})} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \quad (2.23)$$

де:

Q – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

t_{ϵ}^{cp} , $t_{з.р}$ – те саме, що у формулі (2.6).

$t_{cp.on}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря за даними гідрометеоцентру, °С.

$n_{оп}$ – тривалість опалювального періоду.

Проаналізувавши дані про середню зовнішню температуру в м. Суми за опалювальні місяці 2019 року (рис. 2.5), та підставивши в формулу (2.23) значення розрахункових за опалювальні період температур, побудовано графік зміни теплового навантаження залежно від зовнішньої температури для

корпусу А (рис. 2.6) та підрахована сумарна кількість спожитої теплової енергії, яка склала $Q_{оп} = 218,872$ Гкал. Так як в корпусі Б тепловий лічильник був установлений в 2019 році с 14 листопада ми маємо дані про споживання теплової енергії за період опалювального сезону 2019-2020 року (14.11.2019 – 9.04.2020). Так як і для корпусу А було побудовано графік зміни температури на період опалювального сезону 2019-2020 року (рис. 2.7), та підставивши в формулу (2.23) значення розрахункових даних за опалювальні період температур, побудовано графік зміни теплового навантаження залежного від зовнішньої температури для корпусу Б (рис. 2.8) та підрахована сумарна кількість спожитої теплової енергії, яка склала $Q_{оп} = 43,14$ Гкал.

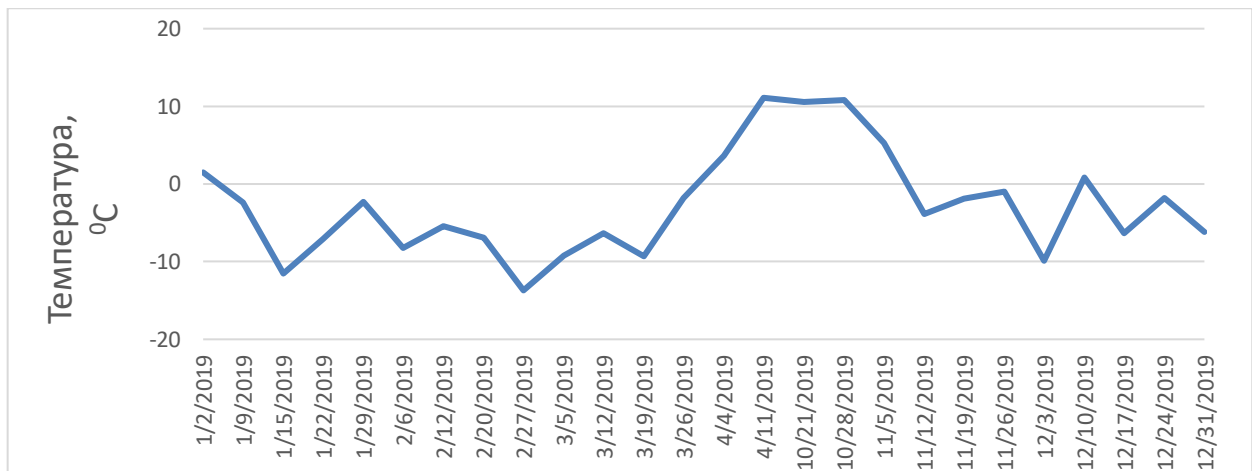


Рисунок 2.5 – Графік зміни температури зовнішнього повітря в м. Суми за 2019р. для корпусу А в опалювальний період

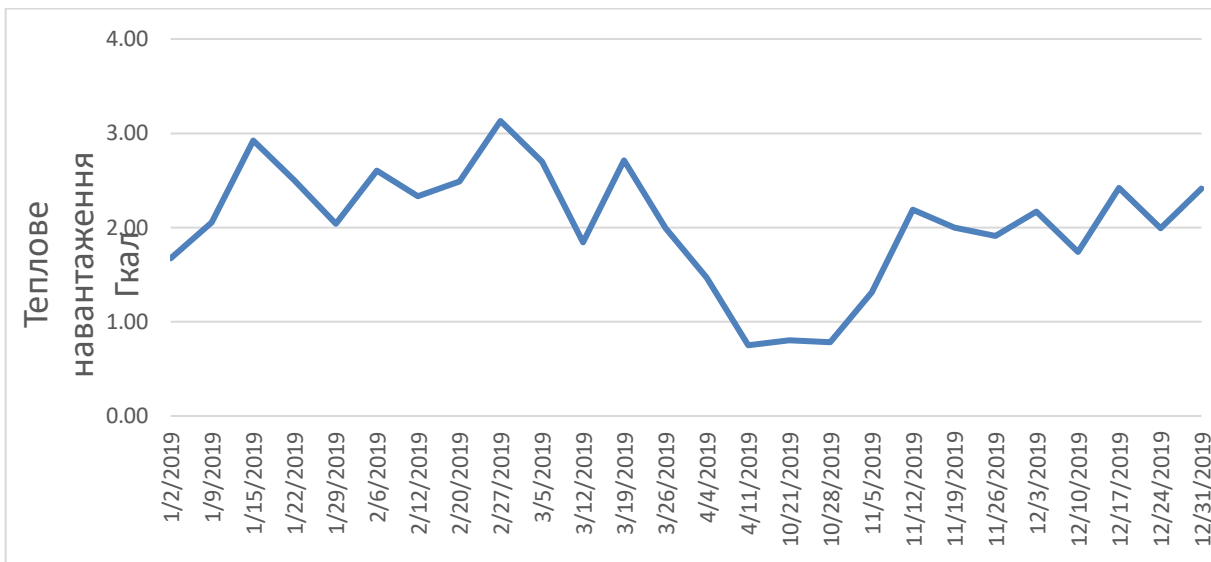


Рисунок 2.6 – Графік зміни теплового навантаження в залежності від зовнішньої температури за 2019 рік для корпусу А

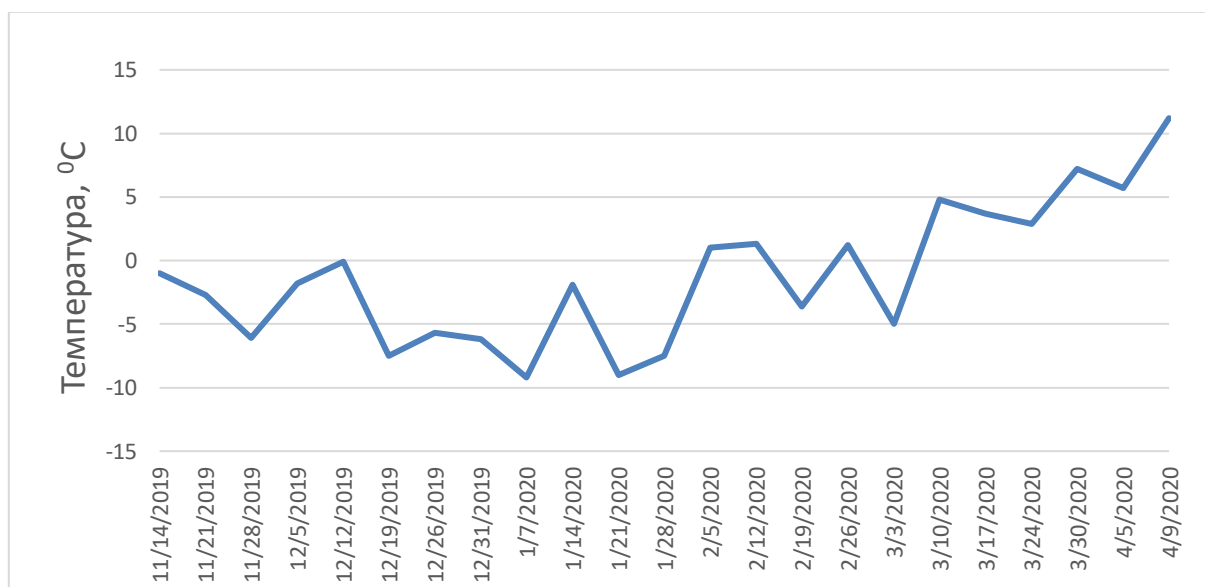


Рисунок 2.7 – Графік зміни температури зовнішнього повітря в м. Суми за 2019-2020 р. для корпусу Б в опалювальний період

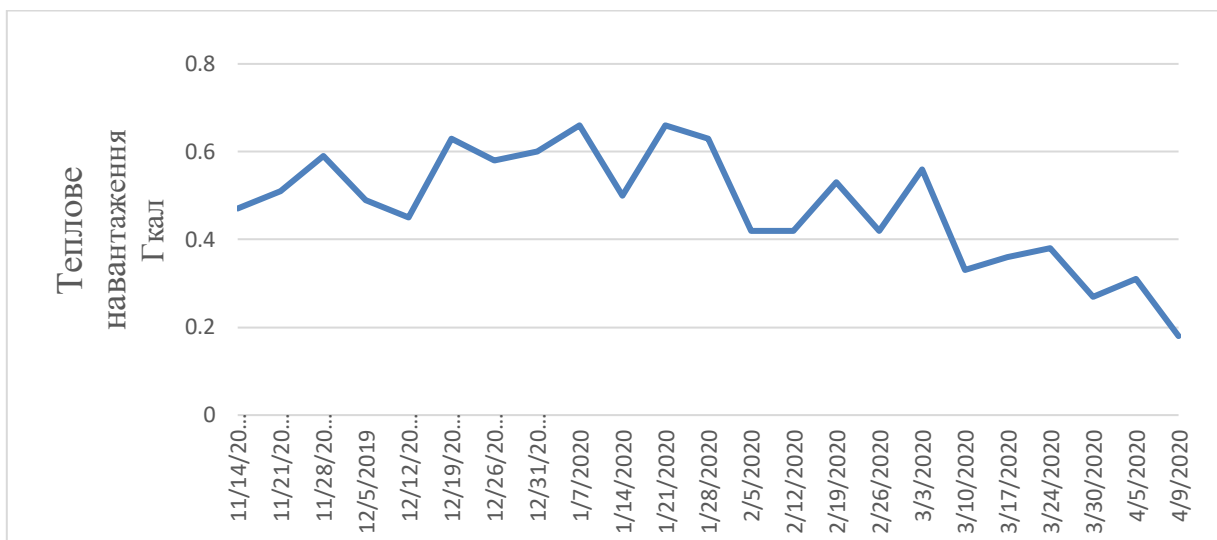


Рисунок 2.8 – Графік зміни теплового навантаження в залежності від зовнішньої температури за 2019-2020 р.для корпусу Б

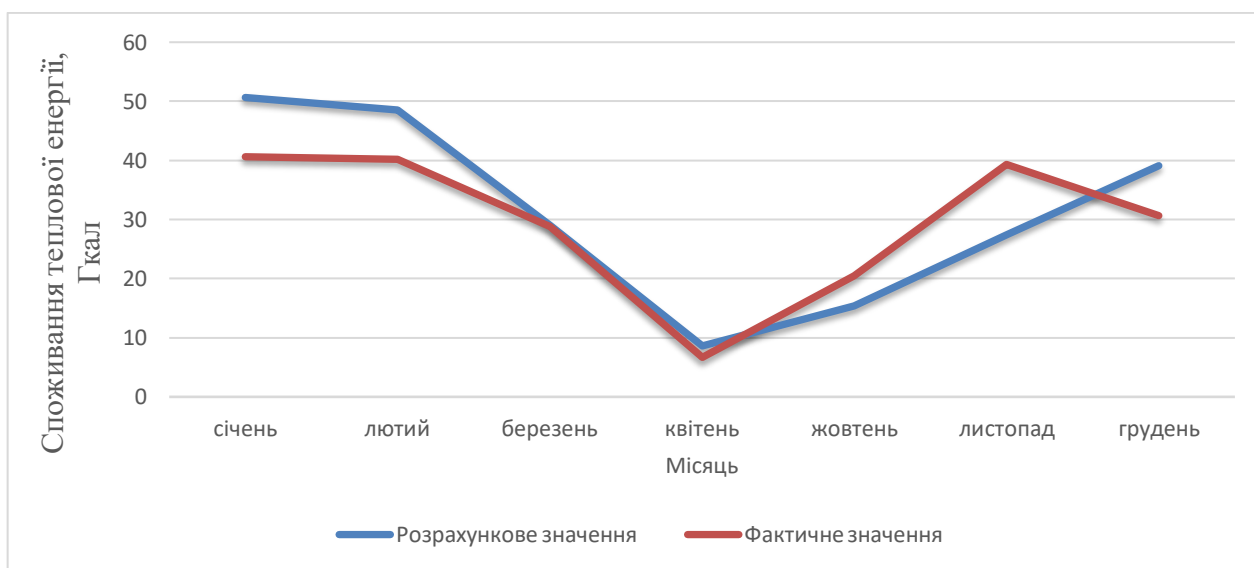


Рисунок 2.9 – Порівняльний графік спожитого фактичного та розрахункового значень теплового навантаження за 2019 рік в корпусі А

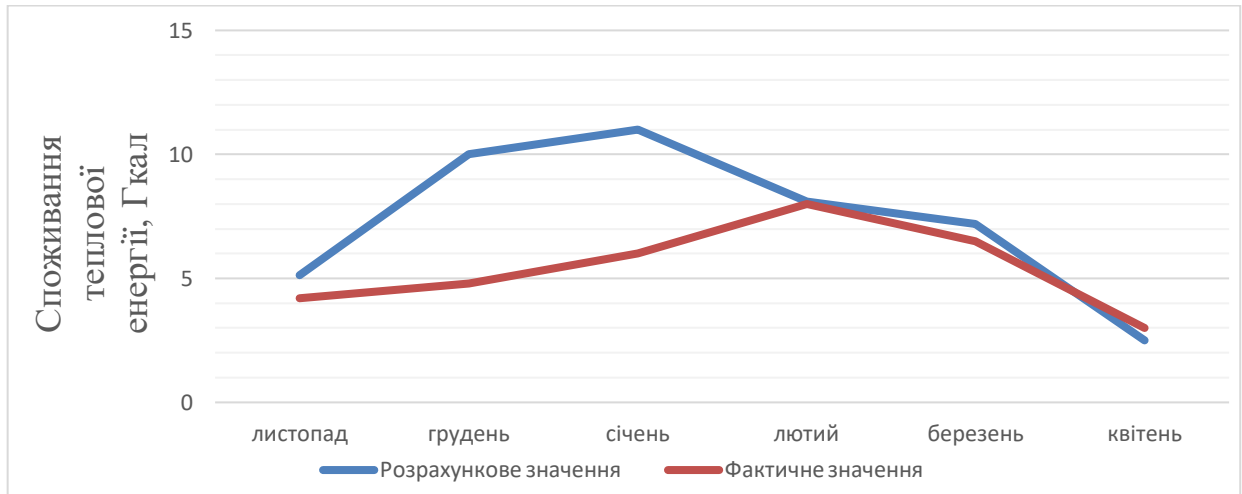


Рисунок 2.10 – Співвідношення базового теплоспоживання в корпусі Б з розрахунковим теплоспоживанням за опалювальний період 2019 – 2020 роки.

Розрахункова величина кожного місяця була зменшена на 40%, так як підвальне приміщення не опалюється.

Отже, фактична спожита тепла енергія за показами теплового лічильника в корпусі А становить 202,375 Гкал, а в корпусі Б становить 31,467 Гкал (згідно розділу 1, табл. 1.6). Знайдемо різницю між фактичною та розрахунковою спожитою тепловою енергією, %:

Для корпусу А

$$\delta Q_{оп} = \frac{218,872 - 202,375}{202,375} \cdot 100\% = 8,15 \%$$

Для корпусу Б

$$\delta Q_{оп} = \frac{43,14 - 31,467}{31,467} \cdot 100\% = 37,1 \%$$

Як висновок, можна сказати, що корпус А недотоплювався на 8% в січні, лютому та березні та перетоплювався в листопаді місяці 2019 р. А корпус Б недотоплювався аж на 37,1 % в листопаді, грудні та січні, та перетоплювався в березні за опалювальний сезон 2019-2020 року.

2.3 Розробка можливих енергозберігаючих заходів

В цьому розділі запропоновані та розраховані можливі енергозберігаючі заходи. Для розрахунку будемо використовувати дані за опалювальні місяці 2018р. (розділ 1). Дані за тепловим лічильником та тарифи за 2018 рік наведені також в розділі 1, табл. 1.11.

2.3.1 Методика розрахунку енергозберігаючих заходів

Визначення необхідної товщини теплоізолювального шару:

$$\delta_{yt} = \left[R_{q\min} - \left(\frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \times \lambda_{yt}, \quad (2.24)$$

де:

λ_{yt} – теплопровідність теплоізолювального матеріалу, Вт/(м·К);

α_b, α_3 – те саме, що у формулі (2.2);

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції у розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К);

δ_i – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м;

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

$R_{q\min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції, м²·К/Вт.

Економія витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції:

$$\Delta Q = Q^1 - Q^2, \quad (2.25)$$

де Q^1 і Q^2 – тепловтрати крізь огорожувальну конструкцію, відповідно до її утеплення і після її утеплення, кВт.

$$Q^2 = \frac{F_{огр}}{R_0} \cdot (t_г - t_з) \cdot n, \quad (2.26)$$

де:

$F_{огр}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м²;

R_0 – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків і зіставлення $R_{\Sigma пр}$ та R_{qmin}), м²·С/Вт;

$t_г, t_з$ – те саме, що у формулі (2.6)

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

Визначення річної економії теплової енергії після впровадження енергозберігаючого заходу:

$$Q^{Ек. рік} = \Delta Q \cdot \frac{(t_г - t_{ср.оп.})}{(t_г - t_з)} \cdot 24 \cdot n_{оп} \quad (2.27),$$

де $t_{ср.оп.}$ - середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря за даними гідрометеоцентру за кожний день опалювального періоду 2018 року.

Річна економія витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу:

$$\Delta E = \Delta Q^{Ек. рік} \cdot c_T, \quad (2.28),$$

де $c_T = 1600,90$ грн/Гкал - вартість 1 Гкал.

Капітальні витрати на впровадження заходу, грн.:

$$K = K_{осн} + K_{суп}, \quad (2.29),$$

де $K_{\text{осн}}$ – вартість придбання матеріалу, або обладнання, грн.;

$K_{\text{суп}}$ – вартість монтажних, електромонтажних та пусконаладжувальних робіт, грн.

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta E} \quad (2.30)$$

2.3.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін)

Аналіз балансу теплової енергії показує, що на витрати через стіни припадає 20% витрат тепла в корпусі А та 22% в корпусі Б. Оскільки стіни становлять переважну площу огорожувальних конструкцій, то через них проходить значна частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність системи опалення та витрати за спожиті енергоресурси.

Пропонується здійснити установку вентилязованого фасаду для двох корпусів. Вентилюваний фасад - це сучасна система декоративного оздоблення та захисту стін будівель від несприятливих кліматичних та інших впливів.

Вентилюваний фасад – це система, яка складається з матеріалів облицювання (касет або листових матеріалів) і несучої підоблицювальної конструкції. Матеріал облицювання кріпиться до стіни таким чином, щоб між облицюванням і фасадною стіною залишався повітряний простір, необхідний для вентиляції фасаду будівлі. Для додаткового утеплення фасаду, між стіною і облицюванням встановимо теплоізоляційний шар - в цьому випадку вентиляційний простір залишиться між облицюванням і теплоізоляцією. У зазорі між облицюванням і стіною буде вільно циркулювати повітря, яке прибирає конденсат і вологу з конструкцій [5].

Вентильований фасад має декілька переваг: відповідність сучасним вимогам дизайну; можливість комбінування різних колірних та фактурних рішень; звукоізоляція; ефективна вентиляція стін будівлі; монтаж не вимагає попереднього вирівнювання стін будівлі; стійкість до шкідливих факторів зовнішнього середовища; довговічність; екологічність; забезпечення комфортного мікроклімату в середині приміщення; легкість конструкції; мінімальний догляд у процесі експлуатації.

В якості облицювального матеріалу пропонуються профлісти. Профільований лист (профнастил, профлист) – поширений сучасний будівельний матеріал, що представляє собою металевий лист з профілем певного типу з полімерним покриттям або без нього.

Для забезпечення нормованого значення теплопередачі $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ пропонується наведений нижче теплоізоляційний матеріал.

Обраний теплоізолюючий матеріал – плити мінеральної вати Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт, для якого $\lambda_{\text{ут}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ [6].

Утеплення стін зовні мінеральною ватою має ряд переваг:

- це порівняно дешевий утеплювач з низькою теплопровідністю;
- мінеральний утеплювач володіє хорошими звукопоглинальними характеристиками;
- мінеральна вата не підтримує горіння;
- цей матеріал є паропроникним і не створює ефекту термоса, будівля «дихає»;
- мінеральну вату легко монтувати – утеплювач продається у вигляді матів або рулонів, можна вибрати найбільш зручний варіант;
- мінеральна вата не гниє, не піддається поразці грибком, мікроорганізмами та гризунами.

До недоліків мінеральної вати відноситься погіршення її теплоізолюючих характеристик при змочуванні, тому її необхідно захищати від попадання атмосферної вологи і конденсату. В плані екологічності мінеральний утеплювач не представляє ніякої небезпеки, так як виділення шкідливих

компонентів відбувається тільки при нагріванні мінеральної вати до 300 і більше градусів.

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ при $\lambda_{\text{ут}}=0,043 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ за формулою (2.26):

$$\delta_{\text{ут}} = \left[3,3 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,714 + 0,043 + 0,0008 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,041 = 0,098 \text{ м}$$

Товщина шару утеплювача однакова для обох корпусів. Дані для розрахунку економії: згідно з ДСТУ–Н Б В.1.1-27 середня температура оточуючого середовища під час опалювального періоду 2018 року який складає (162 діб, 24 години на добу) – для корпусу А становить (-3°C). Для корпусу Б ($-1,7^{\circ}\text{C}$); тривалість опалювального періоду (147 діб, 24 години на добу). Розрахункова температура у приміщеннях корпусу А – ($+19^{\circ}\text{C}$), у приміщеннях корпусу Б (крім підвалу) – ($+19,35$).

Розрахуємо опір теплопередачі огорожувальної конструкції після утеплення мінеральною кам'яною ватою товщиною 100 мм:

$$R_o = \frac{0,1}{0,041} + 0,924 = 3,36 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

Тоді для корпусу А:

$$Q_{\text{СТН}}^2 = \frac{1086,98}{3,36} \cdot (19 + 22) \cdot 1 = 13263,74 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{СТН}}^1 = 48237,17 \text{ Вт}$ – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (2.27):

$$\Delta Q_{\text{СТН}} = 48237,17 - 13263,74 = 34973,43 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (2.28):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 34973,43 \cdot \frac{(19+3)}{(19+22)} \cdot 24 \cdot 162/10^3 = 72963,1 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік} = 62,74 \text{ Гкал/рік},$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (2.39):

$$\Delta E = 62,74 \cdot 1600,90 = 100440,5 \text{ грн/рік}$$

Для корпусу Б:

$$Q_{\text{стн}}^2 = \frac{292,55}{3,36} \cdot (19,35 + 22) \cdot 1 = 3569,08 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{стн}}^1 = 13086,9 \text{ Вт}$ – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (2.26):

$$\Delta Q_{\text{стн}} = 13086,9 - 3590,08 = 9517,1 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (2.27):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 9517,1 \cdot \frac{(19,35+1,7)}{(19,35+22)} \cdot 24 \cdot 147/10^3 = 17092,67 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік} = 14,69 \text{ Гкал/рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (2.29):

$$\Delta E = 14,69 \cdot 1600,9 = 23532,73 \text{ грн/рік}$$

Згідно інформації мінераловатна плита розмірами 1200×600×100 (тобто за 0,72 м²) без вартості робіт складає 34,43 грн [7].

Основний матеріал: базальтова вата; витрата – 1510 шт. для корпусу А, 411 шт. для корпусу Б.

Допоміжні матеріали:

- грунтовка для обробки поверхонь перед нанесенням оздоблювальних, гідроізоляційних покриттів, після висихання утворює прозору плівку; витрата – 0,2 л/м²;

- пароізоляція не дає волозі, у вигляді пари, проникати в ізолюючий матеріал; витрата - 1 м²/1 м²;

- гідроізоляція не пропускає вологи; витрата – 1 м²/1 м²;

- дюбель для кріплення базальтової вати; витрата – 8 шт./м²;

- профільований лист площею 1,35 м²; витрата – 788 листів для корпусу А; 2121 листів для корпусу Б;

- профіль Z оцинкований висотою 100 мм, довжиною 120 мм, використовується як несучий елемент каркасу; витрата – 2 шт. на 1 лист профнастилу;

- кронштейни для кріплення профілю; витрата – 2 шт. на один профіль;

- шурупи для монтажу профнастилу; витрата – 8 шт./м².

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження установки вентиляваного фасаду в обидва корпуси наведена в табл. 2.1 [8].

Таблиця 2.1 - Орієнтовна загальна сума капітальних витрат

Найменування	Од. вимі- ру	К-сть для корп. А	К-сть для корп. Б	Ціна за одини- цю, грн	Всього для корп. А, грн	Всього для корп. Б, грн
1	2	3	4	5	6	7
Грунтовка Ceresit СТ-17 5 л	шт.	44	12	76,63	3371,71	919,56
Пароізоляція Silver 1,5x50 м 75 м ²	рулон	15	4	344,89	5173,45	1379,56
Профіль Z оцинкований(Z- 100-00) 0,9 мм [9]	м	1577	424	27,38	43150,88	11609,12
Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт 600x1200x100 мм	шт.	1510	411	34,43	51989,3	14150,73
ИЗОСПАН RM гідроізоляція	рулон	15	4	840	12600	3360
Дюбель з пластиковимцвяхо м 10/140 мм	шт.	5	2341	0,58	5043,1	1357,8
Кронштейни для кріплення	шт.	154	48	3,92	12355,84	3324,16
Профнастил Сталекс С-8 1200/1150 мм 0,45 мм [10]	шт.	788	212	93,48	73662,24	19817,76
Шурупи для монтажу проф.настилу Expert 3.5x25, 400 шт	уп.	22	6	248,68	5470,96	1492,08
Всього	грн				212817,4	57410,77

Тоді сума капітальних витрат на матеріали згідно табл. 2.1 для корпусу А складатиме:

$$K_{\text{осн}}=212817,48\text{грн.}$$

Вартість утеплення стін мінеральною ватою з подальшою обшивкою профлистом згідно [11] орієнтовано складає 270 грн/м². Тоді витрати на роботу становитимуть:

$$K_{\text{суп}}=270 \cdot 1086,98=293484,6 \text{ грн}$$

Звідси сумарні витрати становитимуть за формулою (2.28):

$$K=212817,48+293484,6= 506302,08 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (2.31):

$$T_{\text{ок}} = \frac{506302,08}{100440,5} = 5,04 \text{ років.}$$

Загальна сума капітальних витрат згідно табл. 3.1 для корпусу Б за формулою (2.29) складатиме:

$$K=57410,77+65 \cdot 295,75=76634,52\text{грн.}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу для корпусу Б визначимо за формулою (2.31):

$$T_{\text{ок}} = \frac{76634,52}{23532,73} = 3,3 \text{ років.}$$

2.3.3 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стелі)

Аналіз балансу теплової енергії показує, що на витрати через стелю

припадає 14 % витрат тепла в корпусі А та 18 % - в корпусі Б.

Оскільки стеля займає велику площу, то через неї проходить значна частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стелі спеціальними матеріалами здатне значно скоротити втрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та витрати за спожиту енергію.

Обраний теплоізолюючий матеріал для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ – такий, як і для зовнішніх стін: мати мінеральної вати Базальтова вата ТехноНІКОЛЬ Роклайт [8], для якого $\lambda_{\text{ут}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$.

Визначимо товщину шару теплоізоляції для обох корпусів, необхідної для забезпечення опору $4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ при $\lambda_{\text{ут}}=0,041 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ за формулою (2.25):

$$\delta_{\text{ут}} = \left[4,95 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,115 + 0,882 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,041 = 0,155 \text{ м}$$

Розрахункова температура у приміщенні корпусу А – ($+19 \text{ }^\circ\text{C}$), у приміщеннях корпусу Б – ($+19,35 \text{ }^\circ\text{C}$).

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції після термомодернізації стелі з утепленням мінераловатними матами у зазначеному порядку (пароізоляція, утеплювач, цементна стяжка із кофіцієнтом теплопровідності $\lambda=0,7 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$, гідроізоляція,).

$$R_0 = \frac{0,15}{0,041} + \frac{0,03}{0,7} + 1,191 = 4,89 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт}$$

Тоді для корпусу А:

Визначаємо тепловтрати через огорожувальну конструкцію після її утеплення за формулою (2.27):

$$Q_{\text{стл}}^2 = \frac{1039,3}{4,89} \cdot (19 + 22) \cdot 1 = 8713,97 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{СТН}}^1 = 35788,23 \text{ Вт}$ – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (2.26):

$$\Delta Q_{\text{СТЛ}} = 35788,23 - 8713,97 = 27024,26 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (2.28):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 27024,26 \cdot \frac{(19+t_{\text{ср.оп}})}{(19+22)} \cdot 24 \cdot 187/10^3 = 53324,06 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік} = 45,85 \text{ Гкал/рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (2.29):

$$\Delta E = 45,85 \cdot 829,10 = 38014,24 \text{ грн/рік}$$

Для корпусу Б:

Визначаємо тепловтрати через огорожувальну конструкцію після її утеплення за формулою (2.27):

$$Q_{\text{СТЛ}}^2 = \frac{279,33}{4,89} \cdot (19,35 + 22) \cdot 1 = 2362,023 \text{ Вт}$$

$Q_{\text{СТЛ}}^1 = 12899,28 \text{ Вт}$ – за результатами розрахунків розділу 2.

Знайдемо економію витрат теплоти після утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції за формулою (2.25):

$$\Delta Q_{\text{СТЛ}} = 12899,28 - 2362,023 = 10537,26 \text{ Вт}$$

Визначимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу за формулою (2.27):

$$Q_{\text{рік}}^{\text{Ек}} = 10537,25 \cdot \frac{(19,35+t_{\text{ср.оп}})}{(19,35+22)} \cdot 24 \cdot 187/10^3 = 21012,04 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} = \\ = 18,07 \text{ Гкал/рік}$$

Річну економію витрат на експлуатацію системи тепlopостачання після впровадження енергозберігаючого заходу визначимо за формулою (2.29):

$$\Delta E = 18,07 \cdot 1600,90 = 28928,26 \text{ грн/рік}$$

Щоб забезпечити необхідну товщину теплоізолюючого шару, необхідно накласти один на один мати товщиною 100 мм і 50 мм. Мат базальтової вати розміром 0,6×1,2 м, товщиною 100 мм без вартості робіт складає 34,43 грн, а мат товщиною 50 мм - 22,6 грн [8]. Треба 1444 шт. товщиною 100 мм і 1444 шт. товщиною 50 мм для корпусу А; 388 шт. товщиною 100 мм і 388 шт. товщиною 50 мм для корпусу Б.

Допоміжні матеріали:

- гідро- та пароізоляція; витрата – 1 м²/1 м²;
- пісок для цементно-пісчаної стяжки δ=30 мм; витрата – 36,9 кг/м²;
- цемент для цементно-пісчаної стяжки δ=30 мм; витрата – 12,3 кг/м²;
- дерев'яні стропила для каркасу даху, витрата – 0,0125 м³/м²;
- дерев'яні балки для укладання утеплювача, витрата – 0,0062 м³/м²;
- профільований лист площею 1,4 м²;
- шурупи для монтажу профнастилу; витрата 8 шт./м².

Орієнтовну загальну суму капітальних витрат знаходимо за формулою (2.27). Витрати на допоміжні матеріали наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Витрати на допоміжні матеріали

Найменування	Од. вим	К-сть для корп.А	К-сть для корп.Б	Ціна за одиницю грн	Сума для корп.А, грн	Сума для корп.Б, грн
ИЗОСПАН RM гідроізоляція, 75 м ²	рул.	14	4	840	11760	3360
Профільований лист, 1168x1200 мм, 0,45 мм	шт	743	200	74,10	55056,3	14820
Стропила дерев'яні 50x150 мм	м ³	13	5	1498	19474	7490
Балки дерев'яні 60x60 мм	м ³	6,5	2,5	1498	9737	3745
Шурупи для монтажу проф.настилу Expert 3.5x25, 400 шт	уп.	21	6	248,68	5222,28	1492,08
Пароізоляція Silver 1,5x50 м 75 м ²	рул.	14	4	344,89	4828,46	1379,56
Цемент м500 50кг	шт.	256	69	79,95	20647,2	5516,55
Пісок 50 кг	шт.	767	207	6	4602	1242
Всього	Грн				131327,2	39045,1

Тоді для корпусу А:

$$K_{\text{очн}}=1444 \cdot (34,43+22,6)+131327,24=213678,56 \text{ грн}$$

Згідно з [12] вартість монтажу покрівлі з профнастилу разом з утепленням мінеральною ватою становить 100 грн/м². Звідси:

$$K_{\text{суп}}=100 \cdot 1039,3=103930 \text{ грн}$$

Тоді капітальні витрати складуть за формулою (2.30):

$$K=213678,56+103930=317608,56 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначаємо за формулою (2.31):

$$T_{\text{ок}} = \frac{317608,56}{28928,26} = 10,97 \text{ років.}$$

Для корпусу Б:

$$K_{\text{осн}}=388 \cdot (34,43+22,6)+39045,19 =61172,83 \text{ грн}$$

$$K_{\text{суп}}=100 \cdot 279,33=27933 \text{ грн}$$

Тоді капітальні витрати складуть за формулою (2.30):

$$K=61172,83+ 27933=89105,83 \text{ грн}$$

Термін окупності енергозберігаючого заходу визначаємо за формулою (2.31):

$$T_{\text{ок}} = \frac{89105,83}{23532,73} = 3,78 \text{ років.}$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів що можуть виникати на робочому місці проектанта

Шкідливий виробничий фактор – це небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Небезпечний виробничий фактор – це небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

3.1.1 Характеристика та порівняння з нормативними показниками небезпечних факторів

Електробезпека

Високий рівень електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону може бути спричинений лабораторними та вимірювальними приладами різного призначення, персональними комп'ютерами тощо, що може спровокувати при постійному впливові стійкі функціональні зміни у центральній нервовій та серцево-судинній системах, а при тривалому впливі – підвищену стомлюваність, дратівливість, головний біль тощо.

Високий рівень електромагнітних випромінювань промислової частоти може бути спричинений будь-якими електроустановками та струмоведучими частинами промислової частоти, що може спровокувати злоякісні пухлини. Найбільш сильна дія цих полів виявляється на відстані до 30 см від екрана. Не

меншої інтенсивності досягають ці поля із задньої сторони дисплея— їхній шкідливий вплив поширюється на відстань до 1 м.

Підвищене значення напруги в електричній мережі може бути спричинене використанням електрообладнання, що може спровокувати ураження електричним струмом працівника. Понижена або підвищена температура повітря робочої зони може бути спричинена тим, що робота ПК приводить до підвищення температури в приміщенні, тому що високопродуктивна техніка працює на надвисоких частотах, що викликає сильне нагрівання елементів. Це може спровокувати перегрів або переохолодження організму працівника.

Інші небезпечні

Шкідливі хімічні речовини в повітрі робочої зони можуть бути спричинені виділенням пилу, озону, оксидів азоту й аероіонізації під час роботи за комп'ютером. В приміщеннях із ПК оператори піддаються впливу пилу, що притягається до працівника і сильно наелектризованого обладнання. Головними джерелами озону на комп'ютеризованих місцях є електронно-променеві трубки відеотерміналів та лазерні принтери. При роботі ПК виникає іонізація середовища, що приводить до фізико-хімічних змін у структурі речовин. Пил може бути вибухонебезпечним. Нижній поріг вибухонебезпечної концентрації зернового пилу в повітрі складає 40 г/м³. Оксиди азоту чинять подразливу дію на органи дихання, викликаючи кашель, блювоту, іноді головний біль. Особливу небезпеку щодо впливу на здоров'я представляє підвищена концентрація озону — високотоксичного подразнюючого газу. Озон можна виявити за запахом, або за сухістю та подразненням слизових оболонок.[13]

Шум та ультразвук

Високий рівень шуму і вібрації робочої зони може бути спричинений роботою таких елементів комп'ютерів, як жорсткий диск, вентилятори блоку живлення, охолодження мікропроцесора, швидкісні CD-ROM (DVD-ROM), механічні 41 сканери, пересувні механічні частини принтера, що може спровокувати психічні та фізіологічні порушення, що знижують працездатність і створюють передумови для загальних та професійних захворювань і виробничого травматизму.

Високий рівень інфразвуку може бути спричинений вентиляторами та іншими рухомими елементами обладнання з частотою рухів менше 20 Гц або 1200 об/хв, що може викликати нездужання типу морської хвороби, нервову втому.

Високий рівень ультразвуку може бути спричинений як супутній фактор при експлуатації технологічного і вентиляційного устаткування, що може спровокувати зсуви у стані нервової, серцево-судинної, дихальної, ендокринної системах організму, у обміні речовин та терморегуляції працівника.

Мікроклімат робочої зони

Понижена або підвищена відносна вологість повітря робочої зони може бути спричинена різною кількістю води, що випаровується у приміщенні, метрологічними умовами поза приміщенням, що може спровокувати зменшення або збільшення тепловіддачі організмом людини, що сприяє його перегріванню або переохолодженню.

Понижена або підвищена рухливість повітря робочої зони може бути спричинена нераціональними параметрами системи вентиляції або її відсутністю, що може спровокувати порушення реакції терморегуляції організму працівника.

Підвищена інтенсивність теплового випромінювання може бути спричинена теплом, яке надходить до приміщення від системи опалювання, в результаті сонячної радіації та від інших джерел, що може спровокувати перегрівання організму людини.

Виробниче освітлення

Недостатність або відсутність природного освітлення може бути спричинена відсутністю або недостатніми розмірами віконних проїм, а також наявністю конфронтуючих будинків та споруд. Відсутність або недостатність природнього освітлення ускладнює виконання роботи, може призвести до нещасного випадку і захворюванню органів зору працюючого. Недостатня освітленість робочої зони може бути спричинена відсутністю або недостатністю природного освітлення, нераціональним розташуванням світильників та ламп штучного освітлення та ін.

Недостатня освітленість може стати причиною багатьох важких і смертельних випадків на виробництві.

Пряма або відбита блискучість може бути спричинена наявністю в приміщенні блискучих поверхонь, які здатні відбивати промені світла, що може призвести до швидкої втоми органів зору працюючого. [14]

3.2 Розрахунок штучного освітлення робочої кімнати

Освітлення робочого місця нормується згідно з Державними будівельними нормами України: ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.[15]

Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300...500 лк.

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО = 1%, що не відповідає нормативному КПО.

Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 20 м², ширина якої складає 5м, довжина – 4м, висота – 3м.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \quad (3.1)$$

де, F – світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=20м²);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z =1,1);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K = 1,5$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{ст.}$) і стелі ($\rho_{стелі}$)), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{ст.} = 40\%$ і $\rho_{стелі} = 60\%$.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (3.2)$$

S – площа приміщення, $S = 20\text{м}^2$; h – розрахункова висота підвісу, $h = 2,9$ м; A – ширина приміщення, $A = 4$ м; B – довжина приміщення, $B = 5$ м.

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{20}{2,9 \cdot (4+5)} = 0,77 \quad (3.3)$$

Знаючи індекс приміщення I , за таблицею 4 ДБН В.2.5-28-2006[8] знаходимо $\eta = 0,22$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1}{0,22} = 45000 \text{ Лм} \quad (3.4)$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1, світловий потік яких $F = 4320$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{л}}, \quad (3.5)$$

де, N – кількість ламп, що визначається; F - світловий потік, $F = 45000$ Лм;
 $F_{л}$ - світловий потік лампи, $F_{л} = 4320$ Лм

$$F = \frac{4500}{432} = 11. \quad (3.6)$$

В приміщенні використовуються світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 6 світильників із 12 працюючими лампами в них. Схема розташування світильників зображена на рисунку 2.1.[16]

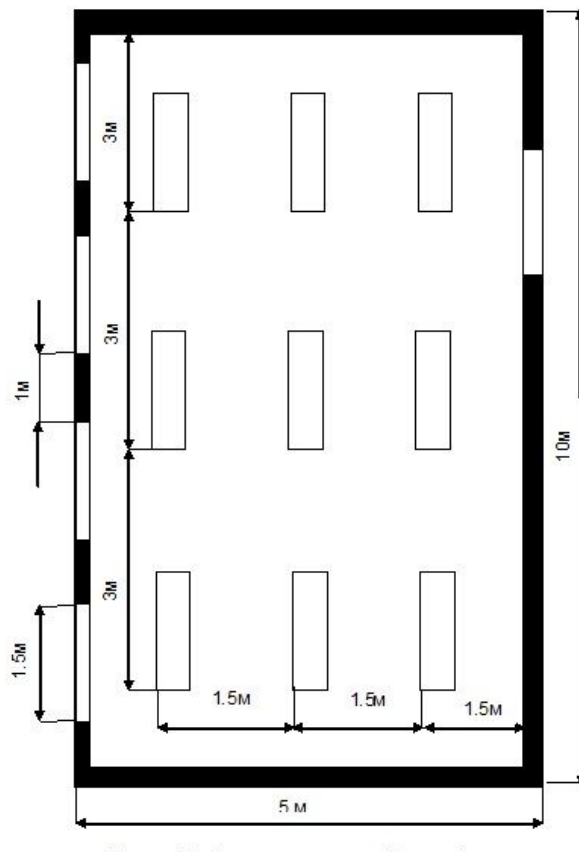


Рисунок 3.1

3.3 Дії працівників під час виникнення пожежі у приміщенні

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Пожежна небезпека — можливість виникнення та (або) розвитку пожежі в будь-якій речовині, процесі, стані. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває, якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини, то завдають чи призводять до значних матеріальних втрат. Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих факторів:

- токсичні продукти згорання;
- вогонь;
- підвищена температура середовища;
- дим;
- недостатність кисню;
- руйнування будівельних конструкцій;
- вибухи, витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі;
- паніка.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі — обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Для співробітників дуже важливо виконання елементарних правил пожежної безпеки під час перебування на робочому місці (в офісі). Адже безвідповідальне ставлення до таких, здавалося б, дрібниць, як кинутий недопалок чи залишений без нагляду електрообігрівач, може спричинити

пожежу. Часто займання відбувається через неправильне зберігання в приміщенні легкозаймистих речовин, спалах електропроводки через перевантаження електромережі, неакуратне поводження з вогнем у місцях приготування їжі.

- меблі та обладнання необхідно розміщувати таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (завширшки не менше 1 м). Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захащувати;

- електромережі, електроприлади і апаратуру експлуатувати тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та взяти необхідних заходів щодо приведення в пожежобезпечний стан;

- документи, папір та інші горючі матеріали слід зберігати на відстані не менше 1 м від електрощитів; 0,5 м від електросвітильників; 0,6 м від сповіщувачів автоматичної пожежної сигналізації та 0,15 м від приладів центрального водяного опалення.

- засоби протипожежного захисту слід утримувати у справному стані.

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

Відстань від найбільш віддаленого місця приміщення до місця розташування вогнегасника не повинна перевищувати 20 м. У службових приміщеннях не допускати:- влаштування тимчасових електромереж;

- прокладання електричних проводів безпосередньо по горючій основі;

-експлуатація електроприладів, які мають механічні пошкодження;

-захащування підступів до засобів пожежогасіння;

-куріння, використання легкозаймистих рідин;

- проведення вогневих, зварювальних та інших робіт без спеціального дозволу;

- вмикання електронагрівальних приладів (чайників, кип'ятильників тощо) без негорючих підставок та в тих місцях, де їх використання не передбачено (або заборонено);

- захаращування шляхів евакуації та евакуаційних виходів.

Адміністрація повинна зобов'язати відповідального за протипожежний стан службових приміщень після закінчення роботи:

- оглядати приміщення, переконуватись у відсутності порушень, що можуть призвести до пожежі;

- перевіряти, щоб скрізь було вимкнене освітлення, електроживлення приладів та обладнання (за винятком електрообладнання, яке за вимогами технології повинно працювати цілодобово).

У разі, якщо пожежі не вдалось уникнути, необхідно:

- терміново повідомити пожежну охорону по телефону 101, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище;

- організувати евакуацію людей та матеріальних цінностей;

- повідомити про виникнення пожежі адміністрацію та чергового (за його наявності);

- вимкнути, у разі необхідності, струмоприймачі та вентиляцію;

- розпочати гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння;

- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони й надати їм консультаційну та іншу допомогу в процесі гасіння пожежі.[17]

ВИСНОВКИ

В даній роботі було проаналізовано споживання енергетичних ресурсів будівлі комунального закладу Сумської обласної ради – обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю, яка складається з корпусів А та Б. Було проведено візуальне обстеження та економічні-математичні розрахунки систем опалення і ознайомлення з проектною документацією по об'єкту.

Аналіз показав, що фактичні показники споживання корпусів А та Б знаходяться в межах нормованих значень. Під час обстеження будівлі за результатами вимірювань та розрахунків виявлено основні тепловтрати через огороджувальні конструкції та витяжну вентиляцію, що є причиною значної енергоємності систем опалення.

Техніко-економічний аналіз показав, що найбільше коштів закладу витрачається на оплату за послуги з тепlopостачання. Це стало поштовхом для розроблення енергозберігаючих заходів, орієнтованих на заощадження теплової енергії.

Була розрахована тепла потужність обох корпусів при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для І зони – (-22°C), яка становить 194,4 кВт та 28,2 кВт для корпусу А та Б відповідно.

При візуальному обстеженні було встановлено, що монтаж металопластикових вікон здійснений недостатньо якісно, тому для зменшення теплових втрат через віконні конструкції рекомендується повторно здійснити герметизацію віконних швів між стіною і рамою за допомогою монтажною піни. Для захисту монтажною піни від атмосферних дій шви необхідно заповнити захисним герметиком на глибину 5-7 мм з послідуєчим покриттям герметиком цементно-пісчаним розчином.

Для заощадження теплової енергії і коштів були запропоновані енергозберігаючі заходи:

- установка вентиляованого фасаду з утепленням базальтовою ватою: капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі А – 506302,08 грн., економія – 100140,5 грн., простий термін окупності – 5,04 року; капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі Б – 76634,32 грн., економія – 23532,73 грн., простий термін окупності – 3,3 року;
- утеплення плити перекриття та заміна покрівлі даху на профнастил: капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі А – 317608,56 грн., економія – 28,928,26 грн., простий термін окупності – 10,98 років; капітальні затрати на впровадження заходу в корпусі Б – 89105,83 грн., економія – 23532,73 грн., простий термін окупності – 3,78 року;;

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ОЦПО та РТМ [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://ocpo.sumy.ua/golovna/pro-zaklad.html>
2. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Строительные нормы и правила. – Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 4 октября 1985 г. № 189. Введ. 01.07.1986 г. – 70 с.
3. ДБН В2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – На заміну СНиП II-3-79. Введ. 09.09.2006 р. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.
4. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
5. Чесанов Л. Г., Внутренняя среда помещений: эколого-гигиенические аспекты/Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь, А. И. Кораблева и др.– Днепропетровск, 2001. – 164 с.
6. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р.
7. Строительные материалы [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://fasad.ua/>
8. Базальтова вата Техноніколь Роклайт [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу. <http://stroim-dom.com.ua/ua/company-prais/bazaltovaya-vata-tekhnonikol-roklayt-600-1200-100-mm-2-88-m2-wikibud-506097>
9. Строительные материалы в Украине [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <http://prom.ua/Stroitelnye-materialy>

10. Профиль Z оцинкованный усиленный [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://prom.ua/p421541584-profil-obraznyj-usilennyj.html>
11. Профнастил Сталекс [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані.- Режим доступу: <https://ibud.ua/ru/c472-fasadnye-raboty>
12. Утепление фасада минеральной ватой [Електронний ресурс] - Електронні текстові дані. - Режим доступу: <https://ibud.ua/ru/c472-fasadnye-raboty>
13. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів у виробничому приміщенні[електронний ресурс] Режим посилання: <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/0DB0499B-8780-4C5F-97DA-D433F24A0435.pdf>
14. ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.
15. ДБН В.2.5-28-2006 Таблица 4
16. Розрахунок освітленості виробничого приміщення [електронний ресурс] Режим посилання: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/80.html
17. Заходи пожежної безпеки у службових приміщеннях [електронний ресурс] Режим посилання: <https://city-adm.lviv.ua/lmr/socialni-iniciativi/2097-zakhody-pozhezhnoi-bezpeky-u-sluzhbovykh-prymishchenniakh-ofisakh>
18. Літвін Є.І., Хованський С.О. Енергетичне обстеження будівлі КЗ СОР «Сумський обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю» . Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма 7 Всеукраїнської науково-технологічної конференції (м.Суми, 21-24 квітня 2020 р.) : тези доповідей. Суми : Сумський державний університет, 2020. С. 321.

ДОДАТОК А

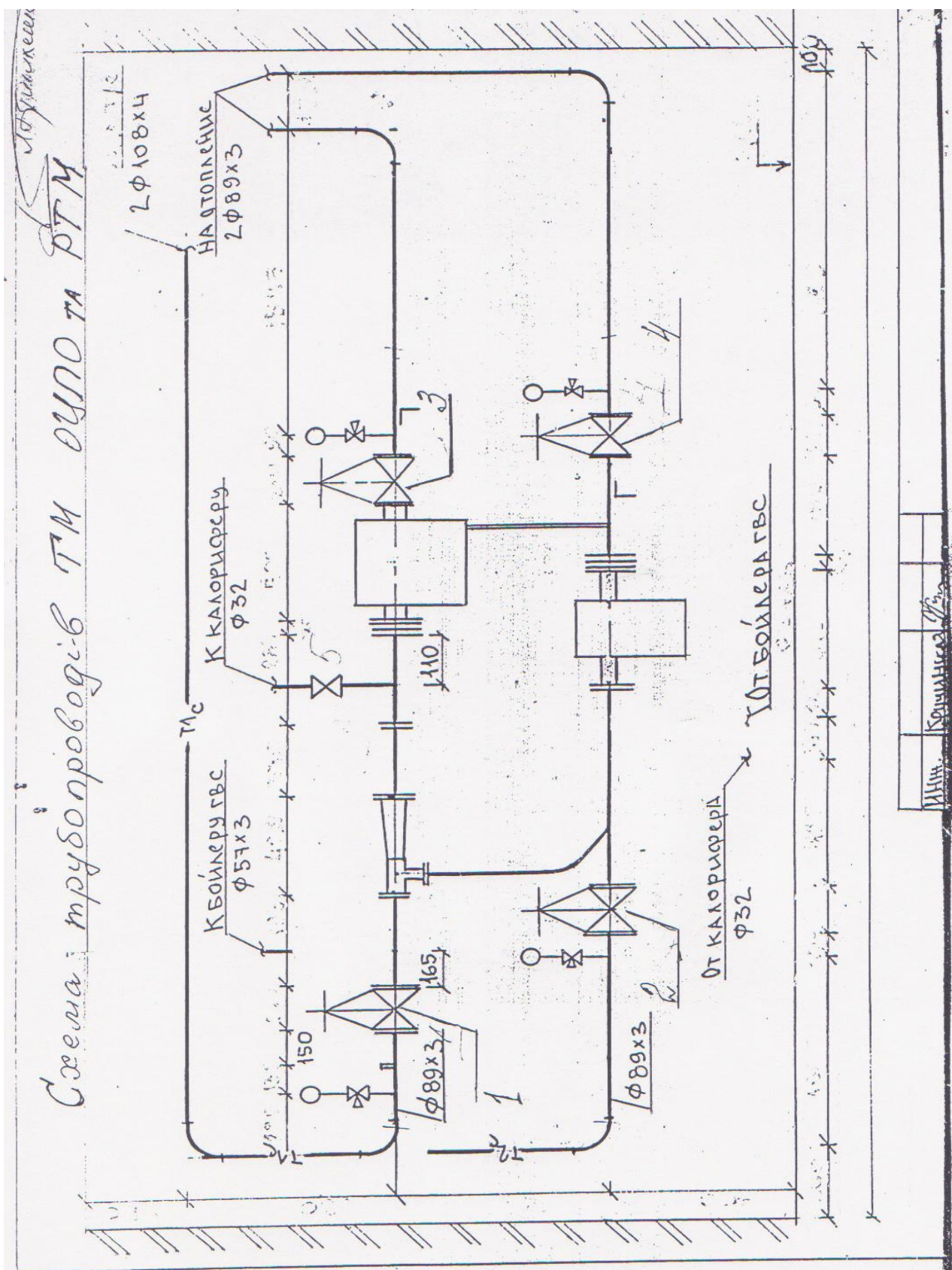
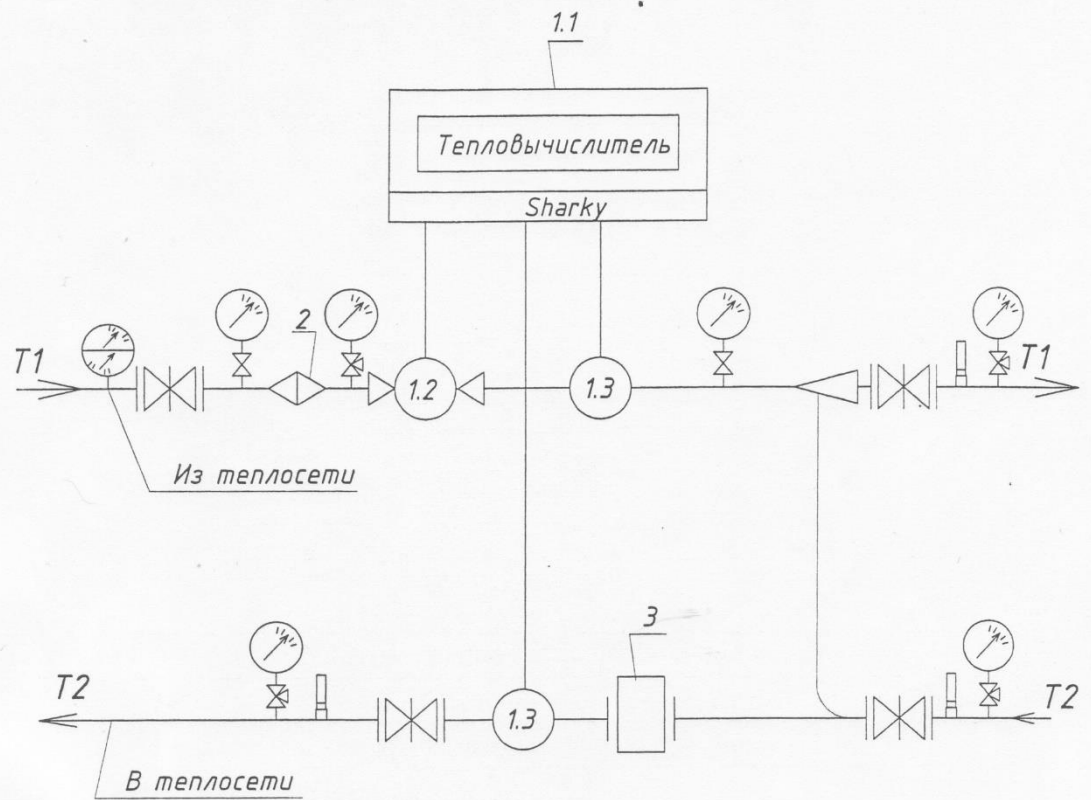


Рисунок А.1 – Схема теплового вузла в корпусі А

Функциональная схема

Корпус Б



Спецификация оборудования

№	Наименование	Кол.	Марка	Примечание
1.1	Тепловычислитель	1	Sharky	
1.2	Расходомер ДУ 32	1		
1.3	Термодатчик с приварным карманом	2	Pt 500	
2	Фильтр Ду 50	1	F 55/50	
3	Грязевик Ду 50			

Взамен инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм	Кол.	Лист № док.	Подпись	Дата

11.18-1-УУТЭ

Лист

11.

Рисунок А.2 – Схема теплового узла в корпусе Б

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Основне електроспоживаюче обладнання корпусу А

Найменування	Кількість	Потужність, кВт	Загальна потужність
Комп'ютер	55	0,15	8,25
Холодильник	3	0,6	1,8
Кондиціонер	1	0,9	0,9
Проектор	4	0,17	0,68
Телевізор	1	0,07	0,07
Принтер	20	0,1	2
Сканер	5	0,02	0,1
Ксерокс	1	0,3	0,3
Роутер	5	0,005	0,025
Електрочайник	15	1,1	16,5
Обігрівач UFO	1	1,8	1,8
Музичні колонки (маленькі)	7	0,08	0,56
Музичні колонки (середні)	4	0,2	0,8
Музичні колонки (великі)	4	0,4	1,6
Музичний центр	4	0,14	0,56
Резограф	1	0,5	0,5
Посилювач звуку	1	0,3	0,3
Мікрохвильова піч	1	1,1	1,1
Нагрівач води для акваріуму	1	0,25	0,25
Вентилятор	3	0,07	0,21
Кварцева лампа	3	0,015	0,03
Магнітофон	3	0,06	0,18
Настільний фрезерний станок	1	0,6	0,6
Станок свердлильний	2	0,5	1
Станок токарний по дереву	3	1,2	3,6
Паяльник	1	0,5	0,5
Шліфувальний станок по дереву	1	0,5	0,5

Таблиця Б.2 – Основне електроспоживаюче обладнання корпусу Б

Найменування	Кількість	Потужність, кВт	Загальна потужність
Комп'ютер	3	0,15	0,45
Холодильник	1	0,6	0,6
Проектор	1	0,17	0,17
Телевізор	3	0,07	0,21
Принтер	2	0,1	0,2
Електрочайник	4	1,1	4,4
Музичні колонки (маленькі)	3	0,08	0,24
Мікрохвильова піч	1	1,1	1,1
Праска	1	1,3	1,3
Швейна машинка	1	0,07	0,07
Мультиварка	1	0,7	0,7
Станок свердильний	1	1,5	1,5

ДОДАТОК В

Табличні дані до розрахунку

Таблиця В.1 - Кількість градусо-днів опалювального періоду D_d за температурними зонами України

Вологісний режим приміщень	Умови експлуатації
Сухий	А
Нормальний	Б
Вологий	Б
Мокрий	Б

Примітка. Матеріали внутрішніх конструкцій будинків із нормальним режимом експлуатації розраховуються для умов експлуатації А.

Таблиця В.2 - Кількість градусо-днів опалювального періоду D_d за температурними зонами України

Температурна зона	Кількість градусо-днів	Регіони температурної зони
I	більше 3501 градусо-днів	Вінницька область; Донецька область; Житомирська область; Київська область; Кіровоградська область; Луганська область; Полтавська область; Рівненська область; Сумська область; Тернопільська область; Харківська область; Хмельницька область; Черкаська область; Чернігівська область; Дніпропетровська область; Івано-Франківська область; Луцька область; Львівська область; Чернівецька область
II	менше ніж 3500 градусо-днів	Запорізька область; Миколаївська область; Одеська область; Ужгородська область; Херсонська область; Сімферополь.

Таблиця В.3 - Мінімум допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків, R_{qmin} , м²·К/Вт (ДБН В.2.6-31:2006 зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року)

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} для температурної зони	
		I	II
1	2	3	4
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Покриття (дах) й перекриття неопалювальних горищ	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,65	0,6

Таблиця В.4 - Значення розрахункових теплофізичних характеристик

Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
	густина, ρ_0 , кг/м ³	питома теплоєм ність, c_0 , кДж/кг К	теплопровідність, λ_p , Вт/(м К)		коефіцієнт теплотасвоєн ня, s , Вт/(м ² К)		
			А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	
3. Матеріали конструкційні							
3.1 Бетони конструкційні							
81	Залізобетон	2500	0,84	1,92	2,04	17,98	18,95
82	Бетон на гравію або щебені з природного каменю	2400	0,84	1,74	1,86	16,77	17,88
3.2 Розчини будівельні							
83	Розчин цементно-піщаний	1600	0,84	0,70	0,81	8,69	9,76
3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою							
90	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,96	1,1	11,63	12,55
3.4 Кладка цегляна з повнолітньої цегли							
91	Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,70	0,81	9,2	10,12
3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні та покриття полімерні для підлог							
100	Руберойд, пергамін	600	1,68	0,17	0,17	3,53	3,53
102	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	1,47	0,23	0,23	5,87	5,87

Таблиця В.5 - Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої, α_6 , та зовнішньої, α_3 , поверхонь огорожувальних конструкцій

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² К)	
	α_6	α_3
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер $h/b \leq 0,3$ $h/b > 0,3$	8,7	23
	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів	8,7	12
Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи	8,0	23
Зенітні ліхтарі	9,9	23

Таблиця В.6 - Коефіцієнт n , прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій стосовно зовнішнього повітря (СНиП II-3-79* Строительная теплотехника)

Огорожуючі конструкції	Коефіцієнт n
1. Зовнішні стіни і покриття (у тому числі вентиляовані зовнішнім повітрям), перекриття горищні (з покрівлею зі штучних матеріалів) і над проїздами; перекриття над холодними (без огорожуючих стінок) підвалами в Північній будівельно-кліматичній зоні	1
2. Перекриття над холодними підвалами, що контактують із зовнішнім повітрям; перекриття горищні (з покрівлею з рулонних матеріалів); перекриття над холодними (з огорожуючими стінками) підвалами і холодними поверхами в Північній будівельно-кліматичній зоні	0,9
3. Перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах	0,75
4. Перекриття над неопалюваними підвалами без світлових прорізів у стінах, розташовані вище рівня землі	0,6
5. Перекриття над неопалюваними технічними підвалами, розташованими нижче рівня землі	0,4

Таблиця В.7 - Допустимі значення повітропроникності огорожувальних конструкцій, G_n

Вид огорожувальної конструкції	Значення G_n
Зовнішні непрозорі конструкції житлових і громадських будинків	0,5 кг/(м ² · год)
Зовнішні непрозорі конструкції промислових будинків	1,0 кг/(м ² · год)
Стики між елементами (панелями) непрозорих конструкцій житлових і громадських будинків	0,5 кг/(м · год)
Стики між елементами (панелями) непрозорих конструкцій промислових будинків	1,0 кг/(м · год)
Світлопрозорі конструкції житлових та громадських будинків, виробничих будинків із кондиціонуванням приміщень	6,0 кг/(м ² · год)
Світлопрозорі конструкції промислових будинків	10,0 кг/(м ² · год)
Вхідні двері до квартир	1,5 кг/(м ² · год)

Таблиця В.8 – Розрахункові температури зовнішнього повітря (ДБН В.2.6-31:2006)

Температурна зона	I	II
Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{z,p}$ °С	мінус 22	мінус 19

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 - Результати розрахунків термічного опору огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Допустиме значення опору теплопередачі $R_{q\ min}$, $m^2 \cdot K/W$	Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/W$
Зовнішня стіна: -основна будівля корпусу А -1 прибудова корпусу Б -2 прибудова корпусу Б -підвал корпусу Б	3,3	0,924 0,924 0,924 0,916
Стеля: -корпус А -1 прибудова корпусу Б -2 прибудова корпусу Б -підвал корпусу Б	4,95	1,191 1,201 1,201 -
Двері: - залізні; - металопластикові	0,5	0,158 0,5
Вікна: - металопластикові	0,75	0,45
Підлога: - лінолеум; - керамічна плитка.	3,75	0,190 0,194

Таблиця Г.2 – Результати розрахунку основних видів тепловтрат в корпусі А

Назва приміщення	Зовнішні стіни		Стеля		Підлога				
	$F_{ст}$, m^2	$Q_{ст}$, Вт	$F_{стл}$, m^2	$Q_{стл}$, Вт	F_I , m^2	F_{II} , m^2	F_{III} , m^2	F_{IV} , m^2	$Q_{под}$, Вт
Корпус А	1086,98	48237,17	1039,3	35788,23	419,2	352,2	233,6	34,3	3676,01
Назва приміщення	Вікна		Двері		ΣQ_0 , Вт				
	$F_{вкн}$, m^2	$Q_{вкн}$, Вт	$F_{з.дв.}$, m^2	$Q_{з.дв.}$, Вт					
Корпус А	388,5	35396,67	17,7	3847,57	126945,6				

Таблиця Г.3 – Результати розрахунку додаткових видів тепловтрат та сума всіх тепловтрат в корпусі А

Назва приміщення	За орієнтацію	По висоті	Крізь підлогу	На відкриття зовн.дверей	Поточна сума втрат	Витяжна вентиляція	Сума всіх тепловтрат
	$\Sigma Q_{в.}$, Вт	$\Sigma Q_{под}$, Вт	$\Sigma Q_{д.}$, Вт	$\Sigma Q_{з.д.}$, Вт	$Q_{вкн}^{inf}$, Вт	$\Sigma Q_{в.в.}$, Вт	$\Sigma Q_{втр}$, Вт
Корпус А	4823,72	964,74	183,8	1377,6	7349,86	113180,5	247476

Таблиця Г.4 – Результати розрахунку теплонадходжень в корпусі А

Назва приміщення	Від людей	Від ел. обладн.	Від джерел освітлення	Від сонячної радіації	Сумарні теплонадходження
	$Q_{л}$, Вт	$Q_{ел}$, Вт	$Q_{осв}$, Вт	Q_c , Вт	$\Sigma Q_{тн}$, Вт
Корпус А	7795,15	9628,257	1133,416	33978	52534,82

Таблиця Г.5 – Результати розрахунку теплової потужності корпусу А

Назва приміщення	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{втр}$, Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{тн}$, Вт	Величина теплової потужності ΔQ , Вт
Корпус А	247476	52534,82	194941,2

Таблиця Г.6 – Результати розрахунку основних видів тепловтрат в корпусі Б

Назва приміщення	Зовнішні стіни		Стеля		Підлога				
	$F_{ст},$ м ²	$Q_{ст},$ Вт	$F_{стл},$ м ²	$Q_{стл},$ Вт	$F_I,$ м ²	$F_{II},$ м ²	$F_{III},$ м ²	$F_{IV},$ м ²	$Q_{под},$ Вт
1 прибудова	137,72	6215,978	124,5	4321,73	72,8	40,8	8,8	-	554,63
2 прибудова	154,83	6870,93	251,32	8577,55	-	-	-	-	-
підвал	173,16	2836,94	-	-	117,2	85,2	53,2	6,8	1116,41
ВСЬОГО	-	15923,85	-	12899,28	-	-	-	-	1671,04
Назва приміщення	Вікна		Двері		Сумарні тепловтрати огорожувальних конструкцій				
	$F_{вкн},$ м ²	$Q_{вкн},$ Вт	$F_{з.дв.},$ м ²	$Q_{з.дв.},$ Вт	$\Sigma Q_0,$ Вт				
1 прибудова	17,92	1660,59	4,2	1108,48	13861,4				
2 прибудова	4352	3965,15	11,57	3002,34	22415,98				
Підвал	-	-	-	-	3953,35				
ВСЬОГО	-	5625,74	-	4110,82	40230,73				

Таблиця Г.7 – Результати розрахунку додаткових видів тепловтрат та сума всіх тепловтрат в корпусі Б

Назва приміщення корпусу Б	На орієнтацію	По висоті	Крізь підлогу	На відкриття зовн.дверей	Поточна сума втрат	Витяжна вентиляція	Сума всіх тепловтрат
	$\Sigma Q_{в.},$ Вт	$\Sigma Q_{под}$ Вт	$\Sigma Q_0,$ Вт	$\Sigma Q_{з.д.},$ Вт	$Q_{вкн}^{пф},$ Вт	$\Sigma Q_{в.в.},$ Вт	$\Sigma Q_{втр.},$ Вт
1 прибудова	621,6	124,32	27,73	4433,92	5207,57	3694,41	22763,39
2 прибудова	687,09	137,42	0	5522,02	6346,54	11428,95	40191,46
підвал	0	56,74	55,82	0	112,56	0	4065,914
ВСЬОГО	1308,69	318,48	83,55	9955,94	11683,71	19881,16	67020,76

Таблиця Г.8 – Результати розрахунку теплонадходжень в корпусі Б

Назва приміщення корпусу Б	Від людей	Від ел. обладн.	Від джерел освітлення	Від сонячної радіації	Сума
	$Q_{л.},$ Вт	$Q_{ел.},$ Вт	$Q_{осв.},$ Вт	$Q_{с.},$ Вт	$\Sigma Q_{тн.},$ Вт
1 прибудова	751,27	708,42	53,86	1664	3177,55
2 прибудова	2356,94	1111,1	169,18	13083	16720,2
підвал	171,86	0	6,8	0	178,66
ВСЬОГО	3280,07	1819,52	229,84	14747	20076,41

Таблиця Г.9 – Результати розрахунку теплової потужності корпусу Б

Результати розрахунку теплової потужності за нормативними показниками			
Назва приміщення корпусу Б	Сумарна величина тепловтрат $\Sigma Q_{втр.},$ Вт	Сумарна величина теплонадходжень $\Sigma Q_{тн.},$ Вт	Величина теплової потужності $\Delta Q,$ Вт
1 прибудова	22763,39	3177,55	19585,84
2 прибудова	40191,46	16720,2	23471,26
підвал	4065,914	178,66	3887,25
ВСЬОГО	67020,76	20076,41	46944,35

ДОДАТОК Д

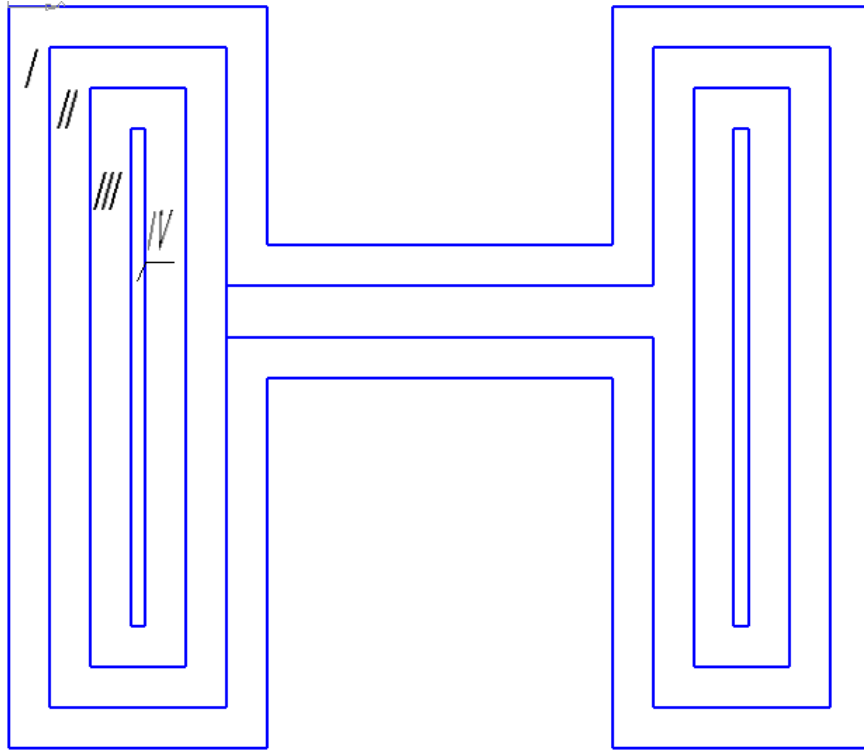


Рисунок Д.1 – Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі А

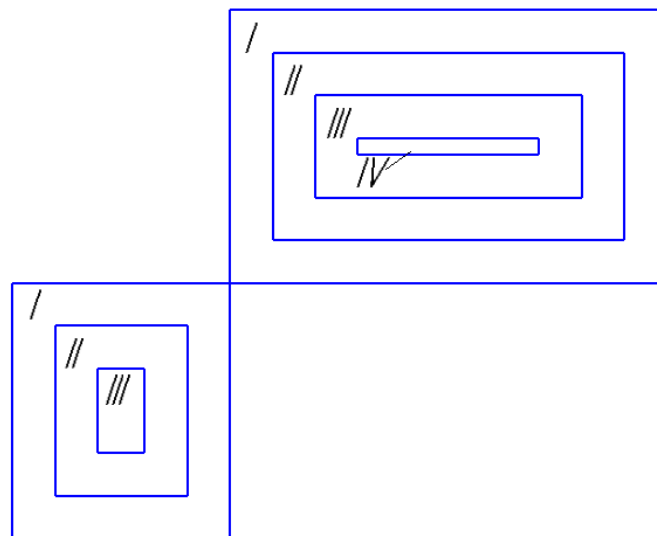


Рисунок Д.2 – Схема розбиття на температурні зони підлоги по ґрунту в корпусі Б

ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж.1 - Результати розрахунків, пов'язані з запровадженням рекуператорів теплоти у систему вентиляції

№ і назва приміщення	Об'єм приміщення $V_{п}, \text{м}^3$	Кратність повітрообміну n_k , год^{-1}	Об'ємна витрата повітря $V_v, \text{м}^3/\text{с};$ $\text{м}^3/\text{Год}$	Масова витрата повітря $m_v, \text{кг}/\text{с}$	Економія теплової енергії $\Delta Q_{рт}, \text{кВт}$	Річна економія $\Delta Q_{рт}^{\text{ек.рік}},$ Гкал^*
103 – Спортивно-туристичний відділ	213,5	1,686254	0,085; 306	0,110593	2,334067	1,3126
111 – Студія вокального співу	145	1,902718	0,065; 235	0,084752	1,916453	1,1253
114 – Психолог	109,91	1,902718	0,049; 177	0,064242	1,452671	0,8530
117 – Інформаційно-методична служба	145,29	1,902718	0,065; 235	0,084921	1,920286	1,1276
118-119 – Лаб. худ. обробки деревини	243,89	1,902718	0,181; 652	0,235619	5,327924	3,1285
121 – Танцюв. зала	216,54	1,675205	0,085; 308	0,111433	2,295795	1,2711
122 – Спортзала	213,44	1,680035	0,085; 305	0,110154	2,269453	1,2560
206 – Конференційна зала	223,3	1,624538	0,086; 308	0,111436	2,295861	1,2712
210 – Актова зала	293,3	1,624538	0,113; 405	0,146369	3,309768	1,9435
213 - Кімната -музей	222,95	1,624538	0,085; 308	0,111261	2,459989	1,4246
214 - Вокальна студія	222,6	1,624538	0,085; 307	0,111087	2,288664	1,2679
216-216а – Комп'ютерний клас	283,15	1,624538	0,181; 652	0,235619	5,327923	3,1285
220 - Фойє	178,15	1,624538	0,068; 246	0,088904	2,010348	1,1804
ВСЬОГО:					20,7882	20,2902

*Примітка: річна економія $\Delta Q_{рт}^{\text{ек.рік}}, \text{Гкал}$ розраховувалась згідно з середніми значеннями температур протягом кожного дня за опалювальний період 2018 року (січень, лютий березень, квітень, жовтень, листопад, грудень).