

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Підвищення енергоефективності функціонування систем
енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи

Вініченко О.Д.

(прізвище та ініціали)

(підпис студента)

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

Керівник роботи

(підпис)

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Хованський С.О.

(прізвище і ініціали)

к.т.н., доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

“ ___ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії

(підпис)

Суми 2024

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 65 сторінку, 13 рисунків, 9 таблиць, 2 додатки, 21 літературних джерела.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкту обстеження, аналіз обсягів енергоспоживання, результати розрахункового аналізу, розробка енергозберіжних заходів – чотири плакати формату А3.

Метою роботи: розробка енергозберігаючих заходів для підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект» та розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі*:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- визначення основних напрямків можливої модернізації систем енергозабезпечення будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження є системи енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект».

Об'єкт дослідження: адміністративна будівля НВП «Насостехкомплект» та її системи енергозабезпечення.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЕНЕРГОНОСІЙ, ЛІЧИЛЬНИК, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИЙ МАТЕРІАЛ, СВІТЛОДІОДНА ЛАМПА, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ВІКНО, ПОВІТРЯ.

Тема роботи: **«Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект».**

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри прикладної гідроаеромеханіки
_____ Сотник М.І.
08” квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Вініченка Олександра Дмитровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект». затверджена наказом по університету №_0337-VI від “04”квітня 2023 р.
- 2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 28 травня 2024 р.
- 3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження (опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. Техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)

1. Енерготехнологічна схема об'єкта

2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозберіжних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 14.04.2024	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 20.04.2024	
3	Інструментальне обстеження	до 27.04.2024	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 10.05.2024	
5	Розробка можливих енергозберіжних заходів	до 20.05.2024	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 24.05.2024	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 26.05.2024	
8	Здача роботи на перевірку	До 28.05.2024	
9	Доопрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування	до 02.06.2024	
10	Захист роботи (період)	з 03.06.24 до 09.06.24	

Дата видачі завдання “08” квітня 2024 р.

Студент _____
(підпис)

Вініченко О.Д.
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Хованський С.О.
(Прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

6	
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ 8
1.1	Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження 8
1.2	Опис дійсного стану будівлі..... 9
1.3	Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта... 9
1.3.1	Система тепlopостачання 9
1.3.2	Система електропостачання 11
1.3.3	Система водопостачання та водовідведення 11
1.3.4	Система вентиляції та кондиціонування 12
1.3.5	Існуючі тарифи на енергоносії та воду..... 12
1.4	Аналіз обсягів споживання енергоносіїв..... 13
1.4.1	Аналіз споживання теплової енергії..... 13
1.4.2	Аналіз споживання електричної енергії..... 14
1.4.3	Аналіз споживання холодної води..... 16
1.5	Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв..... 17
1.5.1	Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії..... 17
1.5.2	Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії..... 20
1.5.3	Техніко-економічний аналіз споживання води..... 20
1.6	Прилади для проведення вимірювань 21
1.7	Результати вимірювань на об'єкті 23
1.8	Висновки за розділом..... 23
2	КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ 25
2.1	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання..... 25

					6.144.12 ВР 00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	«Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект»»	Лист.	Лист	Листів
Розробив	Вініченко						4	65
Перевірив	Хованський							
Реценз.								
Н. Контр.	Хованський					СумДУ ЕМ-01		
Затверд.								

2.2 Розрахунок тепловтрат.....	30
2.3 Розрахунок теплонадходжень.....	40
2.4 Висновки за розділом.....	43
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	44
3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження.....	44
3.1.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі.....	44
3.1.2 Утеплення горищного перекриття будівлі.....	47
3.1.3 Заміна ламп розжарювання на світлодіодні	50
3.1.4 Встановлення сонячних панелей на даху будинку для підігріву холодної води для побутових потреб	51
3.1.5 Встановлення рекуператорів теплоти.....	53
3.2 Висновки до розділу.....	56
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТОК А.....	61
ДОДАТОК Б.....	65

ВСТУП

Україна стикається з проблемою енергодефіциту, коли обсяги виробництва енергії та споживання не збігаються. Це становить серйозний негативний чинник для енергетичної безпеки країни. Основні причини цього енергодефіциту в Україні включають:

- застарілі енергетичні системи: Багато енергетичних систем в Україні збудовані давно і потребують модернізації та оновлення для забезпечення ефективності та стабільності виробництва.

- залежність від імпортованих джерел енергії: Україна значною мірою залежить від імпорту енергоресурсів, зокрема природного газу та нафти, що підвищує вразливість енергетичної системи перед змінами на міжнародних ринках.

- низька енергоефективність: Багато галузей економіки, житловий та комунальний сектори мають низьку енергоефективність, що призводить до зайвого споживання енергії.

- недостатня розвиненість відновлювальних джерел енергії: Хоча в Україні є потенціал для використання відновлюваних джерел енергії, їх розвиток залишається недостатнім.

Для покращення енергетичної безпеки України потрібні інвестиції в модернізацію енергетичних систем, зменшення залежності від імпортованих енергоресурсів, підвищення енергоефективності та розвиток відновлюваних джерел енергії. Такі заходи допоможуть збільшити стабільність енергопостачання та знизити вразливість перед зовнішніми впливами [1].

Енергетична безпека держави [1] - це стан готовності паливно-енергетичного комплексу країни щодо максимально надійного, технічно безпечного, екологічно прийняттого, економічно ефективного та обґрунтовано достатнього енергозабезпечення економіки держави й населення, а також щодо гарантованого забезпечення можливості керівництва держави у формуванні і

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійсненні політики захисту національних інтересів у сфері енергетики без зовнішнього і внутрішнього тиску.

Виходячи з такого визначення енергетичної безпеки можна виділити наступні її складові: енергозабезпечення, енергетичну незалежність, екологічну прийнятність та соціальну стабільність. Необхідно зазначити, що характер поділу на складові є дещо умовним, тому деякі механізми та стратегічні пріоритети забезпечення енергетичної безпеки будуть загальними для різних її складових. Це цілком зрозуміло в зв'язку із багатоплановістю самого поняття енергетичної безпеки, тісним зв'язком та взаємним впливом різних її складових.

Отже, загострення енергетичних і екологічних проблем сьогодення обумовлює принципово нове ставлення до альтернативної енергетики, та зумовлює пошук перспективних напрямів у досягненні першочергових життєво важливих завдань людства. що позначається на стані енергетичної безпеки з усіх її складових [2].

Метою дослідження в роботі є підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект», аналіз фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження для підвищення рівня енергоефективності.

Об'єктом дослідження в роботі є адміністративна будівля НВП «Насостехкомплект» та її системи енергозабезпечення.

Предметом дослідження в роботі є системи енергозабезпечення адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект».

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівля НВП «Насостехкомплект» в місті Суми, за адресою вул. 2-а Заводська буд.1 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд фасаду будівлі НВП «Насостехкомплект»

Технічні характеристики будинку згідно наданої інформації такі:

- призначення будівлі – громадська будівля;
- кількість поверхів – 2 поверхи;
- площа забудови – 1285 м²;
- опалювальна площа будівлі – 3567 м²;
- опалювальний об'єм будівлі – 12960 м³;
- опалювальний об'єм будівлі за зовнішніми обмірами – 13580 м³.

Кількість людей, які одночасно перебувають в будівлі становить 130 чоловік.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження

Під час енергообстеження було встановлено, що фундамент будівлі залізобетонний. Видимі дефекти візуально відсутні.

Стіни цегляні.

Плити перекриттів – залізобетонні.

Перегородки – цегляні, оштукатурені цементним розчином.

Підлога складається з цементної стяжки та шару плитки, покритої лінолеумом.

Стеля – залізобетон, керамзит та руберойд. Вікна – металопластикові з двохкамерним склопакетом.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

Дана будівля має централізовані системи теплопостачання, водопостачання та водовідведення.

Гаряче водопостачання в будівлі відбувається від електричних водонагрівачів, які встановлені в санвузлах.

1.3.1 Система теплопостачання

Система теплопостачання є централізованою, де ТОВ «Сумитеплоенерго» є постачальником тепла. Договір на поставку теплової енергії № 520-Т від 27.06.2022 р.

В тепловому пункті встановлений елеваторний вузол (рис 1.2) та вузол обліку теплової енергії. Схема теплового пункту наведена в додатку А.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Елеваторний вузол системи теплопостачання

Система опалення однотрубна з верхнім розведенням.

У такій системі рух гарячого теплоносія (води) відбувається зверху вниз через труби та опалювальні прилади. Опалювальні прилади підключені до вертикально розташованих трубопроводів. Ця система має деякі переваги, такі як менша металоємкість і більш простий монтаж порівняно з двотрубною системою.

Для обліку теплової енергії у будівлі використовується лічильник ВКР-231 (рис 1.3) який встановлений на ввіді до будівлі, в тепловому пункті перед елеваторним вузлом. Цей лічильник дозволяє виміряти споживану теплову енергію, що надається постачальником.



Рисунок 1.3 – Лічильник обліку теплової енергії [3]

					Арк.
					10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.3.2 Система електропостачання

Постачальником електроенергії є ТОВ «Енера-Суми» на підставі Договору про постачання електричної енергії № 230. підстанції ТП-632, що знаходиться за територією підприємства. Живлення струмоприймачів здійснюється по кабельній лінії 3×120 мм з напругою 0,4 кВ.

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу НІК (рис 1.4).



Рисунок 1.4 – Лічильник електричної енергії [4]

1.3.3 Система водопостачання та водовідведення

Водопостачання будівлі здійснюється централізовано КП «Міськводоканал» СМР на підставі Договору № 324.

Вода до будинку подається по металевій трубі Ø 80 мм зі сторони вул. Заводська. На момент обстеження тиск води на вході в будівлю склав $P_{\text{хв}}=0,38$ МПа. Водовідведення в будівлі – централізоване. Трубопроводи холодного водопостачання по будівлі – поліпропіленові. Основними споживачами води є працівники та відвідувачі будівлі.

Облік води здійснюється лічильником SENSUS типу WP-Dynamic 50/50 (рис 1.5), який встановлено на вводі до будівлі.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 – Лічильник обліку холодної води [5]

1.3.4 Система вентиляції та кондиціонування

Будівля має природню систему вентиляції. Вона відбувається в результаті теплового та вітрового напору. Вентиляція забезпечує провітрювання виробничих приміщень а також санвузлів.

Система знаходиться в задовільному стані, тому циркуляція свіжого повітря забезпечує належні санітарно-гігієнічні норми.

1.3.5 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 03.05.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

теплова енергія – 2630,57 грн/Гкал;

водопостачання – 15,98 грн/м³;

водовідведення – 16,67 грн/м³;

електрична енергія – 6,2 грн / кВт·год.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Помісячне споживання теплової енергії за три минулі опалювальні періоди наведено в таблиці 1.1 та на рисунку 1.6 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку теплової енергії об'єкта.

Таблиця 1.1 – Величина споживання теплової енергії за 2020 – 2023 роки, Гкал

Місяці	2021 рік, Гкал	2022 рік, Гкал	2023 рік, Гкал	2024 рік, Гкал
Січень	78,9	79,5	76,1	56,9
Лютий	69,7	18,9	48,1	23,4
Березень	51,1	16,3	42,7	16,4
Квітень	18,8	0	0	0
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	26,6	21,4	25,1	-
Листопад	42,7	46,9	56,1	-
Грудень	57,6	54,3	58,7	-
Всього	345,4	282,2	306,8	-

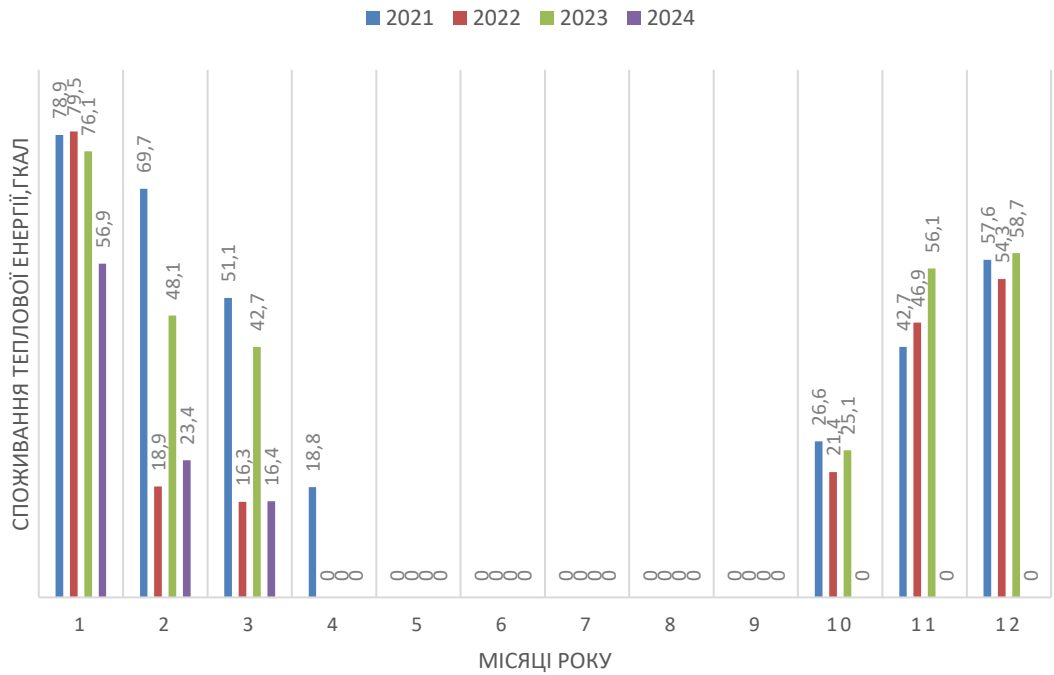


Рисунок 1.6 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2024 роки

З діаграми споживання теплової енергії видно, що її споживання відбувається тільки в опалювальний період. Споживання протягом трьох останніх опалювальних періодів майже не змінне.

Найменше теплової енергії споживалось в лютому та березні місяці 2022 року. Це пов'язано з повномасштабним вторгненням РФ на територію України.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Помісячне споживання електричної енергії у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.2 та на рисунку 1.7 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку електроенергії об'єкта.

Таблиця 1.2 – Величина споживання електричної енергії за 2021 – 2023 роки

Місяці	2021 рік, кВт·год	2022 рік, кВт·год	2023 рік, кВт·год
Січень	16851	15541	16964

Лютий	16567	4420	12560
Березень	16422	8064	13523
Квітень	16230	7983	12870
Травень	15980	7851	12252
Червень	14894	7324	13237
Липень	14853	12983	13683
Серпень	14453	12450	14652
Вересень	14561	13215	14541
Жовтень	14655	14361	15220
Листопад	14870	14853	14230
Грудень	14890	14054	15520
Всього	185226	133099	169252

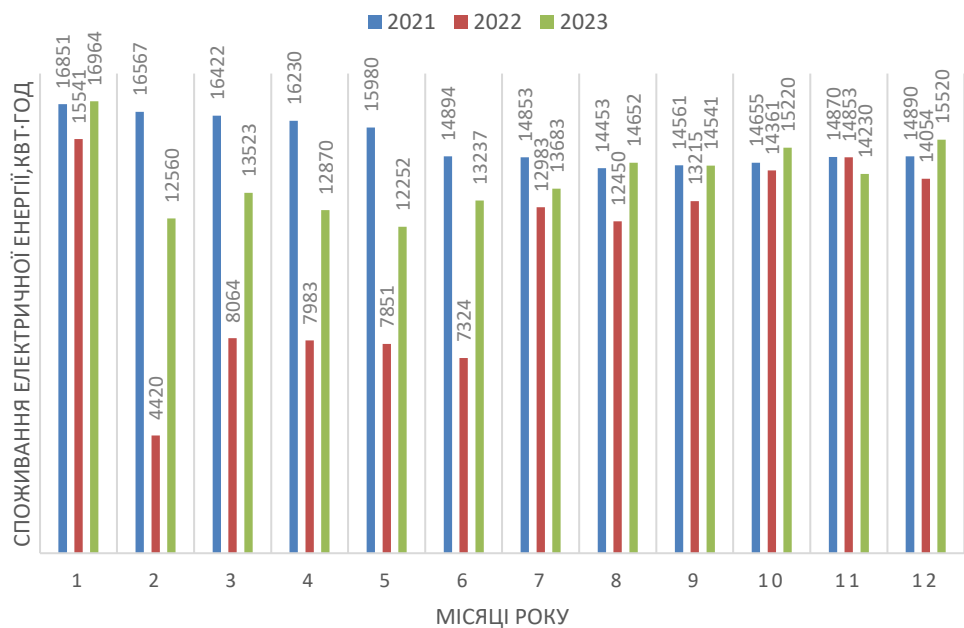


Рисунок 1.7 – Діаграма споживання електричної енергії за 2020-2023 роки

З діаграми споживання електроенергії видно, що споживання електричної енергії за 2020-2021 роки майже не змінюється. Електроспоживаюче обладнання працювало в сталому режимі, відбувався контроль за споживанням

Найменше електричної енергії споживалося в 2022 році. Це є наслідком повномасштабного вторгнення росії в Україну.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання води

Помісячне споживання води у 2021, 2022 та 2023 роках наведено в таблиці 1.3 та на рисунку 1.8 в одиницях виміру на основі даних журналів обліку води об'єктів.

Таблиця 1.3 – Споживання холодної води за 2021-2023 роки

Місяці	2021 рік, м ³	2022 рік, м ³	2023 рік, м ³
Січень	51	49	40
Лютий	49	8	38
Березень	47	9	37
Квітень	48	7	32
Травень	42	16	33
Червень	44	18	34
Липень	43	39	35
Серпень	42	37	34
Вересень	40	38	45
Жовтень	38	42	42
Листопад	42	44	43
Грудень	40	45	40
Всього	526	352	453

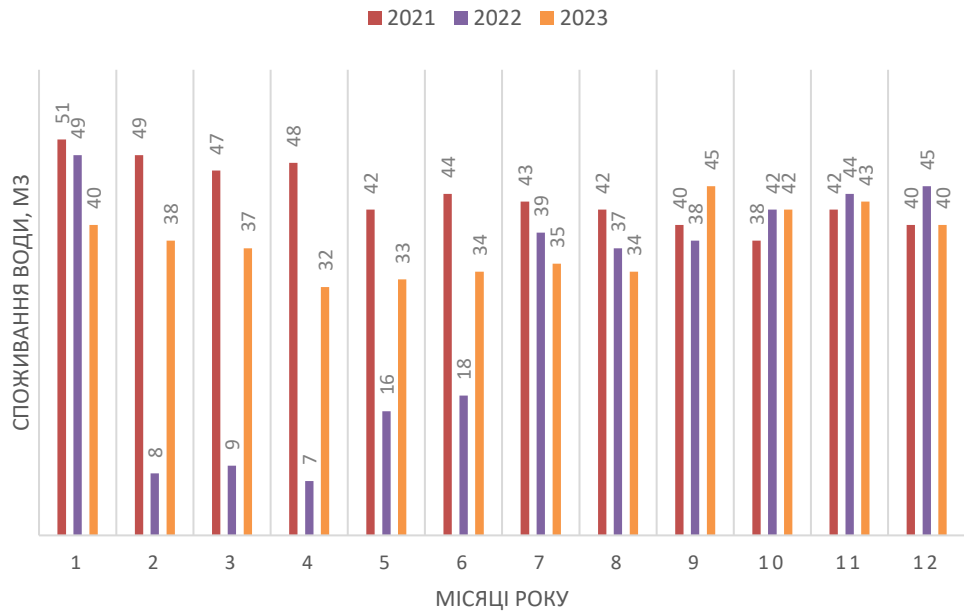


Рисунок 1.8 - Діаграма споживання води за 2021-2023 роки

Споживання холодної води протягом 2021-2023 років майже не змінюється. Це пояснюється контролем за рівнем споживання

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання теплової енергії

Питома енергопотреба (EP) – показник енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі [6]:

$$EP_{use} = \frac{Q_H}{A_f}, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^3} \quad (1.1)$$

					Арк.
					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де Q_H – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

A_f – опалювальна площа будівлі, м².

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [6]:

$$EP_{use} \leq EP_p, \quad (1.2)$$

де EP_{use} – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_p – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, що встановлюється згідно з мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, кВт год/м³ [6].

Нормативна питома енергопотреба для громадських будівель 1 – 3 поверховістю згідно [6]:

$$EP_p = [38Abcsi + 15] \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,028 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих об'єктом енергетичного обстеження облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення будівлі за опалювальний рік становлять:

- за 2021-2022 рік – $Q_{оп} = 345,4$ Гкал;
- за 2022-2023 рік – $Q_{оп} = 282,2$ Гкал;
- за 2023-2024 рік – $Q_{оп} = 306,8$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2021-2022 рік – $EP = 0,027$ Гкал/м³;
- за 2022-2023 рік – $EP = 0,022$ Гкал/м³;
- за 2023-2024 рік – $EP = 0,024$ Гкал/м³.

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,024$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою [6]:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{EP_{use} - EP_p}{EP_p} \right) \cdot 100\% , \quad (1.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\Delta_{EP} = \left(\frac{0,024 - 0,028}{0,028} \right) \cdot 100\% = -14\%$$

Згідно з [6] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «С».

Такий стан усіх технічних та конструктивних елементів, що визначають енергоефективність процесів виробництва та підтримання теплового балансу в будівлі, слід вважати таким, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності.

Але, враховуючи результати енергетичного обстеження, слід зазначити, що відбір теплової енергії регулюється шляхом "ручної" зміни режиму роботи теплопостачальних установок, тобто примусового зменшення теплоспоживання, в залежності від умов дотримання встановлених для будівлі лімітів теплоспоживання. При цьому будівля обігривається нерівномірно, що призводить до використання додаткових джерел тепла, що збільшує загальні витрати на енергозабезпечення. Така ситуація спричиняє такі проблеми, як порушення циркуляційного тиску теплоносія в системі опалення та відсутність тепловіддачі в крайніх ділянках системи теплопостачання.

Такі умови слід вважати незадовільними у всіх технічних та конструктивних елементах, що визначають енергоефективність процесу створення та підтримання теплового балансу будівлі.

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електричної енергії з нормованим значенням. Згідно з [7] норма споживання електричної енергії для приміщень адміністративно-управлінських установ складає 115 кВт·год/м² корисної площі. Для будівлі НВП «Насостехкомплект» фактичне споживання електричної енергії складає:

Для будівлі фактичне споживання електричної енергії складає:

$$\text{- 2021 рік: } \frac{185226 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3167} = 58,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2022 рік: } \frac{133099 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3167} = 42,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2;$$

$$\text{- 2023 рік: } \frac{169252 \text{ кВт}\cdot\text{год}}{3167} = 53,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

Як видно з розрахунків фактичне значення не перевищує нормоване, що є задовільним показником.

1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами [8]. Норма витрат води для а будівлі на одного працівника становить – 12 л/добу на 1 працівника.

$$\text{- 2021 рік } \left(\frac{526000}{130} \right) / 365 = 11,1 \text{ л/добу};$$

$$\text{- 2022 рік } \left(\frac{352000}{130} \right) / 365 = 7,4 \text{ л/добу};$$

					Арк.
					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- 2023 рік ($\frac{453000}{580}$)/365 = 9,5 л/добу.

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення не перевищують нормовані. Це є задовільним показником.

1.6 Прилади для проведення вимірювань

Для виконання теплотехнічних розрахунків було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень досліджуваного об'єкта. Для вимірювання необхідних параметрів був використаний побутовий термометр (рис 1.9) [9].

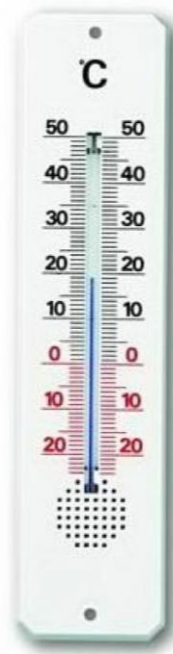


Рисунок 1.9 – Кімнатний термометр [9]

Діапазон вимірювання температур: -30 +50 °С. Розмір термометра: 160x20 мм.

Для знаходження значення вологості в приміщеннях використовували вимірювач Testo 605-N1 (рис. 1.10) [10]. Його технічні характеристики представлені в таблиці 1.4.

					Арк.
					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 1.10 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1 [10]

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-N1 [10]

Основні характеристики вимірювача Testo 605-N1	
Діапазон вимірювань	Від -20 до +70 °С
Похибка вимірювань	±0,5
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда:	
- в основі	16 мм
- біля чутливого елемента	12 мм

Прилад володіє точністю і стабільністю свідчень завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається лише в процесі виміру. Дисплей розташований на поворотній голівці і завжди видний. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи [10].

Лазерний далекомір служив для визначення геометричних розмірів приміщень (рис. 1.10). Границя виміру приладу складає 40 м [11].



Рисунок 1.10 – Лазерний далекомір [11]

1.7 Результати вимірювань на об'єкті

Вимірювання проводилось 08.04.2024 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: -2°C .

Вимірювані параметри склали:

- 1) середня температура повітря по приміщенням будівлі склала $T_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам [12].
- 2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 65^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 45^{\circ}\text{C}$.
- 3) відносна вологість повітря – 55%, що відповідає вимогам норм і правил [12].

1.8 Висновки за розділом

При візуальному обстеженні було встановлено, що зовнішні огорожувальні конструкції будівлі без видимих дефектів.

Теплопостачання в будівлі - централізоване. В тепловому пункті встановлений елеваторний вузол.

					Арк.
					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Водопостачання та водовідведення здійснюється централізовано.

На об'єкті ведеться облік теплової енергії, електричної енергії та холодної води. Наведено опис приладів обліку енергетичних ресурсів та води. Визначені їхні технічні характеристики.

Виконано аналіз споживання енергетичних ресурсів та їх порівняння з нормативними показниками.

За допомогою приладів (далекоміра, універсального вимірювача та термометра) було виміряно температуру та вологість всередині приміщень та геометричні розміри будівлі.

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Методика розрахунку теплової потужності будівлі наведена в [13].

2.1 Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання

Приведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$ повинний бути не менше за мінімальні значення R_{qmin} , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження [13].

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на $3 \text{ }^{\circ}C$ та більше, обов'язкове виконання умови [13]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}, \quad (2.1)$$

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

R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$ [13].

Мінімально допустиме значення, R_{qmin} , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей громадських будинків встановлюється залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

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

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (2.2)$$

					Арк.
					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;

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

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, м²·К/Вт, непрозорої огорожуючої конструкції розраховується за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.3)$$

де α_6, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м² · К);

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

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

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

2.1.1 Проведення розрахунку термічного опору огорожувальних конструкцій

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект» виконаємо згідно методики [13].

Зовнішні стіни

Товщина i -го шару конструкції:

$\delta_{c1} = 0,5$ м – цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині;

$\delta_{c2} = 0,03$ м – розчин цементно-піщаний.

Теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації: $\lambda_{c1} = 0,81$ Вт/м·К, $\lambda_{c2} = 0,81$ Вт/м·К.

					Арк.
					26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

За формулою (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару стіни:

$$R_{C1} = \frac{0,5}{0,81} = 0,62 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{C2} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції дорівнює $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховуємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + (0,62 + 0,037) + \frac{1}{23} = 0,815 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює $R_{qmin} 4.0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ [6].

Горишне перекриття

Товщина і-го шару конструкції:

$\delta_{Стл1} = 0,005 \text{ м}$ – руберойд;

$\delta_{Стл2} = 0,24 \text{ м}$ – залізобетон;

$\delta_{Стл3} = 0,2 \text{ м}$ – керамзит;

$\delta_{Стл4} = 0,03 \text{ м}$ – розчин цементно-піщаний;

Теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації: $\lambda_{Стл1} = 0,17 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{Стл2} = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{Стл3} = 0,41 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{Стл4} = 0,81 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$.

За формулою (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару стелі:

$$R_{Cml1} = \frac{0,005}{0,17} = 0,029 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{Cml2} = \frac{0,24}{2,04} = 0,117 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{Cmл3} = \frac{0,2}{0,41} = 0,48 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{Cmл4} = \frac{0,03}{0,81} = 0,037 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні перекриття горищ дорівнює $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а зовнішньої $\alpha_{з} = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції розраховуємо за формулою (2.3):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + (0,029 + 0,117 + 0,48 + 0,037) + \frac{1}{12} = 0,861 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі горищного покриття громадських будинків дорівнює $R_{qmin} = 7/0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ [6].

Підлога

Товщина і-го шару конструкції:

$\delta_{пдл1} = 1 \text{ м}$ – стрічково-бутовий фундамент (бетон на щебені з природного каменю);

$\delta_{пдл2} = 0,23 \text{ м}$ – залізобетон;

$\delta_{пдл3} = 0,03 \text{ м}$ – цементна стяжка;

$\delta_{пдл4} = 0,005 \text{ м}$ – лінолеум на тканевій основі;

Теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації: $\lambda_{пдл1} = 1,86 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{пдл2} = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{пдл3} = 0,81 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$, $\lambda_{пдл4} = 0,23 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$.

За формулою (2.2) знаходимо термічний опір кожного шару підлоги:

$$R_{ндл1} = \frac{1}{1,86} = 0,538 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{ндл2} = \frac{0,23}{2,04} = 0,112 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{подл3}} = \frac{0,03}{0,81} = 0,025 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\text{подл4}} = \frac{0,005}{0,23} = 0,014 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma \text{np}} = 0,86 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Вікна

Приведений термічний опір пластикових вікон визначаємо за таблицею М1 з [13]: $R_{\Sigma \text{np}} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції громадських будинків дорівнює $R_{\text{qmin}} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ [6].

Гластиківі двері

Приведений термічний опір пластикових дверей визначаємо за таблицею М1 з [13]: $R_{\Sigma \text{np}} = 0,52 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Для I температурної зони мінімально допустиме значення опору теплопередачі вхідних дверей в громадські будинки дорівнює $R_{\text{qmin}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Як видно з розрахунків дійсний термічний опір огорожувальної конструкції адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект» не відповідає мінімально допустимим значенням.

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій НВП «Насостехкомплект» представлені у таблиці 2.1

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Конструктивний елемент	Матеріал шару	Товщина шару, δ_i , м	Теплопровідність, λ_i , Вт/м·К.	$R_{\Sigma пр}$, м ² ·К/Вт	R_{qmin} , м ² ·К/Вт
Зовнішні стіни	Цегла на цементно-піщаному розчині	0,51	0,81	0,15	4.0
	Штукатурка цементно-піщана	0,02	0,81		
Горищне перекриття	Штукатурка цементно-піщана	0,01	0,81	0,861	7.0
	Залізобетон	0,22	2,04		
	Керамзит	0,15	0,41		
	Руберойд	0,004	0,17		
Підлога	Бетон на щебені з природного каменю	1	1,86	0,86	5.0
	Залізобетон	0,22	2,04		
	Цементна стяжка	0,02	0,81		
	Лінолеум	0,003	0,23		
Вікна	ПВХ	0.1	-	0,52	0,9
Двері	Пластикові	0.2	-	0,52	0,7

2.2 Розрахунок тепловтрат

Методика розрахунку теплових втрат наведено в [13].

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень:

$$\sum Q_{втр} = \sum Q_0 + \sum Q_{\delta} + \sum Q_{инф}, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де $\sum Q_0$ – сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\sum Q_{\delta}$ – сумарні додаткові втрати теплоти огорожувальні конструкції, Вт;

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ΣQ_{inf} – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт.

Тепловтрати через огороджувальні конструкції будівлі (стіни, світлові й дверні прорізи, стелі, неутеплені підлоги):

$$Q_0 = \frac{F_{озр}}{R_0} \cdot (t_в - t_з) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

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

R_0 – опір теплопередачі огороджувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків R_{qmin}), м²·°C/Вт;

$t_в, t_з$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огороджуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно [13], таблиця 12.

Сумарні втрати теплоти через огороджуючі конструкції визначаються за формулою:

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де $\Sigma Q_{ст}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження, 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.

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

2.2.1 Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів, що підвищують величини основних тепловтрат на деякі частки від їхніх значень [13].

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків [13]:

$$Q_{op}^{\partial} = Q_{cm} \cdot \beta_{op}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де Q_{cm} – тепловтрати через кожну зовнішню стіну приміщень, Вт;

β_{op} – коефіцієнт добавки на орієнтацію зовнішньої стіни стосовно сторін світу. Допускається для практичних розрахунків для всіх зовнішніх стін будинку, незалежно від орієнтації, приймати $\beta_{op}=0,08$ – при одній зовнішній стіні в приміщенні, і $\beta_{op}=0,13$ – при двох і більше зовнішніх стін у приміщенні [13].

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей

$$Q_{з.д}^{\partial} = Q_{з.д} \cdot \beta_{відкр}, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де $Q_{з.д}$ - втрати теплоти через зовнішні двері (ворота), Вт;

$\beta_{відкр}$ – коефіцієнт добавки на відкривання дверей, що має значення:

- для одинарних дверей для громадських будинків $\beta_{откр}=3$;

Додаткові тепловтрати через неутеплені підлоги розташовані на ґрунті або над холодними підвалами [13]:

$$Q_{пдл}^{\partial} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

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

Сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги:

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum Q_{n\partial l}^{\partial} = \sum_i^n Q_{i.n\partial l}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.10)$$

де $Q_{i.n\partial l}^{\partial}$ – втрати теплоти через неутеплені підлоги по кожному приміщенню, Вт [13];

n – кількість приміщень де є неутеплені підлоги, для яких розраховано значення $Q_{i.n\partial l}^{\partial}$.

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції [13]:

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\partial} + \sum Q_{3.\partial}^{\partial} + \sum Q_{n\partial l}^{\partial}, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

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

$\sum Q_{3.\partial}^{\partial}$ – сумарні додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей, Вт;

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

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$Q_{вкн}^{инф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_в - t_з) \cdot n_e, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

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

$t_в, t_з$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$G_{н.вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огороження, кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м².

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$n_{\text{вкн}}$ – кількість однотипних вікон.

Сумарні тепловтрати через нещільності світлових прорізів:

$$\sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = \sum_i^n Q_{i.\text{вкн}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

де $Q_{i.\text{вкн}}^{\text{інф}}$ – втрати теплоти на інфільтрацію, обчислені по кожному світловому прорізу в приміщенні, Вт;

n – кількість світлових прорізів, для яких розраховано значення $Q_{i.\text{вкн}}^{\text{інф}}$.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи:

$$Q_{3.\text{д}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{3.\text{д}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}), \text{ Вт} \quad (2.14)$$

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

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

$G_{3.\text{д}}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність дверного прорізу, кг/год

$$G_{3.\text{д}} = b_{\text{н.д}} \cdot L_{\text{н.д}} \cdot v_{\text{ср.н.д}} \cdot m_{\text{п}} \cdot 3600, \quad (2.15)$$

де $b_{\text{н.д}}$ – ширина встановленої дверної нещільності;

$L_{\text{н.д}}$ – загальна довжина нещільності дверного прорізу, м;

$v_{\text{ср.н.д}}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільності дверного прорізу за результатами виконаних вимірів;

$m_{\text{п}}$ – маса 1 м³ повітря, рівна 1,3 кг.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

$$\sum Q_{\text{інф}} = \sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + \sum Q_{3.\text{д}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку витяжної вентиляції розрахунок втрат теплоти проводиться по наступній залежності:

$$Q_e = 0,28 \cdot V_{II} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_e - t_{z,p}) \cdot n_k \cdot k_V, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

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

t_e і $t_{z,p}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, $^\circ\text{С}$;

V_{II} – внутрішній об'єм приміщення, м^3 ;

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

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 $k_V = 0,85$).

Середня кратність повітрообміну, визначається за сумарними повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{L_V \cdot n_V}{24} \right) + \left(\frac{G_{\text{інф}} \cdot \eta \cdot n_{\text{інф}}}{24 \cdot \rho c} \right) \right]}{v_V \cdot V_h}, \text{ год}^{-1} \quad (2.18)$$

де L_V - кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$, для: будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління - $4F_p$; де F_p - розрахункова площа громадських будинків, м^2 .

n_V - кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;

η - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить $\eta = 0,7$.

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

$G_{\text{інф}}$ - кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається $G_{\text{інф}} = v_V \cdot V_h$;

$n_{\text{інф}}$ - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня, год;

V_h - опалювальний об'єм приміщення, м³.

v_V - коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається $v_V = 0,85$;

ρ_c - середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації, кг/м³

Проведення розрахунку тепловтрат

Розрахунок тепловтрат адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект»:

Тепловтрати через зовнішні стіни розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{0\text{ст.}} = \frac{896,4}{0,815} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 49494,5 \text{ Вт.},$$

Тепловтрати через горишне перекриття розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{0\text{стл}} = \frac{1280}{0,861} \cdot (20 - (25)) \cdot 1 = 66898,9 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через підлогу над неопалювальним підвалом розраховуємо за формулою (2.5):

Температура в підвальному приміщенні згідно вимірювань склала +10⁰С.

Тоді:

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

$$Q_{0\text{стл}} = \frac{1285}{0,86} \cdot (20 - (+10)) \cdot 1 = 14941,9 \text{Вт.}$$

Тепловтрати через вікна розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{плас}} = \frac{150}{0,52} \cdot (20 - (-25)) = 12980,8 \text{Вт.}$$

де $F_{\text{вкн.плас.}} = 150 \text{ м}^2$ – площа пластикових вікон;

Тепловтрати через дверні прорізи розраховуємо за формулою (2.5):

$$Q_{0\text{дв.плас}} = \frac{18}{0,52} \cdot (20 - (25)) \cdot 1 = 1557,7 \text{Вт.}$$

де $F_{\text{дв.}} = 18 \text{ м}^2$ – площа вхідних пластикових.

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект» становлять:

$$\sum Q_0 = 49494,5 + 66898,9 + 14941,9 + 12980,8 + 1557,6 = 145873,7 \text{Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків розраховуємо за формулою (2.7):

$$Q_{\text{ор}}^{\text{д}} = 49494,5 \cdot 0,13 = 6434,3 \text{Вт.}$$

Додаткові тепловтрати по висоті приміщення:

$$Q_{\text{в}}^{\text{д}} = 0,02 \cdot 49494,5 = 989,9 \text{Вт.}$$

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огороджуючі конструкції становить:

$$\sum Q_d = 6434,3 + 989,9 = 7424,2 \text{ Вт.}$$

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи дерев'яних вікон розраховуються за формулою (2.12):

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 150 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 11396,7 \text{ Вт.}$$

де $G_{\text{вкн}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ – нормативна повітропроникність світлопрозорих конструкцій житлових та громадських будинків згідно [13].

$F_{\text{вкн.}} = 150 \text{ м}^2$ - площа вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи розраховуються за формулою (2.16):

$$Q_{\text{дв}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 28,1 \cdot 3 \cdot 1,005 \cdot (20 + 25) = 1067,5 \text{ Вт,}$$

де $G_{\text{зд}} = 0,005 \cdot 2 \cdot (2 + 4) \cdot 0,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 28,1 \text{ м}^3$ – масова витрата інфільтраційного повітря через одні двері

Сумарні додаткові втрати теплоти у адміністративній будівлі НВП «Насостехкомплект» через інфільтрацію холодного повітря становлять:

$$\sum Q_{\text{інф}} = 13396,7 + 1067,5 = 14464,2 \text{ Вт.}$$

Втрати через вентиляцію згідно формули (2.17) складуть:

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кратність повітрообміну згідно формули (2.18)

$$n_k = \frac{\left[\left(\frac{4 \cdot 4660 \cdot 5}{24}\right) + \left(\frac{0,8 \cdot 12960 \cdot 5}{24 \cdot 1,3}\right)\right]}{0,85 \cdot 12690} = 0,2 \text{ год}^{-1}$$

Тоді втрати через вентиляцію

$$Q_v = 0,28 \cdot 12960 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (20 - (-25)) \cdot 0,2 \cdot 0,9 = 38402,3 \text{ Вт}$$

Сумарні розрахункові тепловтрати адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект» становлять:

$$\sum Q_{\text{втр}} = 145873,7 + 7424,2 + 14464,2 + 38402,3 = 206164,4 \text{ Вт}$$

Графічне зображення тепловтрат приведено на рисунку 2.1

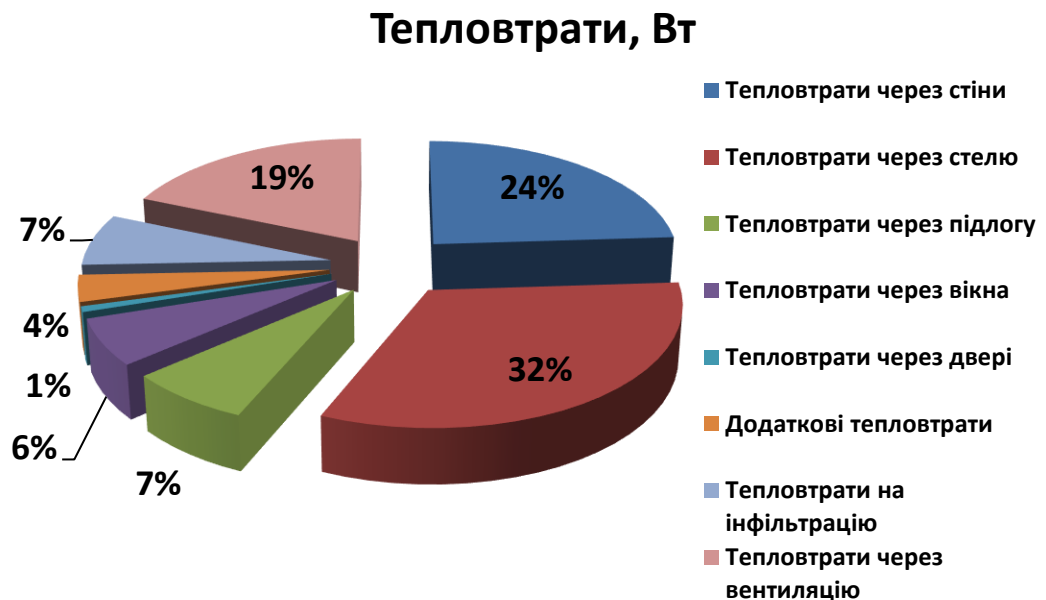


Рисунок 2.1 – Види тепловтрат в адміністративній будівлі

2.3 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей [13]:

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \text{ Вт} \quad (2.19)$$

де: q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування [13]:

$$Q_{el} = N_{el} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \text{ Вт} \quad (2.20)$$

де: N_{el} – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

k_{II} – коефіцієнт завантаження ($k_{II}=0,9$);

η – ККД електроустаткування (приймається 0,9);

k_T – коефіцієнт переходу тепла в приміщення ($k_T=0,9$);

k_c – коефіцієнт попиту на електроенергію ($k_c=0,15$).

Теплонадходження від джерел освітлення [13]:

$$Q_{осв} = N_l \cdot k_{осв} \cdot n_l \cdot k_3, \text{ Вт} \quad (2.21)$$

де: N_l – потужність одного джерела освітлення, Вт;

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

k_3 – коефіцієнт завантаження освітлення (за умовою завдання до курсової роботи);

n_l – кількість однотипних джерел освітлення.

					Арк.
					40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Теплонадходження від сонячної радіації [13]

$$Q_{рад} = (q_c \cdot F_c + q_T \cdot F_T) \cdot k_{O,П}, \text{ Вт} \quad (2.22)$$

де: q_c, q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м² скління, освітленого сонцем і перебуваючого 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;

$k_{O,П}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу (за умовами завдання $k_{O,П}=0,6$).

Сумарні теплонадходження [13]:

$$Q_{тн} = Q_l + Q_{ел} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

Розрахунок теплонадходжень по адміністративній будівлі [13].

Теплонадходження від людей розраховуємо за формулою (2.19):

$$Q_l = 130 \cdot 103 = 13390 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування, розраховуємо за формулою (2.20)

$$Q_{ел} = 9000 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,15 = 1240,6 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від джерел освітлення розраховуємо за формулою (2.21) [13]

					Арк.
					41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{ocв} = 75 \cdot 120 \cdot 0,95 \cdot 0,9 + 18 \cdot 70 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 8375,4 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від сонячної радіації згідно формули (2.22) [14]:

$$Q_{рад} = (250 \cdot 75 + 100 \cdot 75) \cdot 0,6 = 15750 \text{ Вт.}$$

Сумарні теплонадходження по будівлі становлять згідно формули (2.23) [13]:

$$\sum Q_{mn} = 13390 + 1240,6 + 8375,4 + 15750 = 38756 \text{ Вт.}$$

Теплову потужність всієї будівлі згідно формули (2.24) [13]:

$$\Delta Q = 206164,4 - 38756 = 167408,4 \text{ Вт.}$$

Розрахункові річні витрати теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ будуть становити [13]:

$$\Delta Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{(t_g^{cp} - t_{cp.on})}{(t_g^{cp} - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.25)$$

де ΔQ – розрахункова величина теплової потужності будівлі, Вт;

t_g^{cp} – внутрішня температура приміщень будівлі (осереднена за приміщеннями), $^{\circ}\text{C}$;

$t_{cp.on}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$; $t_{cp.on} = 1,4^{\circ}\text{C}$;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$;

$n_{оп}$ – тривалість опалювального періоду (діб).

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta Q_{оп} = 167408,4 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 357298,6 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

2.4 Висновки до розділу

Значення опору теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій не відповідають сучасним нормам.

Виконано розрахунок тепловтрат та теплонадходжень до будівлі.

Виконано розрахунок теплової потужності будівлі.

Виконано розрахунок річних витрат теплоти на опалення будівлі до впровадження ЕЗЗ.

З метою підвищення рівня енергоефективності адміністративної будівлі пропонується запровадження енергозберігаючих заходів.

					Арк.
					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Характеристика заходів з енергозбереження та умов їх запровадження

3.1.1 Утеплення зовнішніх стін будівлі

В якості теплоізоляційного матеріалу для утеплення зовнішніх стін адміністративної будівлі пропонується використати мінеральну вату, так як вона має ряд переваг над іншим видом матеріалів [14].

Переваги мінеральної вати:

- 1) не горить;
- 2) має захист від біологічної корозії;
- 3) велика шумова ізоляція;
- 4) простота при монтажу;
- 5) довговічність.

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою [13]:

$$\delta_{\text{ут.ог.к}} = (R_{q\text{min}} - R_{\sum\text{ППсм}}) \cdot \lambda_{\text{ут}} \quad (3.1)$$

де $\lambda_{\text{ут}} = 0,04$ Вт/(м · К) – теплопровідність ізолюючого матеріалу [14].

$R_{q\text{min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін, що становить 4.0 м²·К/Вт [7].

$$\delta_{\text{ут.ст}} = (4.0 - 0,815) \cdot 0,04 = 0,12\text{м.}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 120 мм.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ог.к}^{із} = \frac{F_{ог.к}}{R_{q\min}} \cdot (t_B - t_3) \cdot n \quad (3.2)$$

$$Q_{ст}^{із} = \frac{896,4}{4,0} \cdot (20 + 25) = 10084,5 \text{ Вт.}$$

Різницю між втратами тепла через не утеплені стіни і утеплені знайдемо по формулі:

$$\Delta Q_{ог.к} = Q_{ог.к} - Q_{ог.к}^{із} \quad (3.3)$$

$$\Delta Q_{ст} = 49494,5 - 10084,5 = 39410 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати крізь стіни за опалювальний період (для м. Суми складає 187 діб) по формулі [13]:

$$Q_{ог.к}^{рік} = \Delta Q_{ог.к} \cdot \frac{(t_г - t_{ср.оп})}{(t_г - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп} , \quad (3.4)$$

$$Q_{ст}^{рік} = 39,4 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 84091,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 72,3 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 72,3 \cdot 2630,57 = 190190,2 \text{ грн} / \text{рік.}$$

Згідно інформації будівельного гіпермаркету «ДахЦентр» вартість 1 м² плити мінераловатної товщиною 120 мм складає 170 грн [14]. Вартість робіт

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

включаючи матеріали по встановленню плит складає 650 грн/м² [18]. Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

$$K = F_{ог.к} \cdot (C_{тов} + C_{роб}) \quad (3.5)$$

де $C_{тов}$ – вартість одиниці продукції, грн.,

$C_{робіт}$ - вартість робіт на монтаж одиниці продукції, грн.

$$K = 896,4 \cdot (170 + 650) = 735048 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} \quad (3.6)$$

$$T_{ок} = \frac{735048}{190190,2} = 3,9 \text{ років.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-735048	-735048		1		
1	0	190190,2	-544857,8	0,909	172900	-562148
2	0	190190,2	-354667,6	0,826	157182	-404966

Продовження таблиці 3.1

3	0	190190,2	-164477,4	0,751	142893	-262073
4	0	190190,2	25712,8	0,683	129902	-132171
5	0	190190,2	215903	0,621	118093	-14078
6	0	190190,2	406093,2	0,564	107357	93280
7	0	190190,2	596283,4	0,513	97598	190878
8	0	190190,2	786473,6	0,467	88725	279603
9	0	190190,2	976663,8	0,424	80659	360262
10	0	190190,2	1166854	0,386	73327	433588
11	0	190190,2	1357044,2	0,350	66661	500249

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 5 + \frac{735048 - 720970}{107357} = 5,13 \text{ років}$$

3.1.2 Утеплення горищного перекриття будівлі

Для утеплення горищного перекриття будівлі пропонується пінополіуретан.

Пінополіуретан (ППУ) володіє високим ступенем зчеплення з різними будівельними матеріалами, що робить його корисним в різних конструкціях та застосуваннях. Ось деякі характеристики зчеплення ППУ з різними матеріалами:

1. Цегла: ППУ може добре зчіплюватися з цегляними поверхнями, створюючи міцне і надійне з'єднання. Воно може використовуватися для утеплення зовнішніх стін або для герметизації з'єднань.

2. Метал: ППУ може зчіплюватися з металевими поверхнями, такими як сталь або алюміній, що робить його відмінним матеріалом для утеплення та захисту металевих конструкцій від корозії.

3. Деревина: Він може також добре зчіплюватися з дерев'яними поверхнями, що дозволяє використовувати його для утеплення підлог, стін або дахів.

4. Штукатурка: ППУ може забезпечити хороше зчеплення зі штукатуркою, що робить його відмінним матеріалом для утеплення зовнішніх стін будівель.

5. Інші матеріали: Крім того, ППУ може зчіплюватися з багатьма іншими матеріалами, такими як пластик, скло, кераміка та інші.

Теплопровідність даного типу матеріалу складає $\lambda_{\text{ynt}} = 0,037 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ [17].

Визначимо товщину ізоляційного шару для утеплення даху за формулою[13]:

$$\delta_{\text{ynt}} = [R_{q \text{ min}} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{\text{ynt}} = [7,0 - 0,861] \cdot 0,037 = 0,23 \text{ м.}$$

де: $R_{q \text{ min}} = 7,0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ – мінімальний термічний опір стін [7];

Величина площі даху, який необхідно утеплювати, складає – 1200 м^2 .

Втрати теплової енергії через дах після утеплення складуть:

$$Q_{\delta}^{\text{ynt}} = \frac{1285}{7,0} \cdot (20 - (-25)) = 8260,7 \text{ Вт.}$$

Економія втрат теплоти

$$\Delta Q = 66898,9 - 8260,7 = 58638,2 \text{ Вт}$$

За формулою (3.4) знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_{\delta}^{\text{рік}} = 58,6 \cdot \frac{(20+1,4)}{(20-(-25))} \cdot 24 \cdot 187 = 125069,6 \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{рік} \approx 107,6 \text{ Гкал}$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

$$E = 107,6 \times 2630,57 = 283049,3 \text{ грн.}$$

					Арк.
					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Ціна за 1 м² товщиною 230 мм при площі покриття більше 1000 м² включаючи роботу складає 500 грн [17]. Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу знайдемо за формулою:

$$K_{\text{зах}} = 1285 \cdot 500 = 642500 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{642500}{283049,3} = 2,3 \text{ роки.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції <i>I</i> (капітальні витрати), грн	Вигоди <i>D</i> (дохід), грн	чистий грошовий потік, <i>Pt</i> , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-642500	-642500		1		
1	0	283049,3	-359450,7	0,909	257318	-385182
2	0	283049,3	-76401,4	0,826	233925	-151257
3	0	283049,3	206647,9	0,751	212659	61402
4	0	283049,3	489697,2	0,683	193326	254728
5	0	283049,3	772746,5	0,621	175751	430480
6	0	283049,3	1055795,8	0,564	159774	590253
7	0	283049,3	1338845,1	0,513	145249	735503
8	0	283049,3	1621894,4	0,467	132045	867547
9	0	283049,3	1904943,7	0,424	120041	987588
10	0	283049,3	2187993	0,386	109128	1096715
11	0	283049,3	2471042,3	0,350	99207	1195922

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 2 + \frac{642500 - 491243}{212659} = 2,7 \text{ років}$$

3.1.3 Заміна ламп розжарювання на світлодіодні

Світлодіоди використовують набагато менше енергії, ніж традиційні джерела освітлення, такі як лампи накалювання або люмінесцентні лампи. Вони перетворюють більшу частину електроенергії на світло, що зменшує споживання електроенергії і допомагає знизити рахунки за електроенергію [18].

Світлодіодні лампи мають довгий термін служби порівняно з іншими типами ламп. Вони можуть працювати до 50 000 годин, що робить їх ідеальними для використання в промислових, комерційних і домашніх умовах [18].

Світлодіоди не містять шкідливих ртутних парів або інших отруйних речовин, які можуть бути присутні в інших типах ламп, що робить їх більш екологічно чистими [18].

Світлодіоди можуть бути легко налаштовані для різних потреб освітлення, включаючи напрямлене світло або широкий розсіяний світловий потік.

Світлодіоди доступні в різних кольорах і відтінках, що дозволяє створювати різноманітні атмосфери та ефекти в освітленні.

Всі ці переваги роблять світлодіодне освітлення надзвичайно популярним і широко використовуваним в різних галузях, від домашнього освітлення до вуличного та промислового освітлення.

Пропонується замінити лампи розжарення на світлодіодні.

Було пораховано кількість ламп, які потребують заміни. Їхня кількість складає 120 штук. Ціна однієї світлодіодної лампи складає 50 грн [18].

Капітальні затрати на встановлення ламп складуть:

$$K = 120 \cdot 50 = 6000 \text{ грн.}$$

					Арк.
					50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для початку обчислимо споживання електроенергії за рік для обох типів ламп за умови, що лампи горять 6 годин на добу:

Лампи розжарювання :75 Вт:

$$C_1 = 0,075 \text{ кВт}\cdot\text{год}\cdot 6 \text{ годин} \times 250 \text{ днів} \cdot 120 \text{ штук} = 13500 \text{ кВт}\cdot\text{год за рік};$$

Світлодіодна лампа 10 Вт (з низьким світловим потоком):

$$C_2 = 0,01 \text{ кВт}\cdot\text{год} \times 6 \text{ годин} \times 250 \text{ днів} \cdot 120 \text{ штук} = 1800 \text{ кВт}\cdot\text{год за рік}.$$

Економія в споживанні електричної енергії після встановлення світлодіодних ламп складає

$$C = C_1 - C_2 = 13500 - 1800 = 11700 \text{ кВт}\cdot\text{год за рік}.$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$E = 6,2 \cdot 11700 = 72540 \text{ грн}$$

Термін окупності даного заходу складе:

$$T_{ок} = \frac{6000}{72540} = 0,1 \text{ року}.$$

3.1.4 Встановлення сонячних панелей на даху будинку для підігріву холодної води для побутових потреб

Методика розрахунку наведена в [18]

Сонячна система може значно зменшити залежність від традиційних джерел енергії та допомагає зменшити викиди парникових газів.

Пропонується встановити сонячний комплект «SANLARIX» [18].

					Арк.
					51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Середнє споживання гарячої води для побутових потреб складає в середньому 1,5 м³/добу.

Температура вихідної води для нагрівання – +10⁰С.

Температура гарячої води – 50⁰С.

Для нагрівання 1 л води необхідно затратити 4,19 кДж.

Визначимо кількість енергії для забезпечення побутових потреб у гарячій воді для будівлі:

$$Q = 1500 \cdot (50 - 10) \cdot 4,19 = 251400 \text{кДж} = 69,8 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{добу} = 25509,6 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.,$$

Річна економія складе:

$$\Delta E = 25509,6 \cdot 6,2 = 158159,3 \text{грн} / \text{рік}$$

Витрати на встановлення сонячного колектора складають К = 750000 грн [18].

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{750000}{158159,3} = 4,7 \text{роки}.$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.3.

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-750000	-750000		1		
1	0	158159,3	-591840,7	0,909	143781	-606219
2	0	158159,3	-433681,4	0,826	130710	-475509
3	0	158159,3	-275522,1	0,751	118827	-356681
4	0	158159,3	-117362,8	0,683	108025	-248656
5	0	158159,3	40796,5	0,621	98204	-150452
6	0	158159,3	198955,8	0,564	89277	-61175
7	0	158159,3	357115,1	0,513	81161	19986
8	0	158159,3	515274,4	0,467	73782	93768
9	0	158159,3	673433,7	0,424	67075	160843
10	0	158159,3	831593	0,386	60977	221820
11	0	158159,3	989752,3	0,350	55434	277254

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 6 + \frac{750000 - 688825}{81161} = 6,8 \text{ років}$$

3.1.5 Встановлення рекуператорів теплоти

Встановлення рекуператора теплоти є ефективним та перспективним заходом з енергозбереження, який дозволяє зменшити витрати на енергію та сприяє створенню більш екологічно чистого середовища.

Рекуператори теплоти дозволяють відновлювати тепло, яке вже було витрачено в процесах вентиляції або видалення відходів, що значно зменшує витрати на опалення чи охолодження.



Рисунок 3.2 – Рекуператор теплоти [20]

Виробником рекомендується встановити 35 рекуператорів Venst, які будуть встановлені в кожному робочому кабінеті.

Визначемо економію теплової енергії при використанні рекуператора Venst:

$$\Delta Q_{e.g} = \eta \cdot Q_{e.g} = 0,2 \cdot 38402,3 = 7680,5 \text{ Вт.}$$

Знайдемо різницю тепловтрат через витяжну вентиляцію за рік:

$$Q_{втр}^{рік} = 7680,5 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 187 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 16392,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \approx 14,1 \text{ Гкал.}$$

Річна економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 14,1 \cdot 2630,57 = 37084,4 \text{ грн} / \text{рік.}$$

Згідно інформації виробника вартість однієї установки становить 4500 грн [20], доставка безкоштовна. Вартість робіт по встановленню складає 30% від вартості установки. Вартість впровадження заходу знаходимо по формулі :

$$K = n \cdot (C_{тов} + C_{роб}) = 35 \cdot (4500 + 0,3 \cdot 4500) = 204750 \text{ грн.}$$

					Арк.
					54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Термін окупності складе:

$$T_{ок} = \frac{204750}{37084,4} = 5,5 \text{ років.}$$

Визначимо дисконтований термін окупності даного енергозберігаючого заходу.

Методика розрахунку наведено в [16].

Результати розрахунку наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку дисконтованого терміну окупності

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати), грн	Вигоди D (дохід), грн	чистий грошовий потік, P_t , грн	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведен а дисконтна вартість, грн.	NPV, грн
0	-204750	-204750		1		
1	0	37084,4	-167665,6	0,909	33713	-171037
2	0	37084,4	-130581,2	0,826	30648	-140389
3	0	37084,4	-93496,8	0,751	27862	-112527
4	0	37084,4	-56412,4	0,683	25329	-87197
5	0	37084,4	-19328	0,621	23026	-64171
6	0	37084,4	17756,4	0,564	20933	-43238
7	0	37084,4	54840,8	0,513	19030	-24208
8	0	37084,4	91925,2	0,467	17300	-6907
9	0	37084,4	129009,6	0,424	15727	8820
10	0	37084,4	166094	0,386	14298	23118
11	0	37084,4	203178,4	0,350	12998	36115

Дисконтований термін окупності згідно [16]:

$$PP = 8 + \frac{204750 - 197843}{15727} = 8,1 \text{ років}$$

3.2 Висновки за розділом

Запропоновано та виконано розрахунок енергозберігаючих заходів.

Поступове впровадження дозволяє розподілити капітальні витрати на декілька етапів, зменшуючи фінансове навантаження на підприємство. При цьому планована економія може поступово надавати покриття для витрат на наступні етапи впровадження.

Основні переваги такого підходу:

1. Поступовість: впровадження заходів поступово дозволяє підприємству адаптуватися до змін і забезпечує стабільність у фінансовому плануванні.
2. Ефективність витрат: капітальні витрати розподіляються на кілька років, що дозволяє зменшити вплив на ліквідність підприємства.
3. Економія енергоресурсів: поступове впровадження енергозберігаючих заходів дозволяє здійснити економію енергії поетапно, починаючи з найбільш важливих областей.
4. Постійний моніторинг: під час кожного етапу впровадження можна проводити моніторинг ефективності та вносити корективи в стратегію впровадження.
5. Соціальна підтримка: поступове впровадження може бути краще сприйняте співробітниками та іншими зацікавленими сторонами, оскільки це дозволяє мінімізувати вплив на робочі процеси.

					Арк.
					56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження адміністративної будівлі НВП «Насостехкомплект», що знаходиться за адресою м. Суми, вул. 2-а Заводська буд.1 та її систем енергозабезпечення.

Економія в споживанні енергоресурсів досягається за рахунок вдосконалення систем енергозабезпечення, впровадження нової техніки, зменшення витрат енергії, робота обладнання в економних режимах.

У розділі «ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» виконано візуальне обстеження описано дійсний стан будівлі та енергетичних систем. Виконано аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті. Здійснено порівняльний аналіз дійсних показників енергоспоживання з нормативними. Виконано опис приладів обліку енергетичних ресурсів та результати інструментального обстеження.

У розділі «КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ» наведено основні положення методики розрахункового аналізу та представлення результатів розрахунку.

Виконано розрахунок теплової потужності будівлі, яка склала 167408,4 Вт.

У розділі «ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ» виконано опис та розрахунок запропонованих енергозберігаючих заходів:

1) Утеплення зовнішніх стін будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 735048 грн; економія в грошовому еквіваленті – 190190,2грн; термін окупності заходу – 3,9 років, дисконтований термін окупності – 5,1 роки);

2) утеплення горищного перекриття будівлі (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 642500 грн; економія в грошовому еквіваленті – 283049,3 грн; термін окупності заходу – 2,3 роки, дисконтований термін окупності – 2,7 років);

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) заміна ламп розжарення на світлодіодні (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 6000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 72540 грн; термін окупності заходу – 0,1 року);

4) встановлення сонячних панелей на даху будинку для підігріву холодної води для побутових потреб (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 750000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 158159,3 грн; термін окупності заходу – 4,7 роки, дисконтований термін окупності – 6,8 роки);

5) Встановлення рекуператора теплоти (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 204750 грн; економія в грошовому еквіваленті – 37084,4 грн; термін окупності заходу – 5,5 років, дисконтований термін окупності – 8,1 років).

У Додатку А «ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ» розглядалося питання «»

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергозбереження - пріоритетний напрямок енергетичної політики та підвищення енергетичної безпеки України [електронний ресурс] Режим посилання: <http://db.niss.gov.ua/docs/energy/146.htm>
2. СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ УКРАЇНИ [електронний ресурс] Режим посилання: <https://dspace.udpu.edu.ua/jspui/bitstream/>
3. Елеваторний вузол [електронний ресурс] Режим посилання: https://www.truba.ua/ua/library/art-porivnjannja_individualnogo_teplovogo
4. Лічильник електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://galychenergo.prom.ua/p350406523-lichilnik-elektroenergiyi-odnofaznij.html>
5. Лічильник холодної води [електронний ресурс] Режим посилання: <http://ve-ltd.com.ua/katalog-tovarov/schetchiki-vody/schetchik-vody-sensus-sensus-wp-dynamic-50-50-du50-kh-v-detail>
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство розвитку громад, 2022. – 23 с.
7. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
8. Норма споживання холодної води [електронний ресурс] Режим посилання:
9. Термометр кімнатний [електронний ресурс] Режим посилання: <https://don.kyivcity.gov.ua/files/2014/10/1/Toolkit-description.pdf>.
10. Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-H1.
11. Рулетка вимірювальна [електронний ресурс] Режим посилання: <https://toolsua.com.ua/product/ruleтка-izmeritelnaya-10m/a12ddae3994411e7/>
12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. 01.12.1999. Київ-150 с.

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014р.

14. Мінеральна вата [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ars.ua/budivelni-materiali/teplo-i-zvukoizoljacija/mineralna-vata/>

15. Роботи по утепленню в м.Суми [електронний ресурс] Режим посилання: <https://termobloki.org.ua/uk/uteplennja-fasadiv-vartist-uteplennja-fasadu-vibiraiemo-najekonomnishij-sposib/>

16. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів / укладачі: І.М.Сотник, О. М. Маценко, О. М. Соляник. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 48с.

17. Пінополіуретан [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.ppu-protection.com/pinopoliuretan/shho-take-pinopoliuretan/>

18. Світлодіодні лампи [електронний ресурс] Режим посилання: https://lb.ua/society/2022/02/10/505153_shcho_take_svitlodiodni_lampi_led_ihni.html

19. Сонячні панелі [електронний ресурс] Режим посилання: <https://ecoaction.org.ua/paneli-ta-bahatopoverkhivka.html>

20. Рекуператор теплоти [електронний ресурс] Режим посилання:

21. Повітря робочої зони [електронний ресурс] Режим посилання: <http://www.ztec.com.ua/ztec/e-lib/%D0%9E%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%208%20%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%20%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%BE%D1%97%20%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B8.pdf>

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Причини забруднення і характер впливу повітря робочої зони на працівників

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. Шкідлива речовина - це речовина, що контактуючи з організмом людини, може спричинювати захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь [21].

Шкідливі речовини можуть потрапити в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи проникають пари, газо - та пилоподібні речовини, а через шкіру - переважно рідини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання або при внесенні їх у рот забрудненими руками. Найчастіше промислові шкідливі речовини потрапляють в організм людини через дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м²) всмоктувальній поверхні легень утворюються сприятливі умови для надходження шкідливих речовин у кров, яка розносить їх по всьому організму [21].

Слід зазначити, що ураження шкіри (порізи, рани) прискорюють проникнення шкідливих речовин в організм людини. Шкідливі речовини, що потрапили тим чи іншим шляхом у організм, можуть зумовлювати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху, яким вони потрапили в організм, метеорологічних умов,

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуальних особливостей організму та ін. Гострі отруєння виникають у результаті короткочасної (протягом доби) дії значних доз шкідливих речовин.

Хронічні отруєння виникають унаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин, що дещо перевищують ГДК. Шкідливі речовини, потрапивши в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору - у зубах, марганцю - у печінці і т. ін. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване депо і затримуватись у ньому тривалий час. При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й спричинювати "накопичення" функціональних ефектів (функціональна кумуляція). У санітарно-гігієнічній практиці прийнято поділяти шкідливі речовини на хімічні речовини та промисловий пил [21].

Досить поширений небезпечний та шкідливий виробничий чинник. Від пилу потерпають робітники гірничодобувної промисловості, машинобудування, металургії, текстильної промисловості, сільського господарства і т. ін. Залежно від походження пил може бути органічним (тваринний, рослинний, штучний), неорганічним (металевий, мінеральний) та змішаним.

Пил може чинити на людину фіброгенний вплив, через що у легенях спостерігається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Шкідливість виробничого пилу зумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, у першу чергу, пневмоконіози. Уражаюча дія пилу, в основному, визначається його токсичністю та особливістю дії на організм людини, концентрацією, дисперсністю (розміром) частинок пилу, їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею і т. ін. Необхідно враховувати, що у виробничих умовах працівники зазвичай зазнають одночасного впливу кількох шкідливих речовин, у тому числі й пилу. При цьому їхня спільна дія може бути взаємопідсиленою, взаємопослабленою чи "незалежною". На дію шкідливих речовин впливають також інші шкідливі й небезпечні чинники.

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, підвищена температура і вологість як і значне м'язове напруження, в більшості випадків підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах, проводяться обов'язкові попередні (при прийнятті на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 міс, залежно від токсичності речовин) медичні огляди [21].

Гранично допустима концентрація шкідливої речовини у повітрі робочої зони встановлюється для речовин, що здатні чинити шкідливий вплив на організм працюючих при інгаляційному надходженні. За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (ГОСТ 12.1.007-76):

- 1-й - речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше 0,1 мг/м³ (свинець, ртуть, озон та ін.);
- 2-й - речовини високонебезпечні, ГДК 0,1-1,0 мг/м³ (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги та ін.);
- 3-й - речовини помірно небезпечні, ГДК 1,1-10,0 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий та ін.);
- 4-й - речовини малонебезпечні, ГДК понад 10,0 мг/м³ (аміак, бензин, ацетон, гас та ін.) [21].

Для контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі виробничих приміщень та робочих зон використовують наступні методи [6]:

- експрес-метод, який ґрунтується на явищі колориметрії (зміні кольору індикаторного порошку в результаті дії відповідної шкідливої речовини) і дозволяє швидко та з достатньою точністю визначити концентрацію шкідливої речовини безпосередньо у робочій зоні. Для цього використовують газоаналізатори.

- лабораторний метод, що полягає у відборі проб повітря з робочої зони і проведенні фізико-хімічного аналізу (хроматографічного, фотоколориметричного

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та ін.) у лабораторних умовах. Цей метод дозволяє одержати точні результати, однак вимагає значного часу.

- метод неперервної автоматичної реєстрації вмісту в повітрі шкідливих хімічних речовин з використанням газоаналізаторів та газосигналізаторів.

До загальних заходів та засобів попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих належать [21]:

- вилучення шкідливих речовин у технологічних процесах, заміна шкідливих речовин менш шкідливими і т. ін. Наприклад, свинцеві білила замінені на цинкові; метиловий спирт - іншими спиртами; органічні розчинники для знежирювання - мийними розчинами на основі води;

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосовування замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів тощо); - автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами, за яких можливий безпосередній контакт працюючих з шкідливими речовинами;

- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укриттів;

- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очищення викидів у атмосферу; - попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;

- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;

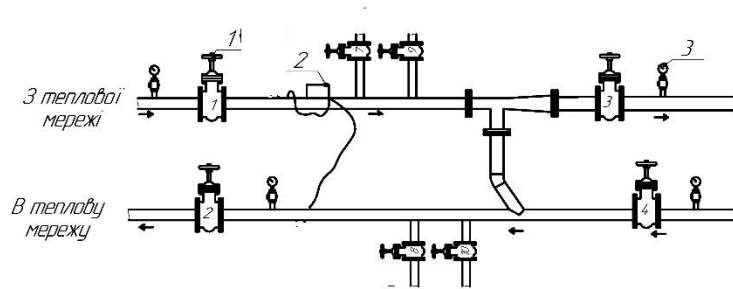
- використання засобів індивідуального захисту.

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б

Схема теплового пункту

Принципова схема теплового пункту



Умовні позначення:
1 – запірна арматура;
2 – лічильник теплової енергії;
3 – манометр.

					Арк.
					65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	