

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі КП "Міськводоканал" за адресою вул. Білопільський шлях, 9».

Здобувача(ки) групи ЕМ-01/1 Говорун Катерина Сергіївни
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ (підпис)

Катерина Говорун

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник Зав. Кафедри ПГМ д.т.н., професор Микола СОТНИК
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 55 с., 11 таблиць, 3 додатки, 8 рисунків, 12 літературних джерела.

Графічні матеріали: схема будівлі, що обстежувалася.

Мета роботи: проведення енергетичного обстеження системи електропостачання, холодного водопостачання, розробка проекту з установки сонячної електростанції, задля економії електроенергії та у разі її відключень. Стан системи теплопостачання обстежували без фіксації реальних показників теплоспоживання, бо обстеження проводилося поза межами опалювального періоду.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка енергозберігаючого заходу із економії електроенергії.

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі Пришибської ВНС, аналіз і надання рекомендацій з їх ефективного використання.

Об'єктом є використання енергоносіїв на Пришибській ВНС.

Методи дослідження: інструментальне вимірювання освітленості, статистичний аналіз споживання електроенергії, включаючи подобові тенденції, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

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

Тема роботи – «Підвищення енергоефективності функціонування систем енергозабезпечення адміністративної будівлі КП "Міськводоканал" за адресою вул. Білопільський шлях, 9».

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	7
1.1 Загальна інформація про підприємство та його фінансовий стан	7
1.2 Виробничі потужності	7
1.3 Призначення об'єкта енергетичного обстеження.....	10
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв	10
1.5 Існуючі тарифи на енергоносії і воду (станом на 31.06.2023)	13
1.6 Попередні заходи з енергозбереження.....	14
2 ПОТОЧНИЙ СТАН ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	15
2.1 Обстеження огорожуючих конструкцій	15
2.2 Обстеження енергетичних систем і систем водопостачання.....	21
3 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ.....	36
3.1 Опис методів та приладів вимірювання.....	36
3.2 Аналіз результатів вимірювання	36
4 ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ.....	35
4.1 Перелік енергозберігаючих заходів	35
4.2 Опис заходів	36
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	49
ДОДАТОК А	53
ДОДАТОК Б	54
ДОДАТОК В.....	55

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		<i>Говорун</i>			Літ.
Перевірів		<i>Сотник</i>			Аркуш
					Аркушів
					2
					29
					4
Н. Контр.					ЕМ-01/1
Затв.					

ВСТУП

Енергетичний аудит — це експертиза житлового будинку або підприємства, проведена спеціалізованим фахівцем з енергетичної сертифікації будівель, метою якої є з'ясувати його технічний стан та ефективність споживання енергії.

Енергоаудит є інструментом повної оцінки споживання паливно-енергетичних ресурсів, розробки ефектів управління та оцінки ступеня ефективності цих ефектів. Таким чином, енергоаудит (енергетична оцінка) є безперервно діючим механізмом безперервного моніторингу, контролю, перевірки та вдосконалення цього рівня функціонування системи [1].

Предметом енергоаудиту є система перевірки споживання палива та енергії, аналізи та рекомендації щодо ефективного використання джерел енергії.

Основна мета енергоаудиту – знайти можливості енергозбереження та допомогти компаніям визначити ефективні заходи енергозбереження. Суб'єктом енергоаудиту є суб'єкти господарської діяльності різних форм власності.

Метою енергоаудиту є вирішення наступних проблем:

- Створення карт енергоспоживання об'єкта;
- Розробка організаційно-технічних заходів щодо скорочення енерговитрат.
- Визначення потенціалу енергозбереження;
- Фінансова оцінка організаційно-технічних заходів;

Енергоаудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або компанії, уповноважені на це комерційними підприємствами. Воно може здійснюватися з ініціативи суб'єктів і у випадках, встановлених законом. Ефективність і повнота аудиту багато в чому залежить від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Енергетична ефективність – це кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході.

Основні етапи енергетичного аудиту: I етап. Отримання інформації про об'єкт енергоаудиту; II етап. Вивчення паливно-енергетичних потоків по об'єкту в цілому і окремим підрозділам; III етап. Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів об'єктом; IV етап. Поглиблений енергетичний аудит окремих технологічних процесів і енергоспоживачів; V етап. Підведення підсумків енергетичного аудиту.

Мета та призначення представленого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв КП «Місьководоканал» СМР, що розташований за адресою: м. Суми, вулиця Білопільський Шлях, 9, та розробка енергозберігаючих заходів з метою скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження: розробка енергозберігаючих заходів із економії паливноенергетичних ресурсів КП «Місьководоканал» за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об'єкті. Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження: звіт з виробничої практики, енергетичний паспорт КП «Місьководоканал».

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальна інформація про підприємство та його фінансовий стан

Підприємство розпочало роботу в 1894 році.

Підприємство є комунальним унітарним підприємством, яке засновано на комунальній власності територіальної громади міста Суми. Майно КП «Міськводоканал» Сумської міської ради належить підприємству на підставі господарського віддання. Підприємство володіє і користується закріпленим за ним майном на свій розсуд та несе відповідальність за своїми зобов'язаннями в межах належного йому майна, згідно з чинним законодавством [2].

Основною діяльністю КП «Міськводоканал» Сумської міської ради є забезпечення підприємств, установ, організацій та населення водою, здійснення відведення та очищення стічних вод [2].

1.2 Виробничі потужності

Для водозабезпечення міста задіяно шість водозаборів: Лепехівський, Лучанський, Ново-Оболонський, Пришибський, Тополянський та Токарівський. Вода подається цілодобово з підземних джерел верхньокрейдяного горизонту (глибина свердловин 100-135 м), сеноман-нижньокрейдяного комплексу (глибина свердловин 520- 650 м).

Загальна потужність водозаборів складає 80,28 тис.м³ на добу.

Фактична подача води в місто складає 46 -51 тис.м³/добу.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Чисельність населення, якому надаються послуги з централізованого водопостачання - 256, 1 тис. чол.

На балансі КП «Міськводоканал» СМР знаходиться 76 артезіанських свердловин, з них 48 одиниць – в робочому стані, 5 одиниць – незадіяних та наглядових, 23 одиниці – потребують ремонту, геофізичного обстеження та тампонажу.

Водопостачання здійснюється по водопровідних мережах загальною довжиною 536, 387 км, діаметром від 100 мм до 800 мм (з них зношених 253,929 км), у тому числі:

- внутрішньомайданчикових мереж водозаборів – 25,592 км;
- водоводів – 43,711 км;
- вуличних водопровідних мереж – 365,252 км;
- внутрішньоквартальних мереж та будинкових вводів – 101,832 км;
- водорозбірних колонок - 251 одиниця (робочих- орієнтовно 187 один.)

Чисельність населення, якому надаються послуги з централізованого водовідведення - 216, 4 тис. чол.

Водовідведення здійснюється 19-ма каналізаційними насосними станціями за допомогою самотічних та напірних каналізаційних мереж загальною довжиною 338,592 км (з них зношених 196,558 км), у тому числі:

- напірних колекторів - 43,041 км;
- вуличних каналізаційних мереж – 139,835 км;
- внутрішньоквартальних каналізаційних мереж – 155,717 км.

Очисні споруди проектною потужністю 135 тис.м³/добу забезпечують необхідну очистку стічних вод згідно з вимогами регламенту, санітарно-

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

епідеміологічних органів, екологічної інспекції. Фактично очисні споруди забезпечують очистку стічних вод в об'ємі 35-60 тис.м³ на добу [2].

Знезаражування стоків здійснюється гіпохлоритом натрію.

Вказані потужності водопроводу та каналізації дають можливість забезпечувати безпосереднє, цілодобове водопостачання споживачів та забезпечувати пропуск і очистку стічних вод.

Підприємство має ремонтну базу, оснащене землерийною та автотранспортною технікою в необхідній кількості, що дозволяє забезпечувати виконання робіт по ліквідації аварій та виконувати обсяги капітального, поточного ремонту та технічного обслуговування мереж, споруд та технологічного обладнання [2].

Технічні характеристики будинку:

- рік побудови 1894 р.;
- кількість поверхів 4 поверхи;
- опалювальна площа 2143,2 м² ;
- опалювальний об'єм будівлі 30 004,8 м³.

Забезпечення підприємства тепловою енергією на потреби опалення здійснюється власною котельнею. Подача холодної води здійснюється комунальним підприємством «Міськводоканал». Під час енергоаудиту розглядалися наступні шляхи економії енергоресурсів:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни);
- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля);
- оснащення котлів рекуператорами та автоматичними системами управління режимами горіння палива.

						Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3 Призначення об'єкта енергетичного обстеження

Адміністративно – побутова будівля розташована за адресою: м. Суми,
вулиця Білопільський Шлях, 9.

Керівництво:

- Директор (завідуючий) – Сагач Анатолій Григорович
- Головний інженер – Жуков Олексій Миколайович
- Головний енергетик – Бондаренко Євген Павлович (наданий момент виконує обов'язки начальника відділу головного енергетика)

Склад людей:

КП «Міськводоканал» має 765 співробітників.

Графік роботи офісних працівників: 7:30 – 16:30

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв

Річне споживання енергоносіїв за останні роки наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Обсяги та динаміка споживання ПЕР за 2020-2022 роки.

Види ПЕР	Одиниця виміру	Обсяги споживання за роками		
		2021 р.	2022 р.	2023 р.
Газ	тис. м ³	222	228,9	184,7
Теплоенергія	Гкал	1519,1	1611	1376,5
Електроенергія	тис. кВт·год	26192,7	26064,8	20 290, 941
Вода	м ³	КП «Міськводоканал» не розповсюджує інформацію про к-ть піднятої води		

					Лист
					10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

На рис. 1.1-1.2 показано графіки витрат теплової енергії на потреби опалення і кількості градусо-діб, а також витрат води за місяцями року. Графік побудовано за результатами аналізу дійсних помісячних витрат теплоти на потреби опалення, а також аналізу середньомісячних температур зовнішнього повітря. Кількість градусо-діб визначалась як добуток кількості діб за кожний місяць опалювального періоду на перепад температур внутрішнього повітря та середньомісячної дійсної зовнішнього повітря:

$$\Gamma Д = Д \cdot (t_{в} - t_{сеп})$$

де Д - кількість діб у місяці; $t_{сеп}$ - дійсна середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С, визначається за даними метеостанцій для місця розташування будівлі.

$$t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$$

На рис. 1.1 зображено графіки споживання холодної води у 2021, 2022, 2023 роках. Помісячне витрати споживання на води наведені у додатку А.

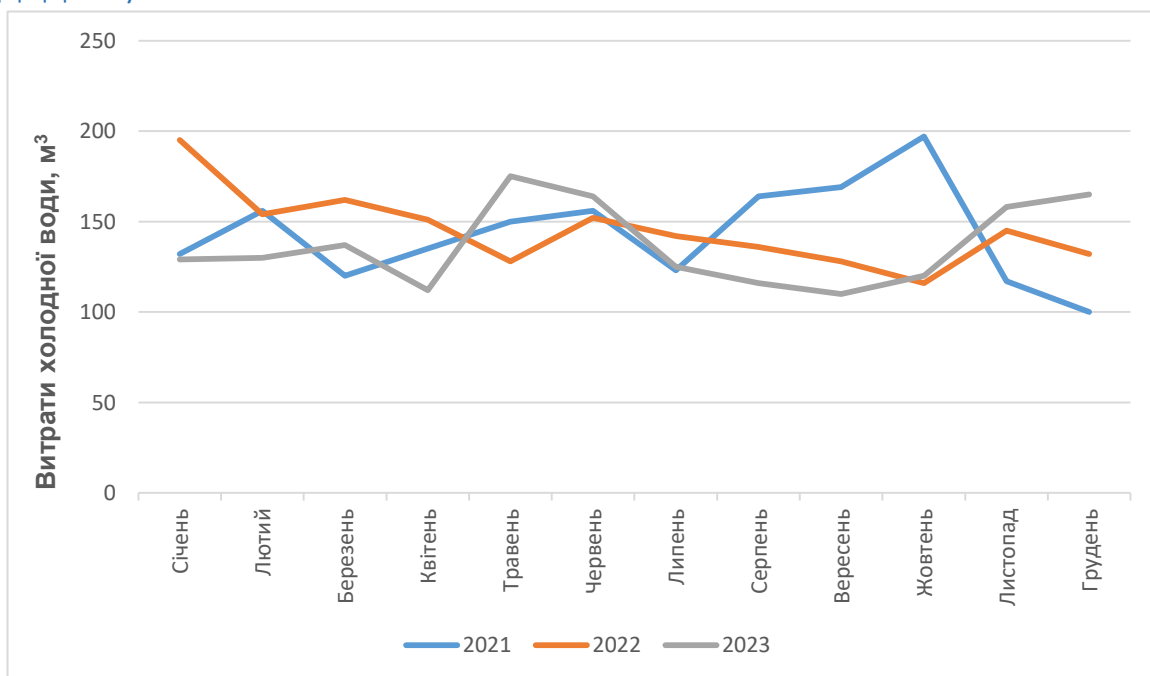


Рисунок 1.1 - Графіки споживання холодної води у 2021, 2022, 2023 роках.

Витрати води у будівлі залежить від графіку роботи, пори року.

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і

відомій кількості працюючих у будівлі визначено питомі показники витрат холодної води на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами споживання води на одну особу відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» [3].

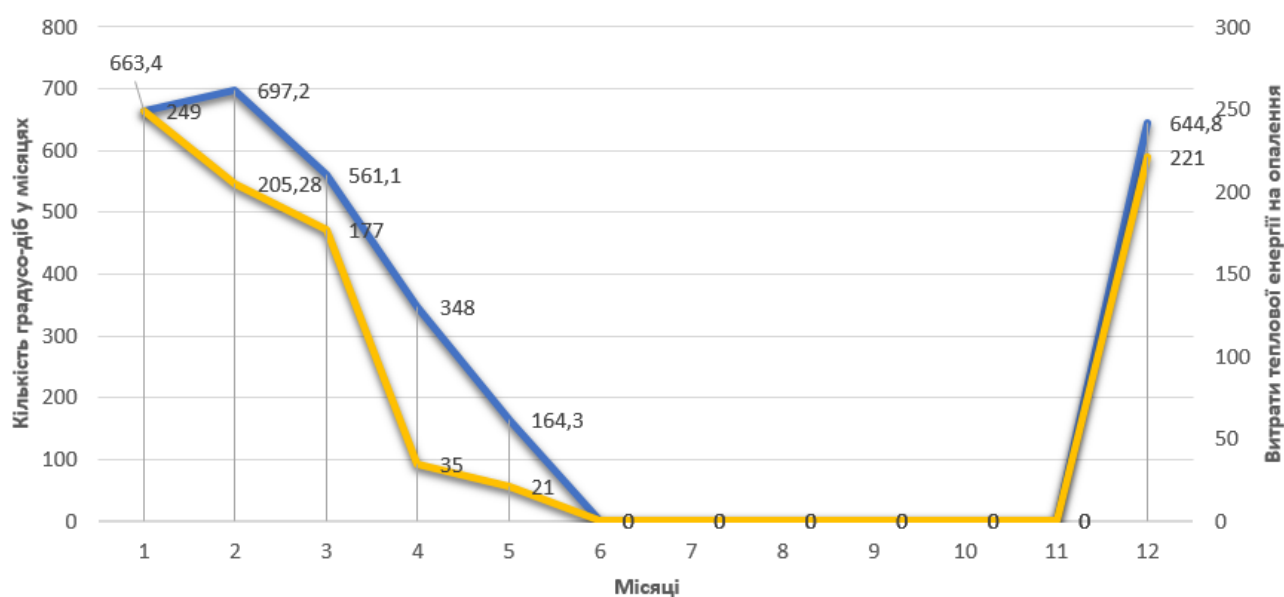
Значення фактичних питомих витрат холодної води в л/особу за добу становлять:

- за 2021 рік – 6,2 л/особу ;
- за 2022 рік – 6,3 л/особу;
- за 2023 рік – 5,9 л/особу.

Норма витрат холодної води для освітніх закладів становить 8 л/особу.

Фактичні витрати води не перевищують нормованих.

На рис. 1.2 зображено графік витрат теплоти за 2023 рік на потреби опалення і градусо-днів за місяцями.



						Лист
						1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рисунок 1.2 – Графіки витрат теплоти за 2023 рік на потреби опалення і градусо-діб за місяцями.

Кількість теплової енергії, спожитої будівлею на опалення за 2023 рік зазначена у додатку Б.

Витрати теплоти на потреби опалення залежать від температури зовнішнього повітря і кількості градусо-діб. Збільшення кількості градусо-діб має спричинювати відповідне зростання витрат природного газу на опалення. Як свідчить аналіз рис. 1.2, регулювання відпуску теплоти на потреби опалення не відповідає зміні градусо-діб.

Значення фактичних питомих тепловитрат на опалення за опалювальний період $q_{\text{буд}}$ становлять:

$$\text{За 2021 рік } q_{\text{буд}} = 58,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

$$\text{За 2022 рік } q_{\text{буд}} = 62,44 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

$$\text{За 2023 рік } q_{\text{буд}} = 53,33 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

Нормативна максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$, що встановлюється залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації будинку, $E_{\text{мах}}=38 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$ [3].

Порівняння нормативної величини тепловитрат і дійсних тепловитрат показує, що будівля не відповідає вимогам чинної нормативної документації.

1.5 Існуючі тарифи на енергоносії і воду (станом на 31.06.2023)

Електрична енергія: 6,471 грн/кВт· год,

						Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теплопостачання: 1864 грн. 37 коп з ПДВ грн/Гкал (оскільки КП «Міськводоканал» має власну котельню, то за такою ціною продає теплоенергію сусідньому будинку),

Природний газ: 38 489 грн 39 коп/1000 м³ з ПДВ грн/м³,

Вода: 15,984 з ПДВ грн/м³ (для споживачів).

1.6 Попередні заходи з енергозбереження

- переоснащення артезіанських свердловин водопідіймними колонками [1];
- переоснащення насосного агрегату на свердловині Лепехівського водозабору [1];
- придбання шафи керування для Лучанської ВНС II підйому;
- придбання насосного агрегату для КНС-18;
- придбання насосного агрегату для КНС-18А;
- переоснащення насосного агрегату на свердловині № 8А Ново-Оболонського водозабору [1];
- переоснащення насосного агрегату на свердловині № 1 Токарівського водозабору;
- переоснащення насосного агрегату на свердловині № 13 Лучанського водозабору;
- реконструкція насосного обладнання на Тополянській ВНС в м. Суми.

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ПОТОЧНИЙ СТАН ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Обстеження огорожуючих конструкцій

Об'єкт адміністративно-побутового приміщення складається із однієї будівлі. Зовнішні стіни виконані з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині 230 мм. Далі слідує утеплення з мінеральної вати товщиною 100 мм, а за ним знову шар керамічної цегли 230 мм. Стіни оштукатурені ззовні та з середини цементним розчином товщиною 15 мм та 5 мм відповідно. Зовні стіни викладені плиткою, товщиною 7 мм.

Покриття виконане у вигляді монолітної залізобетонної плити 220 мм, покритої шаром бітумно-полімерної гідроізоляції, керамзиту утеплювача 200 мм, стяжки армованої цементно-піщаної 50 мм, праймеру бітумного 30 мм, гідроізоляційного полотна 30 мм та бітумного покриття.

Підлога виконана у вигляді бетонної плити товщиною 220 мм, покритою цементно-піщаною стяжкою 60 мм, покрита плиткою та лінолеумом.

Світлопрозорі конструкції (вікна) мають пластиковий профіль. Вікна з ПВХ-профілем 364 м².

Двері у приміщенні пластикові з двокамерним склопакетом.

Будівля не має горища, технічного поверху.

Адміністративно-побутове приміщення КП «Міськводоканалу» має централізовану систему тепlopостачання, у якому теплоносієм являється гаряча вода.

Розрахунок тепловтрат по приміщенню

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кількість вікон площею 2·2 становить 91 шт.

$$F_{\text{заг}} = 1746 - 91 \cdot (2 \cdot 2) - 2 \cdot (2 \cdot 0,5) = 1384 \text{ м}^2$$

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma \text{пр}}$ м² · К/Вт зовнішніх стін будівлі розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,23}{0,58} + \frac{0,23}{0,58} + \frac{1}{23} = 3,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тепловтрати через зовнішні стіни будівлі:

$$t_{\text{з.п}} = -25^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{1384}{3,17} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 19646,69 \text{ Вт} = 19,65 \text{ кВт}$$

Розрахункова площа стелі:

$$F_{\text{ст}} = 519,4 \text{ м}^2 \text{ (четвертий поверх)}$$

Приведений опір теплопередачі стелі будівлі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2} + \frac{0,2}{0,16} + \frac{0,005}{0,27} + \frac{1}{23} = 1,53 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

					16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тепловтрати крізь стелю:

$$Q_{\text{стл}} = \frac{519,4}{1,53} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 15276,47 \text{ Вт} = 15,28 \text{ кВт}$$

Термічний опір теплопередачі шарів підлоги на ґрунті:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,06}{0,9} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлоги на ґрунті:

Перша зона:

$$R_{\text{пр}}^{\text{I}} = 2,2 + 0,17 = 2,37 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Друга зона:

$$R_{\text{пр}}^{\text{II}} = 4,3 + 0,17 = 4,47 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Третя зона:

$$R_{\text{пр}}^{\text{III}} = 8,6 + 0,17 = 8,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Четверта зона:

$$R_{\text{пр}}^{\text{IV}} = 14,2 + 0,17 = 14,37 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Розрахункові площі окремих зон підлоги на ґрунті:

					17	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_1 = 15,73 \cdot 46,71 - (15,73 - 4) \cdot (46,71 - 2) = 210,3 \text{ м}^2$$

$$F_2 = (15,73 - 4) \cdot (46,71 - 2) - (15,73 - 8) \cdot (46,71 - 4) = 194,3 \text{ м}^2$$

$$F_3 = (15,73 - 8) \cdot (46,71 - 4) - (15,73 - 12) \cdot (46,71 - 6) = 178,3 \text{ м}^2$$

$$F_4 = (15,73 - 12) \cdot (46,71 - 6) = 151,84 \text{ м}^2$$

Втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті:

$$Q_{\text{підл}} = \left(\frac{210,3}{2,37} + \frac{194,3}{4,47} + \frac{178,3}{8,77} + \frac{151,84}{14,37} \right) \cdot (20 - 6) = 2283,38 \text{ Вт}$$
$$= 2,28 \text{ кВт}$$

Розрахункова площа дверей (2 шт):

$$F_{\text{дв}} = 2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 2 \text{ м}^2$$

Тепловтрати крізь двері:

Приведений опір (дійсний опір) теплопередачі вхідних дверей будівлі:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{0,58} + \frac{0,005}{0,42} + \frac{1}{23} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$Q_{\text{з.д}} = \frac{2}{0,17} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 529,41 \text{ Вт}$$

Розрахункова площа віконних отворів:

					18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{\text{вік}} = 91 \cdot (2 \cdot 2) = 364 \text{ м}^2$$

Тепловтрати крізь вікна:

$$Q_{\text{вік}} = \frac{364}{0,58} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 28241,38 \text{ Вт} = 28,24 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$\begin{aligned} Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} &= 0,28 \cdot G_{\text{н.вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot n_{\text{в}} \\ &= 0,28 \cdot 6 \cdot 364 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) = 27655,99 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері:

$$G_{\text{вр}} = B \cdot H \cdot \left[0,33 \cdot k_q \cdot \left(g \cdot H \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_c} \right) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot \nu \right] \cdot \rho_c, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\begin{aligned} G_{\text{вр}} &= 2 \cdot (2 \cdot 0,5) \cdot \left[0,33 \cdot 0,8 \cdot \left(9,81 \cdot 2 \cdot \frac{0,05}{1,25} \right) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot 2,1 \right] \cdot 1,25 \\ &= 0,92 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \end{aligned}$$

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_{\text{в}} + t_{\text{ср,он}})]}$$

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (20 - 0,7)]} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta\rho = 1,3 - 1,25 = 0,05 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

					19	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у ворота без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = G_{\text{вр}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з,р}}) \cdot k_{\text{в}}, \text{кВт}$$

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 0,92 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) \cdot \frac{15}{60} = 10402 \text{ Вт} = 10,4 \text{ кВт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність воріт

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

$$G_{\text{з,д}} = b_{\text{н,д}} \cdot L_{\text{н,д}} \cdot v_{\text{ср,н,д}} \cdot \rho_{\text{н}} \cdot 3600$$

$$G_{\text{з,д}} = 0,005 \cdot 9 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 168,48 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

$$Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 168,48 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-25)) = 2139 \text{ Вт} = 2,14 \text{ кВт}$$

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

$$\sum Q_{\text{інф}} = Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} + Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}}$$

$$\sum Q_{\text{інф}} = 27655,99 + 10402 + 2139 = 40\,196,99 \text{ Вт} = 40,19 \text{ кВт}$$

Розподіл розрахункових теплових втрат через будівельні конструкції будівлі та інфільтрацію наведено у таблиці 2.1.

					20	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 2.1 - Структура теплових втрат будівельних конструкцій

	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	19,65	19
Стеля	15,28	15
Вікна	28,24	26,5
Двері	0,53	0,5
Підлога	2,28	2
Інфільтрація	40,19	37
Разом	106,17	100

Розподіл теплових втрат зображено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 - Розподіл теплових втрат

2.2 Обстеження енергетичних систем і систем водопостачання

2.2.1 Система опалення

КП «Міськводоканал» має власну котельню, у якій теплоносієм являється гаряча вода. Система двотрубна зі штучною циркуляцією теплоносія. Енергоносієм є природний газ, ККД системи теплопостачання 91%. Приєднана максимальна потужність системи 197,7 Гкал/год. Приєднання опалювальних приладів до теплопроводів здійснене «зверху вниз». Опалювальні прилади – біметалеві секційні радіатори та сталеві панельні акорди. Їх сумарна кількість сягає 80 штук з потужністю в 1-2 кВт в залежності від площі приміщення, де вони встановлені.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 60/50 °С. Розрахунковий перепад температур у системі опалення будівлі 60/50 °С. На момент проходження практики, опалення було вимкнене.

У тепловому вузлі вводу будівлі встановлене наступне обладнання: запірна арматура – засувки, лічильник теплоти на подавальному трубопроводі.

Схема теплопункту наведена на рисунку 2.2.

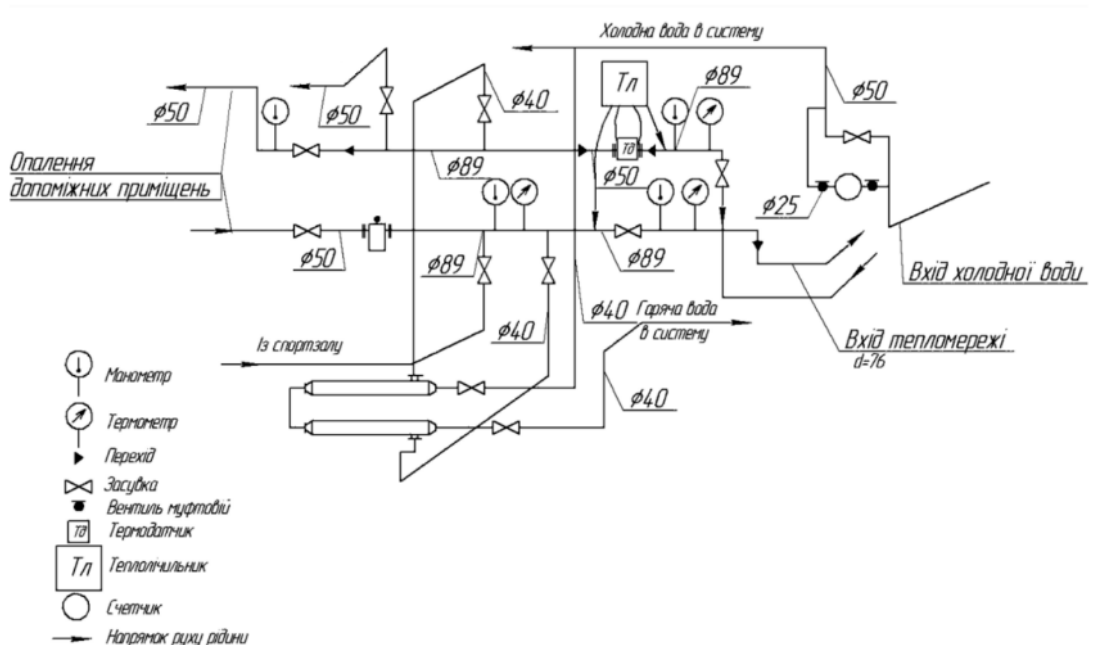


Рисунок 2.2 – Схема теплопункту

2.2.2 Система холодного водопостачання

Водопостачання здійснюється Комунальним підприємством «Міськводоканал», м. Суми. Основні споживачі холодної води в адміністративно-побутовому приміщенні: крани. Недоліків у конструкції і експлуатації системи холодного водопостачання не встановлено.

2.2.3 Системи вентиляції

Адміністративно-побутове приміщення обладнане системою природної вентиляції. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нещільності світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішні двері. Також наявні кондиціонери. Лабораторія обладнана механічною витяжкою, що функціонує з 2016 року. Витяжний потік розрахунковий 1040 м³/год. Період дії 3 год/день (5 через 2 дні). Засувки мають ручне регулювання.

2.2.4 Система освітлення

У приміщенні наявні світильники зі світлодіодними лампами (115 шт. загальною потужністю 4140 Вт), люмінесцентна лампа 10 Вт (6 шт. загальною потужністю 60 Вт). Загальна потужність освітлення 4,2 кВт. Річна тривалість роботи систем освітлення - 1280 год. Облік електричної енергії і систем освітлення здійснюється за допомогою лічильників типу НІК 2303

					23	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЛАРПІ. Постачання електричної енергії здійснюється ПАТ «Сумиобленерго».

До недоліків можна віднести неефективне використання приладів освітлення та забрудненість освітлювальних приладів.

2.2.5 Система обліку ресурсів

Облік теплової енергії в котельні КП «Міськводоканалу» здійснюється за допомогою загального лічильника відпущеної теплової енергії на житловий будинок. Підприємство оснащено численними приладами обліку водовідпущення як: СВК-М-DN15. Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником активної енергії типу СА4У-И67ОМ; лічильником реактивної енергії типу СР4У-И673М та лічильником активної енергії типу «Енергія-9» СТК3 і т.д. Постачання електричної енергії здійснюється ПАТ «Сумиобленерго». Термін повірки 4 або 6 років.

					24	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

3.1 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення аудиту Міськводоканалу використовувались наступні вимірювальні прилади:

- вимірювальна рулетка;
- універсальний вимірювач;
- лазерний пірометр;
- тепловізор;
- фотометр.

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу 10м, похибка 5мм.

Для визначення температури в приміщенні та зовні використовували універсальний вимірювач температури, вологості та точки роси Testo 605-H1 (рис.3.1). Його технічні характеристики представлені в таблиці 3.1.



Рисунок 3.1 – Універсальний вимірювач Testo 605-Н1

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-N1

Параметр	Значення
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:	16мм
- в основі	12 мм
- біля чутливого елемента	

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

Температуру теплоносія у трубопроводах вимірювали лазерним пірометром MiniTemp MT2 фірми Raytek (рис. 3.2).

Переносний низькотемпературний пірометр моделі MT2 – швидкодіючий, компактний та легкий у використанні пірометр пістолетного типу. Пірометр дуже простий у використанні завдяки лазерному прицілу та дисплею,

розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта (опалювального пристрою).

Принцип дії лазерного пірометра заснований на вимірюванні потужності теплового випромінювання об'єкта вимірювання, переважно в діапазонах інфрачервоного випромінювання та видимого світла.

На рис. 3.2 зображено лазерний пірометр, за допомогою якого проводились вимірювання.



Рисунок 3.2 – лазерний пірометр MiniTemp MT2

Технічні характеристики лазерного пірометра MiniTemp MT2 наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики лазерного пірометра MiniTemp MT2

Параметр	Значення
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Точковий цілевказівник
Збереження інформації на дисплеї	7 секунд
Підсвічування екрану	автоматичне
Оптичне розрішення	1:6
Допустима відстань	до 100 см
Діапазон вимірювань	від -18 °C до +275 °C
Точність, %	±2
Час спрацювання, м сек	500
Робоча температура,	0...50
Живлення	9В (батарейка або акумулятор)
Розміри, мм	152*101*38
Вага, кг	0,227

Для визначення температури, стану огорожуючих конструкцій будівлі, місць втрат тепла, порушень роботи опалювальних приладів використовували такий прилад, як тепловізор FlukeTi25 (рис.3.3). Його основні технічні характеристики представлені у табл.3.3.



Рисунок 3.3 – Тепловізор FlukeTi25

Таблиця 3.3 – Основні технічні характеристики тепловізора FlukeTi25

Діапазон вимірювання температури	Від -20 °C до +350 °C (від -20 °C до +100 °C)
Похибка вимірювання температури	±2 °C , але не більше 2%
Мінімальна відстань фокусування	Об'єктив тепловізора 15 см, Фотооб'єктив 48 см
Частота зміни кадрів	9 Гц
Тип інфрачервоного об'єктива	Об'єктив 20мм, F =0,8
Спектральний діапазон	Від 7,5 мкм до 14 мкм
Час автономної роботи від батареї	3-4 год

Для визначення освітленості у робочих приміщеннях досліджуваної будівлі було використано фотометр цифровий ТЕС0693 (рис. 3.4).

Він використовується для вимірювання як природної так і штучної освітленості, а також для вимірювання яскравості не самосвітних об'єктів. Його технічні характеристики наведено у табл. 4.4.



Рисунок 3.4 – Фотометр цифровий ТЕС0693

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики фотометра цифрового ТЕС0693

Діапазон вимірювання освітленості, лк	$10^{-1} - 10^5$
Спектральний діапазон чутливості приладу, мкм	0,38 – 0,78
Діапазон вимірювання яскравості Кд/м ²	$10 - 2 \cdot 10^5$
Границі основної допустимої відносної похибки, %	± 5
- при вимірюванні освітлення	± 5
- при вимірюванні яскравості	± 7
- при індивідуальній атестації	± 36
Час безперервної роботи без підзарядки акумуляторів, год	6
Номінальна споживана потужність, Вт	0,1

3.2 Аналіз результатів вимірювання

Результаті вимірювання природної та штучної освітленості по типовим кімнатам міськводоканалу у табл. 4.5.

Таблиця 3.5 – Результати вимірювання фотометром цифровим ТЕС0693

Поверх	Приміщення	Освітленість	
		Природна	Нормативний показник, згідно [5]
I	Тамбур (1шт)	180	
	Кабінет (14шт)	220	
	Коридор (3шт)	200	
	Кладова (1шт)	160	
	Вмивальна (2шт)	220	
	Туалет (3шт)	210	200
	Сходова клітина (3шт)	180	
	Хол (1шт)	240	
	Битове приміщення (2шт)	200	
	Душ (3шт)	180	
	Інші приміщення (5шт)	200	
II	Кабінет (11шт)	230	
	Вмивальня (2шт)	210	
	Коридор (3шт)	210	
	Кладова (3шт)	150	
	Сан.кімната (1шт)	160	
	Туалет (1 шт)	160	

III	Сходова клітина (2шт)	200	
	Їдальня (2шт)	220	
	Кладова (2шт)	150	
	Мийка (1шт)	160	
	Кабінет (15шт)	240	
	Коридор (4шт)	230	200
	Кладова (2шт)	190	
	Вмивальня (1шт)	210	
	Туалет (2шт)	200	
	Сходова клітина (2шт)	230	
	Архів (1шт)	200	
	Вент.камера (3шт)	160	
	IV	Кабінет (15шт)	250
Коридор (4шт)		230	
Душ (1шт)		180	
Вмивальня (1шт)		210	
Кладова (1шт)		190	200
Туалет (1шт)		200	
Сходова клітина (2шт)		220	
Вент.камера (1шт)		180	
Актова зала (1 шт)		210	

Проглянувши і проаналізувавши дані таблиці 3.5 можна зробити висновок, що в більшості приміщень освітленість знаходиться на нормальному рівні, за виключенням тамбуру, кладових, санітарної кімнати,

туалетів, душу та вентиляційних камер. В деяких кабінетах освітленість незначно перевищує нормовану.

Результати вимірювань температури, відносної вологості, точки роси у приміщеннях та температура теплоносія в опалювальних приладах наведено у табл.3.6.

Таблиця 3.6 – Результати вимірювань лазерним пірометром та універсальним вимірювачем

Назва приміщення	Температура усередині, °C	Вологість, %	Температура батарей, °C	Точка роси, °C
Тамбур	17,2	34,7	-	0,9
Кабінети	20,1	34,1	34	2,2
Коридори	18,7	36,5	18	1,4
Кладові	16,8	27,4	-	1,7
Вмивальні	17,5	36,8	28	1,6
Туалети	17,3	37,5	21	1,3
Хол	18,9	30,7	28	0,6
Битові приміщення	16,6	29,2	19	0,9
Душові кімнати	19,2	38,3	24	1,4
Сан.кімната	18,9	35,9	26	2,2
Сходові клітини	20,2	32,4	36	3,1
Архів	16,4	27,4	18	0,8
Вентиляційні камери	16,3	30,5	17	1,5
Актова зала	18,9	33,2	22	1,2

Проаналізувавши дані табл. 3.6 можна зробити висновок, що переважній кількості приміщень будівлі температура знаходиться на значно заниженому, від нормованого 22°C [3], рівні.

Під час тепловізійного обстеження було зроблено 67 теплограм, Детальний аналіз теплограм дав можливість виявити місця місця найбільших втрат тепла.

4 ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ

4.1 Перелік енергозберігаючих заходів

Заходи з терморегуляції будівлі:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стіни);
- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля);

4.2 Опис заходів

4.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін)

Поточний стан

Аналіз балансу теплової енергії показує, що значна частина витрат тепла припадає на витрати через огорожуючі конструкції будівлі. Оскільки стіни складають переважну площу огорожуючих конструкцій, то саме через них проходить більша частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Опис можливостей з енергозбереження

Для утеплення стін будівлі пропонується використати плити пінополістирольні.

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою:

$$\delta_{\text{ут}} = (R_{\text{qmin}} - R_{\text{пр}}) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

					36	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 для І-ї температурної зони нормативне значення коефіцієнту опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлової будівлі має значення $\lambda_{\text{УТ}} = 0,045 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [3].

Зовнішні стіни – $R_{\text{qmin}} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

$$\delta_{\text{УТ}} = (4 - 3,17) \cdot 0,045 = 0,037 \text{ м}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 4 см.

Розрахуємо втрати через стіни після ізоляції по формулі:

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{1384}{4} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 15570 \text{ Вт} = 15,57 \text{ кВт}$$

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

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^{\text{із}}$$

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 19646,69 - 15570 = 4076,69 \text{ Вт}$$

Тепловтрати крізь стіни за опалювальний період за формулою:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{рік}} = Q_{\text{ст}} \cdot \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{ср.оп}})}{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})} \cdot 24 \cdot n_{\text{оп}}$$

					37	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

де $t_{\text{ср.оп}} = -1,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$;

$n_{\text{оп}}$ – тривалість опалювального періоду.

$$Q_{\text{ст}}^{\text{рік}} = 4,077 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 185 = 8608,5 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} = 2,391 \text{ м}$$

Оскільки підприємство має власну котельню і тарифів для споживання ним теплоенергії не передбачено, то візьмемо вартість природного газу за 1000 м^3 .

Річна економія витрат на експлуатацію після впровадження заходу визначаємо за формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot c / 1000$$

де c – вартість теплової енергії, грн/м^3

$$\begin{aligned} \Delta E &= 2,391 \cdot \frac{38\,489,39}{1000} = \\ &= 92,03 \text{ тис.} \frac{\text{грн}}{\text{рік}} \end{aligned}$$

Вартість 1 м^2 плити пінополістирольної товщиною 40 мм складає 120 грн. Вартість робіт по встановленню плит складає 250 грн/м^2 . Тоді вартість впровадження заходу знаходимо по формулі:

					38	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{впр}} = F_{\text{ст}} \cdot (C_{\text{тов}} + C_{\text{робіт}}),$$

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

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

$$C_{\text{впр}} = 1384 \cdot (120 + 200) = 442\,880 \text{ грн}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T = \frac{C_{\text{впр}}}{\Delta E}$$

$$T = \frac{2316,86}{164,27} = 14 \text{ років}$$

4.2.2 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стеля)

Поточний стан

По результатам розрахунків по визначенню втрат тепла можна зробити висновок, що найбільше певна частина тепла втрачається через стелю. Тому пропонується провести її утеплення плити з мінеральної вати фірми «Isover».

Опис можливостей з енергозбереження

					39	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Необхідну товщину теплоізоляційного шару визначаємо за формулою

$$\delta_{\text{ут}} = (R_{q\text{min}} - R_{\text{пр}}) \cdot \lambda_{\text{ут}}$$

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 для I-ї температурної зони нормативне значення коефіцієнту опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлової будівлі $\lambda_{\text{ут}} = 0,055 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ [3].

Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям – $R_{q\text{min}} = 7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

$$\delta_{\text{ут}} = (7 - 1,53) \cdot 0,055 = 0,3 \text{ м}$$

Отже, товщина ізоляції має складати 30 см.

Розрахуємо втрати через стелю після ізоляції по формулі:

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{519,4}{7} \cdot (20 - (-25)) \cdot 1 = 3339 \text{ Вт} = 3,34 \text{ кВт}$$

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

$$\Delta Q_{\text{ст}} = Q_{\text{ст}} - Q_{\text{ст}}^{\text{із}}$$

					40	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta Q_{\text{ст}} = 15276,47 - 3\,339 = 11\,937,47 \text{ Вт}$$

Тепловтрати крізь стелю за опалювальний період по формулі:

$$Q_{\text{ст}}^{\text{рік}} = 11,94 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-25))} \cdot 24 \cdot 185 = 25,210 \text{ кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{рік}} = 2,39 \text{ м}^3$$

Річна економія витрат на експлуатацію після впровадження заходу визначаємо за формулою:

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{стн}}^{\text{Ек.рік}} \cdot c / 1000$$

де c – вартість теплової енергії, грн/м³

$$\Delta E = 2,39 \cdot \frac{38\,489,39}{1000} = 91,99 \text{ тис.} \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Вартість 1 м² плити мінеральної вати фірми товщиною 100 мм складає 101,25 грн. Вартість робіт по встановленню плит складає 350 грн/м². Вартість впровадження заходу визначимо по формулі:

$$C_{\text{впр}} = F_{\text{ст}} \cdot (C_{\text{тов}} + C_{\text{робіт}}),$$

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

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

$$C_{\text{впр}} = 519,4 \cdot (101,25 + 350) = 234\,379,25 \text{ грн}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T = \frac{C_{\text{впр}}}{\Delta E}$$

$$T = \frac{234,379}{91,99} = 2,6 \text{ років}$$

№	Назва ЕЗЗ	Капітальні витрати, грн	Річна економія, грн	Термін окупності, роки
1	Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (стіни)	442 880	92 030	14
2	Утеплення зовнішніх огорожуючих конструкцій (дах)	234 379,25	91 990	2,6

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні ізолювальні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках. Правила користування та терміни випробувань [1].

Ізолювальні електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові [1].

До основних ізолювальних електрозахисних засобів, які повинні застосовуватись в електроустановках до 1000 В включно, відносяться [20]:

- ізолювальні штанги - використовуються в установках високої напруги для

вмикання і вимикання роз'єднувачів, що не мають приводи або при виході з ладу для накладення заземлення.;

- ізолювальні кліщі - застосовують головною чином для захисту під напругою трубчастих запобіжників в електроустановках до 35 кВ включно. Працювати з кліщами потрібно в діелектричних рукавичках і ботах, стоячи на ізолюючій основі, а також у захисних окулярах;

- переносні покажчики напруги - використовуються для перевірки наявності

напруги. Вони бувають високої і низької напруги. Користуватися покажчиками потрібно в діелектричних рукавичках. На відкритому повітрі ними можна користуватися лише в суху погоду;

- діелектричні рукавички і рукавиці - застосовують в електроустановках

напругою до 1000 В, є основними захисними засобами, а в установках вище 1000 В – додатковими;

- діелектричні боти і калоші - є додатковими захисними засобами в електроустановках. Боти застосовуються при роботі в електроустановках високої та низької напруги, а калоші – в електроустановках до 1000 В. Діелектричні боти та калоші відрізняються від звичайних тим, що зовнішня поверхня їх не покрита лаком, а внутрішня – вкрита міцною підкладкою із матерії, що захищає їх від ушкодження взуттям. Боти і калоші повинні періодично випробовуватися підвищеною напругою;

- ізолюючі гумові килимки і доріжки - служать додатковими захисними засобами при роботі в електроустановках будь-якої напруги. Вони виготовляються з гуми товщиною 5...7 мм із рифленою поверхнею. Розмір ковбика – не менше 75×75 см, ширина доріжки – не менше 75 см;

- ізолюючі підставки - є додатковими захисними засобами для електроустановок усіх напруг. Вони виготовляються із сухих дощок на ізолюючих порцелянових ніжках. Розмір підставки – не менше 75×75 см і не більш 150×150 см [20].

Додаткові електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках до 1000 В включно, відносяться:

- ізолювальні ковпаки;
- сигналізатори напруги;

- захисні огороження (щити, ширми);
- переносні заземлення;
- плакати і знаки безпеки;
- інші засоби захисту.

Також в електроустановках повинні застосовуватись такі ЗІЗ [20]:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

В таблицях 5.1 і 5.2 наведено перелік деяких основних і додаткових електрозахисних засобів в залежності від величини напруги електроустановки.

Таблиця 5.1 – Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Ізолювальні штанги	Ізолювальні штанги всіх видів
Ізолювальні кліщі	Ізолювальні кліщі
Електровимірювальні кліщі	Електровимірювальні кліщі
Показчики напруги	Показчики напруги
Діелектричні рукавички. Інструмент з ізолювальним покриттям.	Пристрої для створення безпечних умов праці під час проведення випробувань і вимірювань в електроустановках (показчики напруги для фазування, показчики пошкодження кабелів та ін.)

Таблиця 5.2 – Додаткові електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Діелектричне взуття	Діелектричні рукавички
Діелектричні килими	Діелектричне взуття
Ізолювальні підставки	Діелектричні килими
Ізолювальні накладки	Ізолювальні підставки
Ізолювальні ковпаки	Ізолювальні накладки
Сигналізатори напруги	Ізолювальні ковпаки
Захисні огороження (щити, ширми)	Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу
Плакати і знаки безпеки	Захисні огороження (щити, ширми)
Інші засоби захисту	Переносні заземлення, плакати і знаки безпеки, інші засоби захисту

У разі застосування основних ізолювальних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб, крім випадків, що обумовлені Правилами. У разі необхідності захисту працівника від напруги кроку дозволяється використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів захисту [1].

Відповідальність за забезпечення працівників ЗІЗ:

Працівників, які обслуговують електроустановки, необхідно забезпечити усіма необхідними засобами захисту, навчити правилам користування цими засобами і зобов'язати застосовувати їх для створення безпечних умов праці.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок випробуваними засобами захисту відповідно до норм комплектування, організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів і за організацію обліку їх несе власник цих засобів [18].

Розміщення і зберігання ЗІЗ:

Засоби захисту необхідно розміщувати як інвентарні в приміщеннях електроустановок (в РУ, цехах електростанцій, на трансформаторних підстанціях, в розподільних пунктах тощо) або на складі інвентарного майна оперативно-виїзних бригад, бригад експлуатаційного обслуговування, пересувних високовольтних лабораторій тощо.

Засоби захисту можуть також видаватись для індивідуального користування.

В підрозділах підприємств і організацій, які застосовують засоби захисту, необхідно вести «Журнал обліку та зберігання засобів захисту».

Випробування ЗІЗ:

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц за температури повітря $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ і регламентованій НПАОП 40.1-1.07-01 швидкості підвищення напруги [15]. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту.

У разі позитивних результатів випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавички, ізолювальний інструмент тощо), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформлюються протоколом встановленої форми.

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних лініях – тільки в суху погоду, за відсутності наморозі, мряки, опадів.

Ізолювальні електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.07-01 і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані [15].

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги-пилососи, покажчики напруги, ізолювальні та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту – діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватися інструкціями з експлуатації ізолювальних штанг.

При використанні ізолювальних електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолювальної частини цих засобів до струмовідних елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану “Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

У разі заміни запобіжників за допомогою ізолювальних кліщів крім діелектричних рукавичок необхідно застосовувати захисні окуляри [1].

Перед кожним застосуванням в електроустановках покажчики напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які завідомо перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками [1]. При перевірці справності однополюсних покажчиків напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих покажчиків.

При роботі на опорах застосовуються захисні пояси, монтерські кігті й окуляри.

Захисні пояси виготовляють із міцного матеріалу. Довжина паска 1100 мм, ширина не менше 1000 м, довжина ланцюга з карабіном 1500 мм. Перед кожним застосуванням їх оглядають, через кожні 6 міс. , випробують під вантажем 225 кг протягом 5 хв [18].

Монтерські кігті застосовуються при підйманні на дерев'яні опори, підлягають іспиту через кожні 5 місяців під навантаженням у 135 кг.

Монтерський інструмент є основним захисним засобом в електроустановках до 1000 В. Ручки монтерського інструменту виготовляють довжиною не менше 10 см з ізолюючого матеріалу, стійкого проти дії бензину, газу, олій та кислот.

Працювати з інструментом під напругою необхідно в діелектричних рукавичках і калошах.

Для захисту працівників під час виконання робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються НПАОП 40.1-1.07-01, НПАОП 0.00-4.26-96 «Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, галузевими чинними нормативами тощо» [15].

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку їх несе власник цих засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпека під час використання електрозахисних засобів: консультація від Держпраці з працівниками закладів освіти [електронний ресурс]
Режим посилання: <http://surl.li/tzyik>
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди.
Основні положення проектування. Набрав чинності 01.01.2014. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство “УкрНДВодоканалпроект“, 2014. – 168 с.
3. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Набрав чинності 03.01.2019. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2019. – 133 с.
4. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 163 с
5. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / за ред.: Н. Усенко, А. Чернявського. — Київ, 2022. — 279 с. — Режим доступу: <https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.8487835>
6. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / за ред.: Н. Усенко, А. Чернявського. — Київ, 2022. — 279 с. — Режим доступу: <https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.8487835>

					51	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Люксметр [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://electronoff.ua/good/lyuksmetr-voltcraft-ms-1300-001-50000-lx.php>
8. Лазерний пірометр [електронний ресурс] Режим посилання:
<http://surl.li/tzuq>
9. Методичні вказівки до виконання практичних занять, розрахункових та самостійної робіт із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» / укладач С. С. Антоненко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 72 с.
10. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів [електронний ресурс] Режим посилання:
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21830
11. Прозорість та інформаційна відкритість підприємства. – Режим доступу: <https://vodokanal.sumy.ua/>.
12. Правила експлуатації електрозахисних засобів – застосування засобів [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://leg.co.ua/knigi/pravila/pravila-ekspluataciyi-elektrozahisnih-zasobiv-27.htm>

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 - Кількість холодної води, спожитої протягом 2020-2022 років.

Місяць	Рік		
	2021	2022	2023
	м ³	м ³	м ³
Січень	132	195	129
Лютий	156	154	130
Березень	120	162	137
Квітень	135	151	112
Травень	150	128	175
Червень	156	152	164
Липень	123	142	125
Серпень	164	136	116
Вересень	169	128	110
Жовтень	197	116	120
Листопад	117	145	158
Грудень	100	132	165
Всього	1719	1741	1641

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Кількість теплової енергії, спожитої будівлею на опалення за 2022 рік.

Місяць	Рік
	2023
	Гкал
Січень	249
Лютий	205,28
Березень	177
Квітень	35
Травень	21
Червень	-
Липень	-
Серпень	-
Вересень	-
Жовтень	-
Листопад	-
Грудень	221
Всього	908,28

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 - Кількість градусо-днів за 2023 рік

Місяць	К-ть днів у місяці	Дійсна середньомісячна температура зовнішнього повітря	Кількість градусо-днів у місяці
Січень	31	-1,4	663,4
Лютий	28	-4,9	697,2
Березень	31	1,9	561,1
Квітень	30	8,4	348
Травень	31	14,7	164,3
Червень	30	20,4	-
Липень	31	25,2	-
Серпень	31	24,2	-
Вересень	30	13,4	-
Жовтень	31	7,7	-
Листопад	30	3,7	489
Грудень	31	-0,8	644,8