

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Аналіз енергоефективності адміністративної частини будівлі
ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та розроблення заходів з
енергозбереження»

Спеціальність 142 «Теплоенергетика»
за освітньо-професійною програмою «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Дремлюга Максим Станіславович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис студента)

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

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Керівник роботи _____
(підпис)

д.т.н. Сотник М. І.
(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ
(наукова ступінь, звання або посада)

“ _____ ” _____ 20__ р.

Секретар комісії _____
(підпис)

Суми 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 105 с., 16 рис., 22 табл., 34 літературні джерела.

Об'єкт дослідження: систем тепло-, водо- та електропостачання, освітлення і вентиляції адміністративної будівлі ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ», що знаходиться за адресою: 40031, Сумська область, м. Суми, просп. Курський, 147А.

Метою роботи є розробка організаційних та технічних заходів із енергозбереження та їх фінансова оцінка.

Графічні матеріали: енерготехнологічна схема об'єкту (1 ф. А3), план адміністративної будівлі ПАТ «Технологія» (1 ф. 4хА4), заходи з енергозбереження (1 ф. А3), зведені дані термічних опорів і тепловтрат досліджуваного об'єкту (1 ф. А3) – всього 5 аркушів формату А3.

Наведено опис систем теплопостачання, електропостачання, вентиляції, водопостачання та водовідведення, опис необхідного обладнання для проведення енергетичного обстеження, необхідні теплові розрахунки, фінансова оцінка та обґрунтування заходів із енергозбереження.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ТЕПЛОВТРАТИ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЗАХОДИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

Тема роботи «Аналіз енергоефективності адміністративної частини будівлі ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та розроблення заходів з енергозбереження».

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	7
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	7
1.2 Опис дійсного стану будівлі	8
1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об’єкта.....	13
1.3.1 Система опалення.....	13
1.3.2 Система електропостачання.....	19
1.3.3 Система водопостачання.....	21
1.3.4 Система каналізації.....	22
1.3.5 Система вентиляції.....	23
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду.....	23
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	23
2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ.....	30
2.1 Опис методів та приладів вимірювання.....	30
2.2 Аналіз результатів інструментального обстеження.....	34
3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	35
3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі.....	35
3.2 Тепловий розрахунок будівлі.....	44
4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ.....	53
4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів.....	53
4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів.....	53

					6.144.07 БР 00 ПЗ					
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Аналіз енергоефективності адміністративної частини будівлі ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та розроблення заходів з енергозбереження			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Дремлюга							3	105	
Перевір.	Сотник							СумДУ, ЕМз-83-0с		
Н. контр.	Сотник									
Затв.										

4.2.1 Встановлення рекуператорів теплоти в систему вентиляції.....	53
4.2.2 Утеплення даху.....	68
4.2.3 Встановлення сенсорного обладнання у систему водопостачання.....	74
4.2.4 Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.....	80
Додаток А:ОХОРОНА ПРАЦІ.....	85
ВИСНОВКИ.....	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Питання енергозбереження та енергоефективності сьогодні є надзвичайно актуальними для України. Неefективне використання енергетичних ресурсів, споживання та експорт легкодоступної нафти, неeкономне використання електроенергії змушують серйозно замислитись над питанням енергозбереження. [2]

Проблема енергозбереження в Україні стоїть особливо гостро. Рівень споживання теплової енергії для опалювання будівель в 1,5-2 рази вище, ніж в розвинених країнах з такими ж кліматичними умовами. І це не дивлячись на те, що Україна відчуває суттєвий брак теплогенеруючих потужностей, і тоді як ціни на енергоносії безперервно ростуть.

Беручи до уваги останню ціну на газ економія зводиться переважно до економії на теплі, при цьому страждають люди та недотримуються вимоги санітарних норм, а встановлення нового сучасного опалювального обладнання вимагає значних коштів.

На опалення, освітлення та охолодження будівель витрачається близько 1/3 первинних енергоресурсів, що споживаються в світі. Тому і питання ефективного використання енергії в будівлях є дуже актуальним. В Україні для оцінки енергоефективності будівель застосовується енергетичний підхід, що полягає у визначенні питомого енергоспоживання за опалювальний період. При порівнянні його з нормативним значенням визначається клас енергоефективності будівель. [3]

Фактичне споживання енергоносіїв об'єктами бюджетної сфери значно перевищує встановлені в Україні нормативи. За оцінками фахівців потенціал ресурсозбереження в будівлях може сягати 40 % від існуючого енергоспоживання. Саме неefективність витрат на постачання комунальних ресурсів визначає необхідність підвищення ефективності споживання енергії.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначення потенціалу енергозбереження та розробка пропозицій по впровадженню енергозберігаючих заходів шляхом проведення енергетичного аудиту на об'єктах діє лише частково. В Україні проведення енергетичного аудиту не є обов'язковим та не впроваджений механізм енергетичного менеджменту на об'єктах. Така ситуація не стимулює розвиток процесів енергозбереження. [4]

Підвищення енергоефективності вимагає добре продуманого і чіткого визначення конкретних цілей і методів їх досягнення, які можуть стати основою програми енергозбереження. Практична реалізація такої програми у великій мірі може знайти опору в прямій матеріальній вигоді між суб'єктами відносин. Порівняльні характеристики енергозберігаючих матеріалів дозволяють робити оптимальний вибір з урахуванням необхідних властивостей і якостей при плануванні робіт з підвищення рівня енергозбереження об'єктів. [5]

Застосування енергозберігаючих матеріалів є практичною гарантією скорочення витрат на експлуатацію та обслуговування будь-яких об'єктів, які раніше вимагали великих матеріальних витрат на енергообслуговування, у тому числі з теплоенергетики. [6]

Метою роботи є аналіз використання теплової та електричної енергії, розроблення енергозберігаючих заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів у адміністративній частині будівлі ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ», що знаходиться за адресою: 40031, Сумська область, м. Суми, просп. Курський, 147А.

Для досягнення мети були поставлені такі задачі: визначити тепловий баланс будівлі; виявити недоліки в роботі систем опалення, освітлення, вентиляції та водопостачання; запропонувати перелік енергозберігаючих заходів для проєктованих систем; зробити економічне обґрунтування ефективності роботи систем.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є адміністративна будівля АТ «Технологія», що знаходиться за адресою: 40031, Сумська область, м. Суми, просп. Курський, 147А, конт. тел. (0542) 671-250, (0542) 671-258, сайт: <https://technologia.com.ua/>.

Адміністративна будівля ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ», фасад якої зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Адміністративна будівля ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ»

З самого початку будівля була спроектована для ведення бізнесу, тобто складається з офісних та допоміжних приміщень. До адміністративної частини будівлі безпосередньо прибудовано промислову частину будівлі, яка включає цехові приміщення (на фото, рис. 1.1 не показано, тому що промислова частина будівлі знаходиться поза адміністративною).

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Будівля побудована у типовому стилі, характерному для сучасних промислових об'єктів, тобто має класичні правильні прямолінійні форми, а самі елементи будівлі є досить практичними і функціональними. Разом з тим з метою покращення естетичної складової будівлю розмальовано у різні кольори веселки (рис. 1.1).

Іншою особливістю досліджуваної будівлі є її простий і швидкий монтаж, що зумовлено застосуванням технології вентильованого фасаду, який встановлюється із використанням «сендвіч-панелей» на основі теплоізоляційних матеріалів, які кріпляться на армований залізобетонний внутрішній каркас. Такий тип конструкції дозволяє отримати швидкий монтаж високоенергоєфективної будівлі та є сучасною прогресивною технологією будівництва.

Директор підприємства: Володимир Миколайович Мерзлий.

Підприємство працює 7 днів на тиждень.

Вихідні дні: відсутні.

Адміністративно-управлінська частина підприємства, що працює у адміністративній частині будівлі працює 5 днів на тиждень.

Вихідні дні: субота і неділя.

Режим роботи адміністративної частини об'єкту – з 8:00 до 17:00, обідня перерва з 12:00 до 13:00.

Загальна кількість працівників адміністративної частини будівлі – 121 чол.

Загальна кількість працівників підприємства – 785 чол.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Будівля розташована на території м. Суми (Сумська обл.).

Енергетичного паспорта в будівлі в наявності немає. Ведеться журнал обліку спожитих енергетичних ресурсів (електроенергія, природний газ та холодна вода).

У досліджуваному об'єкті наявні такі приміщення: вестибюль, коридор,

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

сходова, адміністративні приміщення, допоміжні господарчі приміщення.

Головний фасад будівлі зорієнтовано на північний схід.

Загальні характеристики підприємства:

- загальна площа території в межах землекористування підприємства 7,0037 га;
- загальна площа забудови підприємства 4,1535 га;
- щільність забудови підприємства 59 %;
- коефіцієнт використання території 0,83; коефіцієнт озеленення 0,17;
- загальна кількість цехів підприємства – 4.

Технічні характеристики будівлі:

- призначення будівлі – приватна власність;
- рік побудови – 2017 р;
- призначення будівлі – адміністративне управління виробничими процесами підприємства;
- кількість поверхів адміністративної частини будівлі – 4;
- загальна площа забудови адміністративної частини будівлі – 545 м²;
- об'єм адміністративної частини будівлі – 1815 м³;
- об'єм за зовнішніми обмірами адміністративної частини будівлі – 1981 м³.

Об'єкт складається із однієї будівлі. Зовнішні стіни об'єкта виконані із використанням сучасних методів будівництва і матеріалів, а саме – вентиляованих енергоефективних «сендвіч-панелей» із використанням теплоізоляційних матеріалів на основі базальтової вати марки «PAROC». Коефіцієнт теплопровідності основного конструктивного матеріалу стіни – 0,055 Вт/(м·К) [7, 12]. Зовні стіни обшиті профільними металевими листами різного кольору (рис. 1.1). Всередині наявне облицювання із використанням декоративних поверхонь, наклеєних на гіпсокартонні плити. Зовнішніх дефектів стін не виявлено.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Будівля має сучасні двокамерні металопластикові вікна як із глухими, так і з рамами, що можуть відчинятися (переважно у офісних приміщеннях об'єкту). Завдяки цьому у приміщенні може досягатися відсутність шкідливої інфільтрації та наявність природної вентиляції де це необхідно. Зовнішні дефекти заповнення світлопрозорих отворів – відсутні.

Фундамент будівлі виконаний із залізобетонних конструкцій та керамзитового гравію на цементно-піщаній стяжці.

Підлога будівлі виконана з бетонної плити товщиною 380 мм, покритою кахлем або лінолеумом. Стан підлоги задовільний, значних пошкоджень не спостерігається.

Перекрыття будівлі виконане з монолітної залізобетонної плити 220 мм.

Стан перекрыття задовільний, значних пошкоджень не спостерігається.

Зовнішні двері будівлі – металопластикові, виконані зі склопакетів, аналогічних тим, що використовуються у віконних прорізах. Нещільностей у дверних отворах не виявлено. Розмір дверей 2x1,2 м. Приведений опір теплопередачі дверей відповідає мінімальним вимогам ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [8].

Значення зведеного термічного опору конструкції вікон – $0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Приведений опір теплопередачі віконних блоків не відповідає мінімальним вимогам ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [8]. Стан вікон задовільний, пошкоджень не спостерігається.

Адміністративна частина будівлі не має балконів.

Адміністративна частина будівлі має безпосередній контакт з промисловою частиною будівлі.

Будівлю підключено до системи централізованого холодного водопостачання та водовідведення. Водопостачання здійснюється централізовано КП «Міськводоканал» СМР.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Внутрішня мережа холодного водопостачання складається з таких елементів:

- ввід водопроводу до будівлі;
 - розподільні мережі трубопроводів, виконані з пластикових труб D_y 40, 25 мм та D_y 15 мм;
 - запірно-регулююча (засувки, вентилі) та запобіжна арматура (клапани).
- Основні споживачі холодної води: персонал підприємства (змивні бачки, рукомийники, душова) та допоміжний персонал для прибирання.

Визначення споживання холодної води виконується щомісячно. Система обліку водопостачання включає лічильник крильчастий муфтовий GROSS MNK-UA.

Забезпечення приміщення гарячою водою здійснюється за рахунок власного виробництва з використанням бойлера електричного нагрівання. Гаряча вода використовується на об'єкті у душовій кімнаті для працівників підприємства. Температура гарячої води на виході з бойлера 55 °С. Тиск забезпечується напором системи холодного водопостачання. Рециркуляція води відсутня. Окремий облік спожитої води та електричної енергії на потреби гарячого водопостачання відсутній.

Система каналізації на досліджуваному об'єкті централізована. Господарчо-побутові стоки відводяться у каналізаційні мережі, що обслуговує КП «Міськводоканал» СМР. Стічні води не мають шкідливих забруднень або домішок, тому перед скиданням їх до каналізації, попереднього очищення не виконується.

Зливні води потрапляють каналізаційну мережу по пластикових трубах діаметром Ø100.

Будинок обладнано системами природної та штучної вентиляції. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через відкриття світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішніх дверей. Система штучної вентиляції і кондиціонування є централізованою багатозональною. Її

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

робота спрямована на підтримання мікроклімату у приміщеннях будівлі як улітку, так і узимку відповідно до нормативних показників. З цією метою у будівлі встановлено систему кондиціонування з рециркуляцією загальною потужністю, включаючи припливний і витяжний вентилятори, 2x10 кВт. Система має підвищену енергетичну ефективність завдяки використанню утилізації тепла витяжного повітря та рециркуляції. Окремі автономні кондиціонери у будівлі відсутні.

Окремі автономні кондиціонери у будівлі відсутні.

Система освітлення знаходиться в задовільному стані. Стіни в приміщеннях мають світлі кольори. Віконне скло регулярно очищається. Освітленість в приміщеннях будівлі відповідає мінімальним нормативним вимогам.

Система зовнішнього освітлення відсутня.

Система електропостачання будівлі розрахована на одночасне ввімкнення всіх електроспоживаючих приладів. Електропроводка будівлі відповідає вимогам експлуатації.

Споживачі електричної енергії у адміністративній частині будівлі:

- офісна техніка (комп'ютери, принтери, аудіосистема);
- телевізори;
- проектор;
- система кондиціонування;
- мікрохвильова піч;
- електрочайник;
- електробойлер;
- електроосвітлення.

Споживач природного газу – система опалення та промислові механізми у промисловій частині будівлі. Газопостачання об'єкту здійснюється газопроводом низького тиску умовним діаметром 2". Постачальник

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

природного газу – ТОВ «Сумигаз Збут». Послуги з транспортування та розподілу газ надає АТ «Сумигаз».

Під час енергоаудиту розглядалися такі шляхи економії енергоресурсів і води:

- скорочення споживання теплової енергії на потреби опалення;
- скорочення споживання теплової енергії на потреби вентиляції;
- скорочення споживання електроенергії на потреби освітлення;
- скорочення споживання води на санітарно-гігієнічні і технологічні потреби.

Поліпшення екологічних характеристик досягалося за рахунок: непрямого екологічного ефекту, спричиненого зменшенням споживання первинних енергоносіїв (електричної енергії) і води, а також пов'язаного з цим скороченням викидів забруднюючих речовин у довкілля.

1.3 Обстеження енергетичних систем і системи водопостачання об'єкта

У результаті енергетичного обстеження було здійснено візуальний огляд систем електро-, тепло- та водопостачання, вентиляції і каналізації.

1.3.1 Система опалення

Обстежуваний об'єкт має автономну систему теплопостачання, у якому теплоносієм є гаряча вода. Газова котельня розміщена на території підприємства. Система циркуляційна, двотрубна, модернізована. Приєднання опалювальних приладів до теплопроводів здійснене «знизу вгору». Опалювальні прилади – сталеві радіатори конвективного типу, терморегулятори на радіаторах наявні. Магістральні трубопроводи розташовані в стінах, теплоізоляція відсутня. Відсутнє балансування системи, що призводить до збільшення втрат системою теплопостачання, а також до

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

нерівномірності нагрівання приміщень. Розподільчі та з'єднувальні трубопроводи сталеві.

Опалювальний період триває 6 місяців (з 15 жовтня до 15 квітня). Тривалість періоду може змінюватися залежно від погодних умов (як правило він починається при зниженні середньодобової температури зовнішнього повітря нижче +8 °С і закінчується при підвищенні середньодобової температури повітря вище +8°С протягом 3-х діб).

Трубопроводи системи опалення виготовлені із сталевих труб згідно ГОСТ 10704-91. Теплова ізоляція труб виконана з мінераловатних виробів з покривним шаром із рулонного склопластику.

Характеристики сталеві опалювальної панелі типу Radik [9] подані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики сталеві опалювальної панелі типу Radik

Параметри	
Максимальна температура теплоносія , °С	+110
Тиск, бар	10
Критичний тиск, бар	13
Потужність секції, Вт	1210
Об'єм, л	6,6
Габаритні розміри , мм	
<i>висота секції</i>	600
<i>глибина секції</i>	54
<i>ширина секції</i>	1200
Маса секції, кг	31

Зображення сталеві опалювальної панелі типу Radik (Чехія) подана рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Сталева опалювальна панель типу Radik

Результатом обстеження вказаних приміщень є висновок, що експлуатація даної системи опалення задовільна.

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від автономної системи опалення з використанням високоенергоєфективного водяного одноконтурного газового конденсаційного котла із закритою камерою згорання типу WESSEX MODUMAX 250/750с, який має 3 блоки загальною номінальною потужністю 750 кВт. [10] (рис. 1.3), запірні арматури по воді – засувки діаметром 100 мм, фільтр тонкого очищення, гідровирівнювач, розширювальний мембранний бак, рециркуляційна насосна система. Наявність власного джерела тепла дозволяє досить гнучко регулювати температуру у приміщеннях підприємства залежно від температури зовнішнього повітря, що не спричиняє надлишкової подачі теплоти на потреби і перевикористання природнього газу.

Технічні характеристики котла:

- номінальна теплова потужність – 750 кВт;
- діапазон потужностей – 739...790 кВт;
- номінальний тиск газу – 2000 Па;
- коефіцієнт корисної дії, не менше – 91,7 %;
- максимальна температура теплоносія – 80 °С;
- максимальний тиск теплоносія – 10 бар;

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- діапазон регулювання температури теплоносія на виході з котла, не менше – 60...80 °С;
- витрата природного газу, не більше – 83,7 нм³/год;
- діаметр приєднувальних патрубків палива – 1^{1/4}”;
- діаметр приєднувальних патрубків води – 2^{1/2}”;
- характеристика електроживлення (напруга/частота) – 230 В/50 Гц;
- габаритні розміри 1200x780x900 мм;
- маса апарату – 678 кг.



Рисунок 1.3 – Котел водяний одноконтурний газовий конденсаційний із закритою камерою згоряння типу WESSEX MODUMAX 250/750c

Wessex ModuMax – це компактна серія підлогових котлів, яка пропонує вибір високоефективних моделей з конденсацією або без конденсації.

Котли Wessex ModuMax оснащені системою управління, яка використовує перевірені технології від лідера світового класу в системах керування будівлями. Використовуючи комунікаційну систему шини LPB, яка спрощує вимоги до керування, вставні модулі інтегрують можливості керування котлом та будівлею. Широкий діапазон опцій керування включає

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

каскадний контролер послідовності котлів, який може керувати до 12 котлами в установці з кількома котлами.

Модулюючий пальник працює до 20% повної потужності на модуль для дуже точного узгодження навантаження на вимогу.

Корпус котла охолоджується повітрям і не потребує волокнистого ізоляційного матеріалу, що підвищує екологічні властивості продукту. Втрати при стоянні надзвичайно низькі, менше ніж 1%, а модель Wessex ModuMax має найвищий рейтинг за низькими викидами NOx, продуктивність європейського класу 5.

Низький вміст води дозволяє котлам Wessex ModuMax швидко реагувати на потребу в теплі, в той час як модуляція відповідає максимальному навантаженню, заощаджуючи енергію та зменшуючи кількість операцій розпалу, що заощаджує знос котла.

Котли Wessex ModuMax мають повністю модулюючу систему керування пальником попереднього змішування. Електронний термостат контролює умови роботи котла та автоматично регулює потужність відповідно до потреби.

Система регулювання співвідношення газ/повітря забезпечує чисте та ефективне згоряння в усьому максимальному діапазоні модуляції, до мінімуму 20% потужності. [11]

Досліджувана система опалення об'єкту включає таке устаткування:

- подавальні стояки;
- підводки;
- опалювальні прилади;
- запірно-регулююча арматура;
- зворотній трубопровід.

Підчас обстеження були виявлені деякі порушення, а саме: у деяких приміщеннях опалювальні прилади були загороджені, що негативно впливає на процес повітрообміну; вікна у деяких приміщеннях мають не якісні

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

відкоси, що спричиняє надмірні втрати тепла, що на період опалювального сезону не доцільно з точки зору енергозбереження, деякі приміщення мають занижену температуру відносно нормованих показників, при невеликій площі та достатній кількості радіаторів, тому можна зробити висновок, що радіатори або засмічені або мають недостатню площу теплообміну.

Для обліку спожитого об'єктом природного газу використовується лічильник діафрагмовий Курс-01 G250 A1 07 [13], зовнішній вигляд якого показано на рис. 1.4, а технічні характеристики наведені у табл. 1.2.

Комерційний ультразвуковий лічильник газу Курс-01 G250 A1 07, призначений для комерційного обліку споживання природного газу, газоподібних пропану, бутану і їх сумішей в комунальному і комерційному секторах при тисках і витратах, що не перевищують значень, зазначених в технічних параметрах.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд лічильника природного газу діафрагмового Курс-01 G250 A1 07

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики лічильника природного газу Курс-01 G250 A1 07

Параметри	Величина
Типорозмір	G250

Номінальна об'ємна витрата, м ³ /год	250
Мінімальна об'ємна витрата, м ³ /год	1,6
Максимальна об'ємна витрата, м ³ /год	400
Міжповірний інтервал, років	12
Діаметр підключення, мм	150
Поріг чутливості, м ³ /год	не більше 0,5Q _{min}
Маса лічильника, кг	32,0

Допустима похибка лічильника не перевищує 9 % у діапазоні витрат від Q_{min} до 0,1Q_{ном}, та 1,5 % у діапазоні витрат від Q_{ном} до Q_{max}.

1.3.2 Система електропостачання

Електропостачання об'єкта здійснюється на підставі договору між ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та Сумським відділенням ПАТ «Сумиобленерго».

Оплата за спожиту електроенергію здійснюється щомісячно, на основі показів приладів обліку і рахунків від енергопостачальної організації (основний розрахунковий період – місяць).

Постачальником електричної енергії є ТОВ «ЕНЕРА СУМИ», відбувається від окремої трансформаторної підстанції, яка знаходиться на території об'єкту. Живлення електричною енергією будівлі здійснюється кабельними лініями 0,4 кВ марки ВВГ.

Електрощитова з розподілом на 220/380 В, від якої живиться електроенергією силове обладнання та освітлювальна мережа об'єкта, знаходиться в будівлі. Вона є спільною для всього об'єкту.

Для обліку спожитої електричної енергії об'єктом використовується трьохфазний лічильник електричної енергії НІК НІК 2303 ARP3.1000.МС.11 (рис. 1.5) [14]. Технічні характеристики лічильника наведені і табл. 1.3.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 – Лічильник електричної енергії
типу НІК 2303 ARP3.1000.MC.11

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики лічильника
НІК 2303 ARP3.1000.MC.11

Параметр	Значення
Клас точності	1,0
Кількість фаз	3
Номінальна сила струму, <i>A</i>	5,0
Максимальна сила струму, <i>A</i>	120
Номінальна напруга, <i>B</i>	220 / 380
Максимальна напруга, <i>B</i>	253
Мінімальна напруга, <i>B</i>	143
Номінальна частота струму, <i>Гц</i>	50
Чутливість, <i>мА</i>	12,5
Тип індикатора	електронний
Міжповірочний інтервал, <i>років</i>	16
Робочий діапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	-40 $^{\circ}\text{C}$ – +70
Ступінь захисту	IP54
Габаритні розміри, <i>мм</i>	246x181x92,5

Властивості лічильника електричної енергії трифазний типу НК 2303 ARP3.1000.MC.11:

– вимірювання активної і реактивної енергії в прямому і зворотному напрямку, по одному тарифу в трифазних колах змінного струму, з прямим підключенням по напрузі і струму;

– реєстрація та індикація активної, реактивної і повної потужності, коефіцієнта потужності, середньоквадратичного значення напруги і сили струму, а також кута зсуву фаз в трифазних трипровідних і чотирипровідних колах змінного струму;

– розширений діапазон робочих напруг ($3 \times 50 / 87 \text{ В} - 3 \times 270 / 467 \text{ В}$);

– підвищений ступінь захисту від впливу постійних і змінних магнітних полів (СОУ-Н МПЕ 40.1.35.110:2005);

– технологічний запас по класу точності не менше 50 %;

– низьке власне енергоспоживання;

– прозорий кожух;

– нероз'ємний корпус;

– наявність оптичного порту для програмування і зчитування даних;

– індикація впливу магнітного поля з величиною індукції більше 100 мТл ;

- Індикація впливу електромагнітного поля напруженістю понад 10 В/м в діапазоні частот $80-2000 \text{ МГц}$;

– захист від розкрадань енергії: індикація неправильних підключень, зворотного напрямку струму;

– зберігання в незалежній пам'яті подій з міткою дати і часу;

– можливість відключення навантаження споживача при перевищенні встановлених значень: ліміту потужності, сили струму і напруги, впливу постійного магнітного поля понад 100 мТл і електромагнітного поля більше 10 В/м , відключення за несплату;

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

– можливість установки одного модуля інтерфейсу: радіомодуля «ZigBee», RS-485, PLC або «струмового петлі» для дистанційного зчитування даних, програмування лічильників і застосування їх в АСКОЕ.

Вимірювання реактивної потужності на об'єкті забезпечується загальним лічильником електричної енергії НІК 2303 ARP3.1000.МС.11.

Система освітлення знаходиться в задовільному стані. Також було встановлено, що у будівлі штучним джерелом світла є люмінесцентні лампи OSRAM, які розміщені у світильниках типу BS-24/2x18 FORA [15] розрахованих на чотири лампи потужністю 18 Вт. Загальна кількість ламп у будівлі 280 шт. Стан світильників задовільний. Перегорілі лампи періодично замінюються новими.

Система контролю за спрацюванням автоматики керування освітленням відсутня. Загальна потужність систем внутрішнього освітлення 5040 Вт. Річна тривалість роботи системи освітлення – 1460 год.

1.3.3 Система водопостачання

Основні споживачі холодної води – працівники підприємства, які користуються: змішувачами, кранами, змивними бачками, які розміщені на території об'єкту у санвузлі та душових, а також вода витрачається на забезпечення прибирання території, приймання душу, пиття тощо.

Забезпечення приміщення гарячою водою здійснюється за рахунок власного виробництва з використанням бойлера електричного нагрівання.

Для обліку спожитої об'єктом холодної води використовується лічильник крильчастий муфтовий GROSS MNK-UA DN 25 (рис. 1.6) [16]. Лічильник має захист від магнітних полів. Приєднання до трубопроводу – різьбове.

Лічильник води серії вимагає застосування фільтра грубого очищення на вході за зоною прямолінійної ділянки трубопроводу.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Технічні характеристики лічильника наведено у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики електричного лічильника GROSS MNK-UA

Параметри	Величина
Номінальний діаметр, мм	20
Номінальна об'ємна витрата, м ³ /год	2,5
Мінімальна об'ємна витрата, м ³ /год	0,45
Перехідна об'ємна витрата, м ³ /год	0,0375
Максимальна об'ємна витрата, м ³ /год	0,025

Продовження таблиці 1.4

Параметри	Величина
Термін служби, років	12
Поріг чутливості, м ³ /год	не більше 0,5Q _{min}
Маса лічильника, кг	3,0

Допустима похибка лічильника не перевищує 5 % у діапазоні витрат від Q_{min} до Q_t, та 2 % у діапазоні витрат від Q_t до Q_{max}.

Зовнішній вигляд лічильника показано на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Лічильник електричний GROSS MNK-UA DN 25

1.3.4 Система каналізації

Система каналізації на досліджуваному об'єкті централізована куди скидаються господарчо-побутові стоки та відводяться у загальну мережу. Стоки не мають шкідливих забруднень або домішок, тому перед скиданням їх до каналізації, попереднього очищення не виконується.

Зливні води потрапляють каналізаційну мережу по пластикових трубах діаметром Ø100.

1.3.5 Система вентиляції

Будинок обладнано системами природної та штучної вентиляції. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через відкриття світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішніх дверей. Система штучної вентиляції і кондиціонування є централізованою багатозональною. Її робота спрямована на підтримання мікроклімату у приміщеннях будівлі як улітку, так і узимку відповідно до нормативних показників. З цією метою у будівлі встановлено систему кондиціонування з рециркуляцією загальною потужністю, включаючи припливний і витяжний вентилятори, 2x10 кВт. Система має підвищену енергетичну ефективність завдяки використанню утилізації тепла витяжного повітря та рециркуляції. Окремі автономні кондиціонери у будівлі відсутні.

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії і воду [17 – 19]

Електрична енергія (з ПДВ): 3,53 грн/(кВт·год).

Природний газ (з ПДВ): 29,46 грн/ м³.

Холодна води з урахуванням водовідведення: 27,12 грн / м³.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання природного газу

Кількість спожитої об'єктом природного газу по місяцям за 2019 – 2021 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку, наведено в табл. 1.5.

Вартість 1 м³ природного газу становить – 29,46 грн.

Таблиця 1.5 – Споживання природного газу

Місяці	Споживання природного газу, тис. м ³		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Січень	661	688	652
Лютий	605	641	629
Березень	588	625	615
Квітень	295	306	302
Травень	257	277	281
Червень	208	228	232,4
Серпень	226	245	250
Вересень	262	281	276
Жовтень	273	290	284,6
Листопад	598	614	605
Грудень	637	649	644
Всього	5275	5515	5435

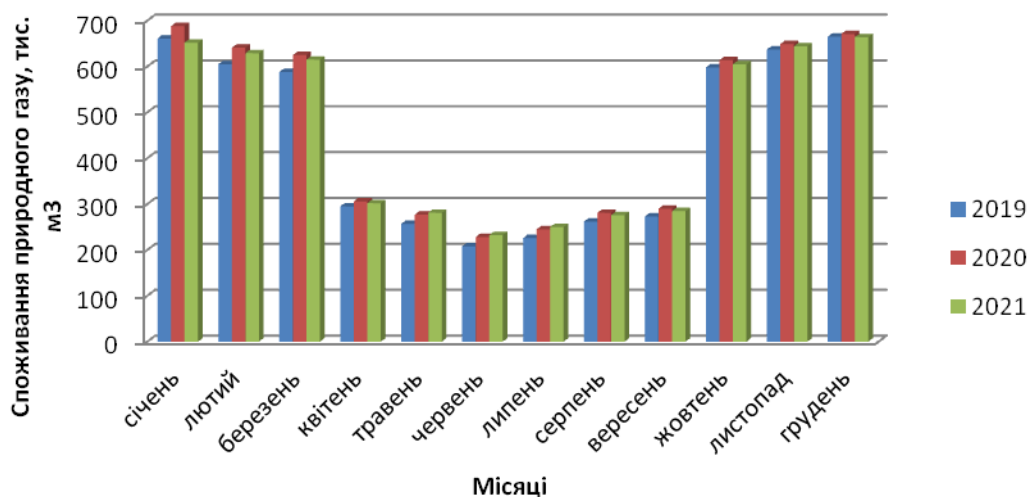


Рисунок 1.7 – Динаміка природного газу об'єктом у 2019 – 2021 роках

Максимуми споживання природного газу припадають на листопад – лютий місяць, що видно з рис. 1.7, причиною чого є досить несприятливі кліматичні умови. Загалом, споживання по місяцям є плавно зростаючим з початку опалювального періоду, і починає плавно спадати в кінці зимових місяців.

У місяці квітні – вересні витрати природного газу витрачаються на роботу технологічного обладнання.

У різні роки, на початку опалювального періоду спостерігається невелика різниця споживання природного газу. Це пов'язано з різною середньомісячною температурою навколишнього середовища та зміною технологічного навантаження.

1.4.2 Аналіз обсягів спожитої електричної енергії об'єктом

Кількість спожитої електричної енергії об'єктом по місяцям за 2019 – 2021 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку електричної енергії на об'єкті, наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Споживання електроенергії об'єктом

Місяці	Споживання електроенергії, тис. кВт*год		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Січень	298,1	325,5	330,2
Лютий	308,6	316,8	326,3
Березень	282,2	288,6	299,1
Квітень	310,5	318,2	316,5
Травень	317,4	325,3	328,3
Червень	293,6	301,8	305
Липень	297,9	315,1	318,4
Серпень	318,9	325,6	331,1
Вересень	295,7	303,2	307,9
Жовтень	312,2	320,3	325,7
Листопад	300	314,2	321,1
Грудень	290,6	300,6	305,9
Всього	3625,7	3755,2	3815,5

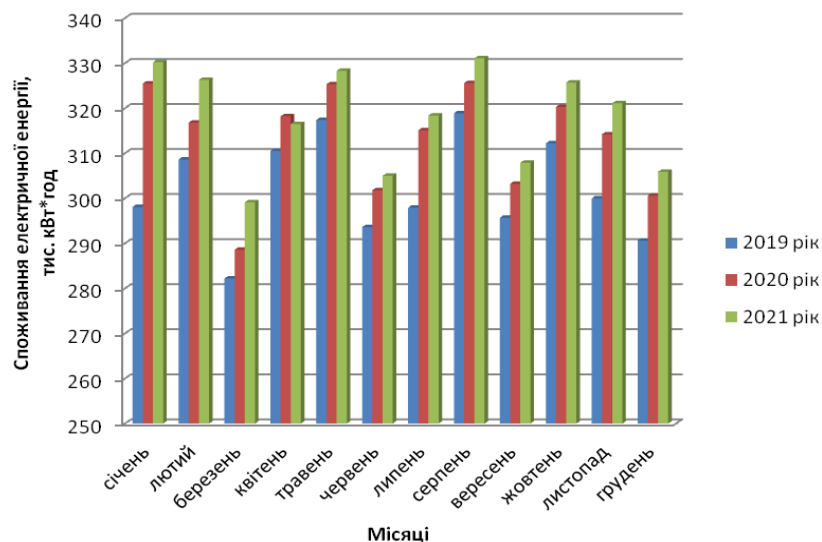


Рисунок 1.8 – Динаміка споживання електроенергії об'єктом в 2019 – 2021 роках

Максимуми споживання енергії відсутні, що пов'язано із використанням електричної енергії переважно для роботи технологічного обладнання.

Незначне коливання споживання електричної енергії пов'язане зі зміною кількості замовлень.

1.4.3 Аналіз обсягів спожитої об'єктом холодної води

Кількість спожитої об'єктом холодної по місяцям за 2019 – 2021 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку споживання холодної води на об'єкті, наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Споживання об'єктом холодної води

Місяці	Споживання холодної води, тис. м ³		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Січень	0,306	0,295	0,364
Лютий	0,338	0,335	0,352
Березень	0,393	0,45	0,354
Квітень	0,519	0,55	0,52
Травень	0,647	0,635	0,682
Червень	0,725	0,725	0,748
Липень	0,657	0,68	0,628
Серпень	0,585	0,575	0,617
Вересень	0,504	0,485	0,575
Жовтень	0,382	0,42	0,318
Листопад	0,301	0,315	0,326
Грудень	0,293	0,285	0,316
Всього	5,650	5,750	5,800

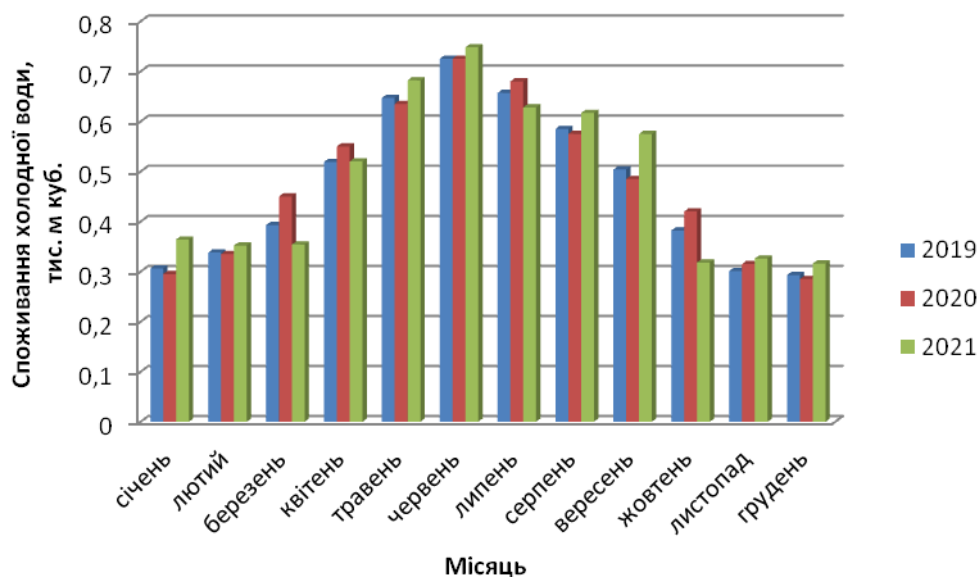


Рисунок 1.9 – Динаміка споживання холодної води об’єктом у 2019 – 2021 роках

Споживання холодної води є симетрично рівномірним протягом року з максимумом у червні місяці, що видно з рис. 1.9. Це пояснюється нерівномірністю завантаження об’єкту.

У 2021 році в об’єкті за даними журналу обліку було спожито:

- природного газу – 5435 тис. м³ (160,12 млн. грн);
- електричної енергії – 3815,5 тис. кВт·год (13,47 млн. грн);
- холодна вода – 5,8 тис. м³ (0,157 млн. грн).

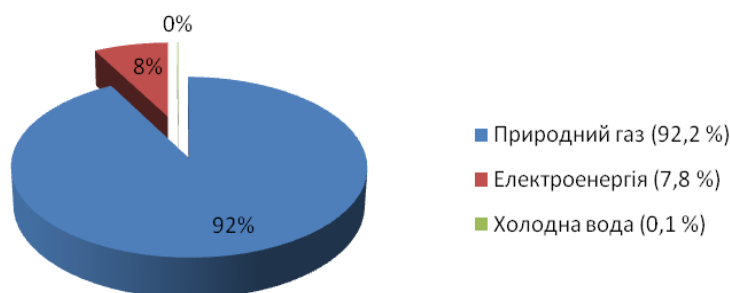


Рисунок 1.10 – Кругова діаграма обсягів споживання енергоресурсів об’єктом за 2021 рік

З кругової діаграми (рис. 1.10) видно, що більшу фінансову частину енергоспоживання складає природний газ (92,2 %). Отже, для економії енергоресурсів доцільно впроваджувати заходи з економії саме цього енергоресурсу.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

При проведенні енергетичного аудиту системи енергопостачання основними вимірюваними параметрами є температура, лінійні розміри будівлі та мереж. Найчастіше на практиці для вимірювання температури використовуються термометри та пірометри, а для вимірювання лінійних розмірів – рулетка та штангенциркуль.

2.1 Опис методів та приладів вимірювання

2.1.1 Пірометри [20]

Пірометри застосовуються для вимірювання температури тіл у діапазоні від мінус 30 до плюс 6000°C. Дія цих приладів заснована на залежності теплового випромінювання нагрітих тілі від їх температури і фізико-хімічних властивостей. На відміну від термометрів первинний перетворювач пірометра не підпадає під вплив високої температури і не змінює температурне поле, тому що перебуває поза вимірювальним середовищем.

При аудиті системи опалення, зокрема вимірюванні температури теплоносія та робочих поверхонь приміщення, був використаний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek.

Технічні характеристики лазерного пірометра приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики лазерного пірометра MiniTemp

Параметр	Значення
1	2
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Точковий цілевказівник
Збереження інформації на дисплеї	7 с

Продовження табл. 2.1

Параметр	Значення
Підсвічування екрану	Автоматичне
Оптичне розрішення D:S	1:6
Допустима відстань	До 100 см
Діапазон вимірювань	Від -18 °С до +275 °С
Точність, %	±2
Час спрацювання, мсек	500
Робоча температура, °С	0...50
Живлення	9В (батарейка або акумулятор)
Розміри, мм	152x101x38
Вага, кг	0,227

Зображення лазерного пірометра MiniTemp подане на рис. 2.1



Рисунок 2.1 – Лазерний пірометр MiniTemp

Сфери застосування лазерного пірометра MiniTemp:

- обслуговування автомобілів: несправність мотора, діагностика системи охолодження;
- система опалювання, вентиляції і кондиціонування: температурний баланс приміщення, обстеження подаючих і поворотних регістрів, робота систем опалювання, енергоаудит і ізоляція вікон;
- обслуговування електромереж і щитів: виявлення перегріву кабелів і з'єднань дротів;
- харчова промисловість: визначення температури зберігання, транспортування і продажу продуктів харчування, профілактика і діагностика холодильних камер, духових печей, кухонних плит і посудомийних машин.

Пірометр дуже простий в використанні завдяки лазерному прицілу та дисплею, розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта.

2.1.2 Термоанімометр [21]

Термоанімометр – прилад для вимірювання температури та вологості повітря, температури точки роси.

Принцип дії універсального вимірювача засновано на залежності опору його термочутливого елемента від концентрації пари води у повітрі, а також на реєстрації температури, при якій повітря досягає стану насичення при постійному тиску. Основні характеристики вимірювача Testo 605-N1 наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2– Основні технічні 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
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

Зображення термогігрометра Testo 605-N1 представлено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2– Термоанімометр Testo 605-N1

2.1.3 Вимірювальна рулетка [22]

Вимірювальна рулетка служить для визначення геометричних розмірів приміщень. Являє собою металеву стрічку з поділками, яка намотана на катушку, що знаходиться в корпусі. Корпус має механізм для змотування. Границя виміру приладу складає 5 м, похибка ± 1 мм. Вимірювальна рулетка зображена на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Вимірювальна рулетка

Рулетки зі зворотною пружиною зазвичай оснащені стопором, який запобігає самовільному змотуванню стрічки. На вільному кінці стрічки такі

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		34

рулетки містять міцно закріплений зачіп, який не дозволяє кінця стрічки безповоротно піти в середину корпусу і служить для точного суміщення початку стрічки і ребра обміряє предмета.

2.2 Аналіз результатів інструментального обстеження

В результаті проведеного пірометричного обстеження було знайдено ряд проблемних місць у обстежуваній будівлі з найбільшими тепловими втратами. В першу чергу, це стосується даху, через який відбувається значна частина тепловтрат. Вимірювання температури вікон та підвіконь показали їх задовільний стан.

Результати вимірювань показали, що в місцях стику зовнішніх і внутрішніх стін та перекриття значні тепловтрати не спостерігаються.

Інструментальне обстеження приладів опалення показало, що вони працюють ефективно.

Ще одне місце тепловтрат – не ефективна прямотечійна система вентиляції (особливо у промисловій частині будівлі). Це зумовлює значні втрати тепла з теплим повітрям, що викидається з будівлі.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі [7, 8, 24-27]

3.1.1 Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій

Зведений опір теплопередачі дійсних огорожувальних конструкцій $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/W$ повинний бути не менше за вимагаємих значень R_{qmin} , які визначаються виходячи із санітарно-гігієнічних та комфортних умов і умов енергозбереження.

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

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

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

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

Мінімально допустиме значення, R_{qmin} , опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій, дверей громадських будинків встановлюється згідно з [8] залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Зведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma np}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, непрозорої огорожувачої конструкції розраховується за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (3.2)$$

де α_6, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, які приймаються згідно з ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель», табл. 9, [11];

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації згідно, табл. 8, $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$, [8];

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, згідно формули (3.3), $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

Опір теплопередачі заповнень світлових прорізів (вікон) приймається згідно табл. 7, [8].

Термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті R_{nz} , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$ визначається за формулами:

$$\begin{aligned} \text{I зона} - R_{nz}^I &= R_0^I + \sum R_n ; \\ \text{II зона} - R_{nz}^{II} &= R_0^{II} + \sum R_n ; \\ \text{III зона} - R_{nz}^{III} &= R_0^{III} + \sum R_n ; \\ \text{IV зона} - R_{nz}^{IV} &= R_0^{IV} + \sum R_n , \end{aligned} \quad (3.3)$$

де $R_0^I, R_0^{II}, R_0^{III}, R_0^{IV}$ – значення термічного опору теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$, відповідно чисельно рівні 2,2; 4,3; 8,6; 14,2;

$\sum R_n$ – сума значень термічного опору теплопередачі шарів підлоги на ґрунті, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Величина ΣR_n розраховується за рівнянням:

$$\Sigma R_n = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (3.4)$$

де n – кількість шарів підлоги на ґрунті;

δ_i – товщина i -го шару, м;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -го шару, (м²·°С)/Вт.

3.1.2 Розрахунок основних тепловтрат

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

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень, Вт

$$\Sigma Q_{втр} = \Sigma Q_0 + \Sigma Q_{\delta} + \Sigma Q_{инф}, \quad (3.5)$$

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

ΣQ_{δ} – сумарні додаткові втрати теплоти огорожуючі конструкції, Вт;

$\Sigma Q_{инф}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт.

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

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_0 = \frac{F_{ozp}}{R_0} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \quad (3.6)$$

де F_{ozp} – розрахункова площа поверхні огорожуючої конструкції, м²;

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

t_6, t_3 – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, °C; [22, 23]

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції відносно зовнішнього повітря, згідно таблиця 12, [8].

Відповідно до (3.6), основні тепловтрати крізь підлоги $Q_{ndл}$ розраховуються по формулі, Вт:

$$Q_{ndл} = \left(\frac{F_I}{R_{nz}^I} + \frac{F_{II}}{R_{nz}^{II}} + \frac{F_{III}}{R_{nz}^{III}} + \frac{F_{IV}}{R_{nz}^{IV}} \right) \cdot (t_6 - t_{zp}), \quad (3.7)$$

де $R_{nz}^I, R_{nz}^{II}, R_{nz}^{III}, R_{nz}^{IV}$ – термічний опір теплопередачі окремих зон підлог на ґрунті, (м²·°C)/Вт;

$F_I, F_{II}, F_{III}, F_{IV}$ – площі підлоги, відповідно першої, другої, третьої, четвертої зони, м²;

t_6, t_{zp} – відповідно внутрішня температура приміщень над підлогами і температура ґрунту (для практичних розрахунків приймається температура ґрунту $t_{zp}=+6^{\circ}\text{C}$).

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції визначаються за формулою, Вт:

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{ндл}, \quad (3.8)$$

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.

3.1.3 Розрахунок додаткових тепловтрат

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

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни, обумовлені орієнтацією будинків, Вт

$$Q_{op}^0 = Q_{ст} \cdot \beta_{op}, \quad (3.9)$$

де $Q_{ст}$ – тепловтрати через кожен 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.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Додаткові тепловтрати на відкривання зовнішніх дверей, Вт

$$Q_{з.д}^{\circ} = Q_{з.д} \cdot \beta_{відкр}, \quad (3.10)$$

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 розташованими на ґрунті або над холодними підвалами, Вт

$$Q_{пдл}^{\circ} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \quad (3.11)$$

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

Сумарні тепловтрати через неутеплені підлоги, Вт

$$\sum Q_{пдл}^{\circ} = \sum_i^n Q_{i.пдл}^{\circ}, \quad (3.12)$$

де $Q_{i.пдл}^{\circ}$ – втрати теплоти через неутеплені підлоги по кожному приміщенню, Вт;

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

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції, Вт:

$$\sum Q_{\partial} = \sum Q_{op}^{\circ} + \sum Q_{з.д}^{\circ} + \sum Q_{пдл}^{\circ}, \quad (3.13)$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						41
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де ΣQ_{op}^{∂} – сумарні додаткові тепловтрати через зовнішні огороження на орієнтацію, Вт;

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

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

Додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через дверні прорізи, Вт

$$Q_{3,\partial}^{inf} = 0,28 \cdot G_{3,\partial} \cdot c \cdot (t_6 - t_3), \quad (3.14)$$

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

t_6, t_3 – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

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

$$G_{3,\partial} = b_{n,\partial} \cdot L_{n,\partial} \cdot v_{cp.n,\partial} \cdot m_n \cdot 3600, \quad (3.15)$$

де $b_{n,\partial}$ – ширина встановленої дверної нещільності (приймається $0,005 \text{ м}$);

$L_{n,\partial}$ – загальна довжина нещільності дверного прорізу, м;

$v_{cp.n,\partial}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільності дверного прорізу за результатами виконаних вимірів (приймається $0,5 \text{ м/с}$);

m_n – маса 1 м^3 повітря, рівна $1,3 \text{ кг}$.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\sum Q_{\text{інф}} = \sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + \sum Q_{\text{з.д}}^{\text{інф}}, \quad (3.16)$$

У підсумку проведених розрахунків за результатами дискретного визначення тепловтрат у приміщеннях обстежуваної будівлі визначається сумарне розрахункове значення тепловтрат $\sum Q_{\text{emp}}$ по формулі (3.5).

Додаткові втрати теплоти на вентиляцію повітря у об'єкті

Додаткові тепловтрати на вентиляцію повітря у об'єкті крізь спеціальні вентиляційні отвори розраховуємо за формулою, Вт

$$Q_g = 0,28 \cdot V_n \cdot c \cdot \rho \cdot (t_g - t_z) \cdot n_k \cdot k_v, \quad (3.17)$$

де c , t_g , t_z те саме, що у формулі (3.14);

V_n – об'єм приміщення;

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

n_k – кратність повітрообміну, $\text{м}^3 / (\text{год} \cdot \text{м}^3)$;

k_v – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розташування в ньому різного обладнання (приймається $k_v = 0,8 - 1,0$).

3.1.4 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей, Вт

$$Q_l = q_l \cdot n_l, \quad (3.18)$$

де q_l – явні теплонадходження від людей, Вт;

n_l – кількість людей.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Теплонадходження від працюючого електроустаткування, Вт

$$Q_{ел} = N_{ел} \cdot (1 - k_{II} \cdot \eta + k_T \cdot k_{II} \cdot \eta) \cdot k_c, \quad (3.19)$$

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

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

η – ККД електроустаткування (приймаємо 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, Вт

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_з, \quad (3.20)$$

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

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

$k_з$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

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

Сумарні теплонадходження, Вт

$$Q_{тн} = Q_{л} + Q_{ел} + Q_{осв}, \quad (3.21)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі, Вт

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \quad (3.22)$$

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

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

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\Delta Q_{оп} = \Delta Q \cdot \frac{t_e^{cp} - t_{cp.on}}{t_e^{cp} - t_3} \cdot n_{оп} \cdot 24 \cdot 0,8598 \cdot 10^{-6}, \quad (3.23)$$

де t_e^{cp} – середня температура у опалювальному приміщенні;

$t_{cp.on}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період

за даними гідрометцентру згідно [23];

t_3 – розрахункова за опалювальний період температура зовнішнього повітря згідно [8, табл.10, додаток Б];

$n_{оп}$ – кількість днів опалювального періоду.

3.2 Тепловий розрахунок будівлі

3.2.1 Розрахунок термічного опору конструкцій

Для обстежуваного об'єкту мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни (залежно від температурної зони експлуатації будинку, тепловологісного режиму внутрішнього середовища і теплової інерції огорожувальних конструкцій) становить $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для даху – $R_{qmin} = 4,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для вікон – $R_{qmin} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для дверей – $R_{qmin} = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Розрахунок термічного опору зовнішньої стіни

Термічний опір зовнішньої стіни при використанні "сендвіч-панелі" на основі плити негорючої базальто-волокнистої

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{46,5} + \frac{0,3}{0,059} + \frac{0,0125}{0,3} + \frac{1}{23} = 5,28 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						45
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Порівняємо фактичне значення термічного опору з нормованим згідно з [8, табл.7]:

$$R_{\Sigma np} = 5,28 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} > R_{q \min} = 3,3 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Так як фактичне значення опору більше ніж нормоване, тому утеплювати стіни для збільшення термічного опору та зменшення тепловтрат не рекомендується.

Розрахунок термічного опору даху

Термічний опір даху розраховуємо за формулою (3.2):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0055}{0,33} + \frac{0,012}{0,81} + \frac{0,1}{0,13} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{1}{23} = 1,07 \frac{m^2 \cdot K}{Вт};$$

$$R_{\Sigma np} = 1,07 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} < R_{q \min} = 4,95 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Розрахунок термічного опору вхідних дверей

Для металопластикових дверей з подвійним склінням (основний вхід)

величину $R_{\Sigma np}$ приймаємо із таблиць згідно з [8] $R_{\Sigma np} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$.

Отже, можемо записати

$$R_{\Sigma np} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} > R_{q \min} = 0,65 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Термічний опір вікон

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						46
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У даному випадку віконні прорізи співпадають за тепловими характеристиками із дверним проємом, тому $R_{\Sigma np} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$.

Для вікон величину $R_{\Sigma np}$ приймаємо із таблиць згідно з [8]

$$R_{q \min} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \text{ тоді}$$

$$R_{\Sigma np} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} = R_{q \min} = 0,75 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Розрахунок термічного опору підлоги

Термічний опір підлоги розраховуємо формулою (3.4):

$$\sum R_{n2} = \frac{0,38}{2,04} + \frac{0,05}{0,7} + \frac{0,01}{1,1} = 0,188 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Термічний опір кожної зони розраховуємо за формулою (3.3):

$$\text{I зона} - R_{nz}^I = 2,2 + 0,188 = 2,388 \frac{m^2 \cdot K}{Вт};$$

$$\text{II зона} - R_{nz}^{II} = 4,3 + 0,188 = 4,488 \frac{m^2 \cdot K}{Вт};$$

$$\text{III зона} - R_{nz}^{III} = 8,6 + 0,188 = 8,788 \frac{m^2 \cdot K}{Вт};$$

$$\text{IV зона} - R_{nz}^{IV} = 14,2 + 0,188 = 14,388 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}.$$

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій досліджуваного об'єкту представлені у табл. 3.1.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						47
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивних елементів	Матеріал	Товщина шару, $\delta, м$	Теплопровідність $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	$R_{\Sigma пр}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{q \min}, \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$
1	Зовнішні стіни	"Сендвіч-панель":	0,001	46,5	5,28	3,3
		метал	0,3	0,059		
		плита базальтово-волокниста гіпсокартон	0,0125	0,3		
2	Двері	Двокамерні металопластикові	0,06	–	0,75	0,65
3	Дах	М'яка крівля на основі:			1,07	4,95
		руберойду,	0,0055	0,33		
		промащеного смолою	0,012	0,81		
		цементно-піщаної стяжки залізобетонної плити керамзиту	0,22	2,04		
			0,1	0,13		
4	Вікна	Двокамерні металопластикові			0,75	0,75
5	Підлога	З/бетонна плита	0,2	2,04	0,11	–
6	Перекриття	Залізобетонна плита, кахель, дерево, ліноліум	0,38	2,04	0,19	–

З табл. 3.1 можемо зробити висновок, що фактичний опір даху не є задовільними, тому що фактичний термічний опір є меншим, ніж мінімально допустиме значення згідно [8]. Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішньої стіни ($R_{q \min} < R_{\Sigma пр} \rightarrow 3,3 < 5,16$) свідчать про задовільні теплозахисні властивості зовнішньої стіни, завдяки використанню товстого

шару теплоізоляції, поєднаної з високоенергоощадними віконними панелями. Вікна у будівлі металопластикові також із задовільними теплозахисними властивостями ($R_{q\min} \gg R_{\Sigma np} \rightarrow 0,75=0,75$).

Отримані результати свідчать про невідповідність вимогам до опору теплопередачі такої огорожуючої конструкції як дах.

Отже, рекомендується утеплити дах з метою зменшення тепловтрат будівлі. Утеплення зовнішніх стін є неможливим з естетичних міркувань.

3.2.2 Розрахунок тепловтрат будівлі

Тепловтрати через зовнішні стіни

Тепловтрати через огорожуючі конструкції знаходимо за формулою (3.6):

– вікна

$$Q_{\text{вкн}} = \frac{220}{0,75} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 12320 \text{ Вт};$$

– зовнішні стіни

$$Q_{\text{з.ст}} = \frac{334,4}{5,28} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 2660 \text{ Вт};$$

– дах

$$Q_{\text{дах}} = \frac{545}{1,07} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 21393 \text{ Вт}.$$

– підлога

визначимо площі підлоги, відповідно першої, другої, третьої, четвертої зони:

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						49
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$F_I = 188 \text{ м}^2, F_{II} = 156 \text{ м}^2, F_{III} = 124 \text{ м}^2, F_{IV} = 77 \text{ м}^2.$$

тепловтрати через підлогу знаходимо за формулою (3.7):

$$Q_{\text{подл}} = \left(\frac{188}{2,388} + \frac{156}{4,488} + \frac{124}{8,788} + \frac{77}{14,388} \right) \cdot (20 - 6) = 1861 \text{ Вт}.$$

– через вхідні двері

$$Q_{\text{дв}} = \frac{2,4 \cdot 2}{0,75} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 269 \text{ Вт}.$$

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції знаходимо за формулою (3.8):

$$\sum Q_0 = 12320 + 2660 + 21393 + 1861 + 269 = 38503 \text{ Вт}.$$

Додаткові тепловтрати через зовнішні стіни зумовлені орієнтацією будівель розраховуємо по формулі (3.9):

$$Q_{\text{ст}}^{\text{д}} = 2660 \cdot 0,13 \approx 346 \text{ Вт}.$$

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

$$Q_{\text{подл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot 1861 = 93 \text{ Вт}.$$

Додаткові тепловтрати на відкривання дверей

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						50
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{3,0}^0 = 3 \cdot 269 = 807 \text{ Вт.}$$

Величина сумарних додаткових втрат теплоти через огорожуючі конструкції:

$$\sum Q_{\delta} = 346 + 93 + 807 = 1246 \text{ Вт.}$$

Втрати на інфільтрацію повітря через віконні прорізи та дверний проєм відсутні, тому що усі ці огорожуючі конструкції у об'єкті є металопластиковими.

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря

$$\sum Q_{\text{інф}} = \sum Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + \sum Q_{3,0}^{\text{інф}} = 0 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати на вентиляцію повітря у об'єкті крізь спеціальні вентиляційні отвори розраховуємо за формулою

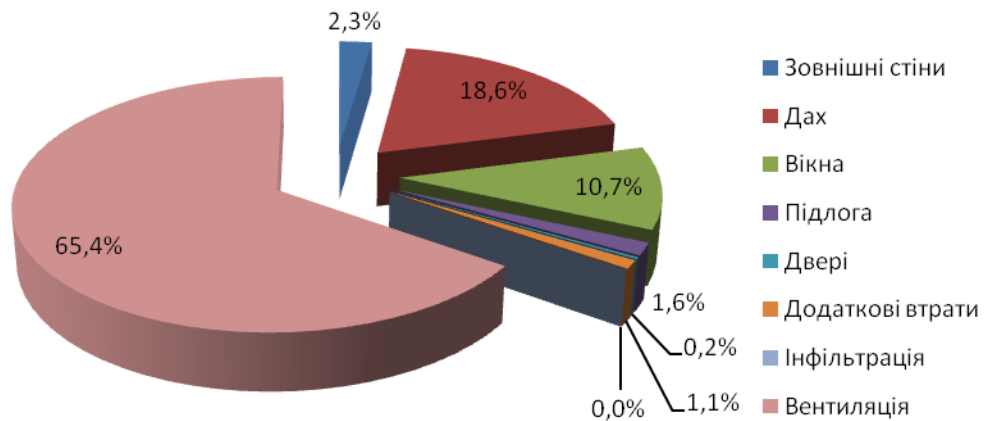
$$Q_{\text{вент}} = 0,28 \cdot 4082 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (20 - (-22)) \cdot 1,5 \cdot 0,8 = 75261 \text{ Вт,}$$

де $V_n = 4082 \text{ м}^3$ – опалюваний об'єм об'єкту; $n_k = 1,5 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{норма м}^3)$ – кратності повітрообміну у адміністративних (офісних) приміщеннях згідно міжнародних норм ASHRAE 62-1-2004 [27].

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції

$$\sum Q_{\text{втр}} = 38503 + 1246 + 75261 = 115010 \text{ Вт.}$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						51
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунку 3.1 – Діаграма втрат теплоти у об'єкті

З діаграми (рис. 3.1) видно, що основні втрати тепла приходяться на вентиляцію та тепловтрати через дах. Тому основні енергозберігаючі заходи будемо реалізовувати з метою зменшення саме цих втрат.

3.2.3 Розрахунок теплонадходжень будівлі

Теплонадходження від людей розраховуємо за формулою (3.19):

$$Q_{л} = 121 \cdot 104 = 12584 \text{ Вт},$$

де $n = 121$ чел – середня кількість людей, що постійно знаходяться у будівлі.

Теплонадходження від працюючого електроустаткування розраховуємо за формулою (3.20)

$$Q_{ел} = 60760 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,15 = 8376 \text{ Вт},$$

де $N_{el} = 60,76 \text{ кВт} = 60760 \text{ Вт}$ – загальна потужність електроустаткування, що працює у об'єкті.

Теплонадходження від джерел освітлення розраховуємо за формулою (3.21)

$$Q_{осв} = 2880 \cdot 0,4 \cdot 0,4 = 461 \text{ Вт.}$$

Сумарні теплонадходження по будівлі становлять:

$$Q_{ти} = 12584 + 8376 + 461 = 21421 \text{ Вт.}$$

Теплову потужність всієї будівлі визначаємо за формулою (3.22)

$$\Delta Q = 115010 - 21421 = 93589 \text{ Вт.}$$

Розрахункове значення використаного тепла системою тепла за рік становить (3.23):

$$\Delta Q_{оп} = 93589 \cdot 187 \cdot \frac{20 - (-1,4)}{20 - (-22)} \cdot 24 \cdot 0,8598 \cdot 10^{-6} = 184,0 \text{ Гкал.}$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						53
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Запропоновано такі енергозберігаючі заходи:

- 1) встановлення рекуператорів тепла у систему вентиляції;
- 2) утеплення даху;
- 3) встановлення сенсорного обладнання у систему водопостачання;
- 4) заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.

4.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберігаючих заходів

4.2.1 Встановлення рекуператорів теплоти в систему вентиляції [24, 27]

Поточний стан:

В будівлі передпередбачена приточно-витяжна система вентиляції з природним спонуканням. Приплив та видалення повітря в основному забезпечуються через спеціальні вентиляційні отвори. Видалення повітря реалізується за рахунок різниці тисків через вентиляційні канали, що виходять на дах.

Така організація системи вентиляції будинку призводить до втрат теплової енергії 65,4 % (75,26 кВт) з балансу (рис. 3.1) від загальних, що не забезпечує достатнього рівня енергозбереження в будівлі.

Опис можливостей з енергозбереження:

Для забезпечення нормованого повітрообміну, який відповідає санітарно-гігієнічним нормам, в приміщеннях з природною вентиляцією, де постійно перебувають люди, пропонується встановити локальні пристрої вентиляції з рекуператорами теплоти.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Вентиляція приміщень відбувається за рахунок того, що система відбирає повітря з приміщення та скидає його на зовні, одночасно з чим примусово нагнітає свіже повітря до приміщення. При цьому повітряні потоки розділені між собою. За рахунок проходження повітряних потоків через систему мідних теплообмінників, розташованих всередині робочого модуля, тепле витяжне повітря віддає своє тепло холодному припливному. Таким чином, здійснюється ефективний повітрообмін приміщень та забезпечується, завдяки рекуперації, енергозберігаючий ефект. Коли вентиляція працює в літній період, в рекуператорі відбувається зворотній процес – кондиціювання. Підключення вентиляційної установки здійснюється до стаціонарної мережі зі змінним струмом, напругою 220 В та частотою 50 Гц.

Необхідно встановити приточно-витяжну установку з рекуператором ПРАНА 340S (Україна) фірми ПРАНА [28]. Схематично принцип дії децентралізованої системи вентиляції зображено (рис. 4.1):

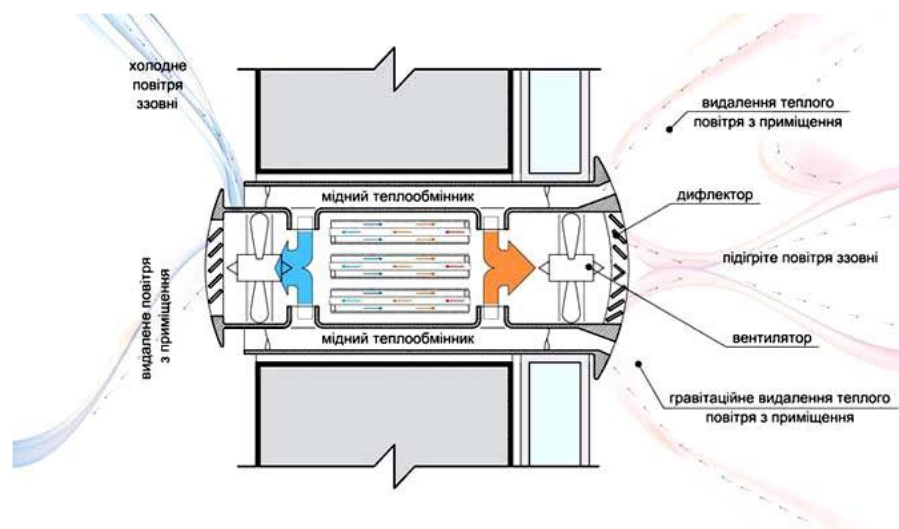


Рисунок 4.1 – Схема роботи пластинчастого рекуператора ПРАНА 340S

Проведемо розрахунок та підберемо установку для першого поверху будівлі.

Масова витрата вентилязованого повітря, кг/с:

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\dot{m} = V_B \cdot \rho_n, \quad (4.1)$$

де ρ_n – густина повітря, яке вентилюється за нормальних умов, кг/м³ ($\rho_n = 1,3$ кг/м³);

V_B – об’ємна витрата повітря, що вентилюється, м³/с. Визначається, як:
- для вентиляції:

$$V_B = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot n_k \cdot k_V \cdot 10^{-3}, \quad (4.2)$$

де V_{Π} – внутрішній об’єм приміщення, м³;

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹ ($n_k = 1,5$ год⁻¹);

k_V – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об’єму приміщення через розташування у ньому різного обладнання ($k_V = 0,8$).

За формулою (4.2):

$$V_B = 0,28 \cdot 4082 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 1,371 \text{ м}^3 / \text{с} = 4936 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

За формулою (4.1):

$$\dot{m} = 1,371 \cdot 1,3 = 1,782 \text{ кг/с}.$$

Враховуючі розрахункові умови, що масові витрати і теплоємності витяжного та припливного повітря однакові та результати рівнянь теплового балансу, величина економії теплової енергії на опалення приміщення після запровадження технології рекуперації теплоти у системі вентиляції будівлі, кВт, визначається як:

$$\Delta Q_{PT} = \dot{m}_B \cdot c_{\Pi} \cdot (t_B - (t_{3,P} + \Delta t_P)), \quad (4.3)$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де t_B – температура витяжного повітря, $^{\circ}\text{C}$, ($t_B=20^{\circ}\text{C}$);

$t_{з.р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ ($t_{з.р}=-22^{\circ}\text{C}$);

Δt_p – величина зменшення температури витяжного повітря після рекуперації теплоти, $^{\circ}\text{C}$. Для практичних розрахунків береться з діапазону $\Delta t_p=10-15^{\circ}\text{C}$ ($\Delta t_p=10^{\circ}\text{C}$);

$c_{п}$ – питома масова ізобарна теплоємність повітря, що дорівнює $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.

За формулою (4.3) визначаємо економію теплової енергії на опалення приміщення після запровадження заходу:

$$\Delta Q_{PT} = 1,371 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-22 + 10)) = 44,091 \text{ кВт}.$$

Річна економія на тепловтрати після встановлення системи рекуперації, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$

$$Q_{PT}^{EK.pik} = \Delta Q_{PT} \cdot \frac{(t_{г}^{cp} - t_{cp.on})}{(t_{г}^{cp} - t_{з.р})} \cdot n_{p.p} \cdot n_{p.n}, \quad (4.4)$$

де ΔQ_{PT} – величина економії теплової енергії від рекуперації теплоти, кВт ;

$t_{г}^{cp}$ – внутрішня температура приміщення будівлі, $^{\circ}\text{C}$ ($t_B=20^{\circ}\text{C}$);

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

$t_{з.р}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ ($t_{з.р}=-22^{\circ}\text{C}$);

$n_{p.p}$ – тривалість періоду роботи системи рекуперації теплоти за добу, годин ($n_{p.p}=24$ год);

$n_{p.n}$ – тривалість робочого періоду у приміщенні за опалювальний рік, діб ($n_{p.n}=187$ діб).

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						57
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

За формулою (4.4) визначаємо річну економію на тепловтрати після встановлення системи рекуперації:

$$Q_{PT}^{EK.pik} = 44,091 \cdot \frac{(20 - (-1,4))}{(20 - (-22))} \cdot 24 \cdot 187 = 100825 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 86,69 \text{ Гкал}.$$

Кількість електроенергії, необхідної для функціонування установки, кВт·год/рік

$$E = n_{p.p} \cdot n_{p.n} \cdot P_y. \quad (4.5)$$

За формулою (4.5):

$$E = 5 \cdot 24 \cdot 187 \cdot 0,3 = 6732 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

На основі проведених розрахунків обрано децентралізована система вентиляції з рекуперацією тепла типу ПРАНА-340S у кількості 5 модулів.

Характеристики децентралізованої системи вентиляції типу «ПРАНА-340S» представлені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики децентралізованої системи вентиляції типу «ПРАНА-340S»

Назва моделі	ККД, %	Діаметр робочого модуля, мм	Об'єми повітрообміну при рекуперації, м ³ /год		
			приток	виток	ніч/min
Напівпромисловий рекуператор «ПРАНА - 340S»	78	340	1100	1020	110

У будівлі розташовано 4 поверхи, якщо в кожному встановити децентралізовану систему вентиляції з рекуперацією, зменшення теплового навантаження на систему опалення за рахунок зменшення тепловтрат від вентиляції складе $\Delta Q = 44,091 \text{ кВт}$, економія теплової енергії за рік складе: $86,69 \text{ Гкал/рік}$.

Додаткові затрати на роботу системи на привід вентилятора складуть

$$E_{к_{Вм}} = 6732 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік},$$

або у грошовому еквіваленті

$$E_{Вм} = 6732 \cdot 3,53 = 23764 \text{ грн/рік}.$$

Річна економія теплової енергії в грошовому еквіваленті від впровадження заходу

Необхідна кількість газу за опалювальний період для підігрівання теплоносія котлом визначалася за формулою:

$$V_{газ} = 24 \cdot 3600 \cdot \frac{\Delta Q}{\eta \cdot Q_n^p} \cdot \frac{t_6^{cp} - t_{cp.on}}{t_6^{cp} - t_3} \cdot n_{оп}, \quad (4.6)$$

де ΔQ – економія теплового навантаження системи опалення, кВт;

Q_n^p – нижча робоча теплота згоряння газу, яка дорівнює 35914 кДж/м^3 ;

η – ККД котла;

$n_{оп}$ – тривалість опалюваного періоду.

Необхідну кількість газу для підігрівання теплоносія для кожного значення теплового навантаження на рік розраховуємо за формулами (4.6)

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$V_{\text{газ}} = 24 \cdot 3600 \cdot 187 \cdot \frac{44,091}{0,917 \cdot 35914} \cdot \frac{20 - (-1,4)}{20 - (-22)} = 11021 \text{ м}^3.$$

З урахуванням, що вартість газу складає $\Pi_{\text{газ}} = 29460$ грн/1000 м³ станом на 2022 рік для підприємств з урахуванням ПДВ, можемо розрахувати річні експлуатаційні затрати на опалення з використанням автономної котельні:

$$E_{\text{кот}} = \Pi_{\text{газ}} \cdot \frac{V_{\text{газ}}}{1000} = 29460 \cdot \frac{11021}{1000} = 324679 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від встановлення засобів утилізації тепла у системі вентиляції з урахуванням затрат на привід вентилятора складуть

$$E - E_{\text{кот}} - E_{\text{Вм}} = 324679 - 23764 = 300915 \text{ грн.}$$

Вартість однієї установки – 39084 грн/шт. Загальна кількість пристроїв у об'єкті 5 шт.

Капітальні затрати на впровадження енергозберігаючого заходу з урахуванням вартості розробки проєкту 13000 грн і вартості монтажних робіт $5 \cdot 7000 = 35000$ грн

$$K = 5 \cdot 39084 + 20000 + 33000 = 250420 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності заходу

$$T_{\text{ок}} = \frac{250420}{300915} = 0,83 \text{ року.}$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначимо дисконтний термін окупності енергозберігаючого заходу, використовуючи подану нижче методику.

Розрахунок оцінки економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів проводиться згідно методики [29].

Чистий дисконтований дохід NPV

При одномоментному здійсненні інвестиційних витрат NPV може бути визначений за формулою:

$$NPV = \sum_{t=t_i}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0, \quad (4.7)$$

де P_t – чистий грошовий потік (грошові надходження) у році t ;

I_0 – одномоментні інвестиційні витрати на реалізацію інвестиційного проєкту;

r – дисконтна ставка, що використовується для приведення доходів та інвестиційних витрат до єдиного моменту часу (виражається у частках одиниць);

t_n – момент отримання першого доходу;

T – термін реалізації (життєвий цикл) інвестиційного проєкту, років.

Якщо інвестиційні витрати здійснюються у декілька етапів, розрахунок показника NPV здійснюється за наступною формулою:

$$NPV = \sum_{t=t_i}^T \frac{P_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t_c} \frac{I_t}{(1+r)^t}, \quad (4.8)$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						61
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де I_t – інвестиційні витрати у році t ;
 t_3 – момент закінчення інвестування.

Сума чистого грошового потоку за окремими інтервалами часу визначається за формулою:

$$P_t = D_t - B_t - (D_t - B_t - A_t) \cdot k_n, \quad (4.9)$$

де D_t – очікуваний загальний дохід від реалізації проєкту;

B_t – поточні витрати;

A_t – амортизаційні відрахування, які не увійшли до складу витрат і не оподатковуються,

k_n – податкова ставка (приймається в діапазоні від 0 до 0,25).

Результат розрахунку NPV є важливим критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проєкту (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Критерії реалізації інвестиційних проєктів за показником NPV

№ з/п	Значення NPV	Економічна інтерпретація	Суть управлінського рішення
1	$NPV > 0$	Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості	Проєкт є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проєкт може бути реалізовано

Продовження таблиці 4.2

№ з/п	Значення NPV	Економічна інтерпретація	Суть управлінського рішення
2	$NPV=0$	Дисконтовані результати дорівнюють дисконтованим витратам. Підприємство не отримує додаткового доходу на власний капітал	Проект є беззбитковим. Якщо у матимуть місце соціальний або екологічний ефекти, то він може бути прийнятий
3	$NPV<0$	Дисконтовані результати є меншими за дисконтовані витрати, що призведе до зменшення вартості вкладеного капіталу	Проект є неефективним (збитковим) і його слід відхилити

Індекс доходності PI

PI є відносним показником і розраховується як відношення чистого приведенного доходу від реалізації проекту до початкових або приведених інвестиційних вкладень:

$$PI = \frac{\sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{I_0}, \text{ або } PI = \frac{\sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{t_3} \frac{I_t}{(1+r)^t}}, \quad (4.10)$$

Зазначені критерії оцінки за показником PI наведені у табл. 4.2.

При порівняльній оцінці декількох проектів найбільш ефективним визнається той проект, що характеризується максимальним значенням індексу доходності.

Таблиця 4.3 – Критерії реалізації інвестиційних проєктів за показником *PI*

№ з/п	Значення <i>PI</i>	Економічна інтерпретація	Суть управлінського рішення
1	$PI > 1$	Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості	Проєкт є ефективним (прибутковим). З великою вірогідністю проєкт може бути реалізовано
2	$PI = 1$	Дисконтовані результати дорівнюють дисконтованим витратам. Підприємство не отримує додаткового доходу на власний капітал	Проєкт є беззбитковим. Якщо у разі реалізації проєкту матимуть місце соціальний або екологічний ефекти, то він може бути прийнятий
3	$PI < 1$	Дисконтовані результати є меншими за дисконтовані витрати, що призведе до зменшення вартості вкладеного капіталу	Проєкт є неефективним (збитковим) і його слід відхилити

Внутрішня норма доходності IRR

Даний показник є найбільш складним для розрахунку та одним із найважливіших показників оцінки ефективності інвестиційних проєктів. Під цим критерієм розуміють таку розрахункову ставку приведення, за якої дохід від реалізації проєкту дорівнює приведеним витратам на здійснення і, отже, капіталовкладення тільки окупаються. Таким чином *IRR* – це така ставка дисконтування, за якої $NPV=0$:

$$NPV = \sum_{t=t_n}^T \frac{P_t}{(1+IRR)^t} - \sum_{t=0}^{t_3} \frac{I_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (4.11)$$

де IRR – внутрішня норма доходності за інвестиційним проектом.

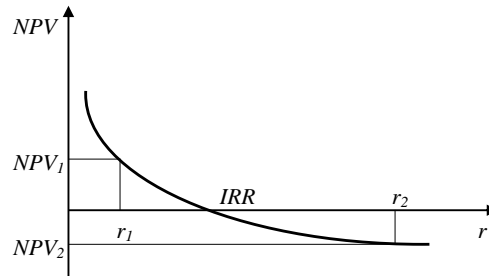


Рисунок 4.1 – Зв'язок між ставкою дисконту та чистою поточною вартістю

Як показано на рис. 4.2 при збільшенні ставки дисконту величина чистої поточної вартості зменшується і при певному значенні ставки дисконту обертається в нуль. Ставка дисконтування, за якої NPV дорівнює нулю, і є внутрішньою нормою доходності.

Точний розрахунок значення IRR здійснюється за допомогою методу ітерацій з використанням ЕОМ.

Розраховане значення IRR порівнюється з ціною інвестиційних ресурсів r , отриманих із можливих джерел (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Критерії реалізації інвестиційних проектів за показником IRR

№ з/п	Значення IRR	Економічна інтерпретація	Суть управлінського рішення
1	$IRR > r$	IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту	Проект можна прийняти
2	$IRR = r$	IRR дорівнює мінімальній ціні інвестицій для даного проекту	Проект потребує додаткового аналізу
3	$IRR < r$	Інвестиції не окупаються	Проект відхиляється

Дисконтований термін окупності PP

Дисконтований період окупності можна визначити за формулою:

$$PP = m + \frac{I - P_m}{P_{m+1}}, \quad (4.12)$$

де PP – дисконтований період окупності інвестиційних витрат за проектом, років;

P_m – сума дисконтованих грошових надходжень від реалізації проекту за повну кількість років, щоб вона була найбільш наближеною до суми інвестицій, але не перевищувала її. Таким чином має виконуватися нерівність: $P_m < I < P_{m+1}$;

m – кількість повних років, у яких сума дисконтованих доходів, розрахованих наростаючим підсумком, менша за суму дисконтованих інвестиційних витрат;

$(m+1)$ – рік, у якому сума дисконтованих надходжень, розрахованих наростаючим підсумком, перекиє суму дисконтованих інвестиційних витрат;

P_{m+1} – дисконтовані грошові надходження за проектом в $(m+1)$ -му році.

Розрахунок виконуємо за методикою наведеною вище для енергозберігаючого заходу: встановлення рекуператорів теплоти в систему вентиляції.

Витрати на впровадження заходу становлять 250420 грн. Річна економія становить 300915 грн.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергозберігаючого заходу дисконтним методом.

Чистий дисконтний дохід NPV.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		66

Для аналізу скористаємося табличною формою. Ставка дисконту складає – 25 % ($r = 0,25$).

Термін впровадження заходу 7-10 днів.

Кількість фахівців, що втілюватимуть проєкт – 2-3 чоловіки.

Тривалість життєвого циклу проєкту – 5 років (ресурс роботи рекуператора, рекомендований виробником).

Таблиця 4.5 – Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди Д (дохід)	Чистий грошовий потік P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, <i>грн</i>	NPV
0	-250420	-250420		1		
1	0	300915	50495	0,800	240732	-9688
2	0	300915	351410	0,640	192586	182898
3	0	300915	652325	0,512	154068	336966
4	0	300915	953240	0,410	123255	460221
5	0	300915	1254155	0,328	98604	558825
	IRR	117,7 %			809245	

$$NPV = 809245 - 250420 = 558825 \text{ грн.}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проєкту, в даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є ефективним. З великою вірогідністю проєкт може бути реалізовано. Також, з таблиці 4.5 видно, що в абсолютних величинах, проєкт з урахуванням дисконтної ставки окупається менше ніж за 2 роки. Чистий дохід проєкту складає 1254155 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 558825 грн.

Розраховуємо індекс доходності, який буде дорівнювати:

$$PI = \frac{809245}{250420} = 3,23.$$

Так як, $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є ефективним. З великою вірогідністю проєкт може бути реалізований.

Внутрішня норма доходності IRR.

IRR = 117,7 % (таблиця 4.5). $IRR > r$, IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проєкту. Проєкт рекомендується до впровадження.

Дисконтований термін окупності PP.

$$PP = 1 + \frac{0 - (-9688)}{192586} = 1,05 \text{ року.}$$

Таблиця 4.6 – Очікувані економічні показники від реалізації енергозберігаючого заходу

№ з/п	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	250420
2 Техніко-економічні показники		
2.1	Річна економія, грн	300915
2.2	Чистий дисконтний дохід, грн	558825
2.3	Індекс доходності	3,23
2.4	Внутрішня норма доходності, %	117,7
2.5	Дисконтований термін окупності, років	1,05

Даний енергозберігаючий захід є ефективним, тому що $NPV > 0$. Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є

інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості. Проект може бути реалізований з великою вірогідністю.

4.2.2 Утеплення даху [24]

Необхідна товщина теплоізоляції

$$\delta_{ym} = \left[R_{q\min} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ym}, \quad (4.13)$$

де λ_{ym} – теплопровідність теплоізолюючого матеріалу, обирається з [7], Вт/(м·К);

α_6, α_3 – те саме, що в формулі (3.2);

δ_i, λ_{ip} – те саме, що в формулі (3.2).

Капітальні затрати на теплоізоляцію, грн

$$K_{m.cm.} = F \cdot C_{m.iz.}, \quad (4.14)$$

де $K_{m.cm.}$ – капітальні затрати на придбання теплоізоляції, грн;

F – загальна площа зовнішніх стін, м²;

$C_{m.iz.}$ – вартість 1 м² теплоізолюючого матеріалу із монтажем, грн.

Втрати тепла після утеплення даху

$$Q_{ym} = \frac{F_{озр}}{R_{q\min}} \cdot (t_6 - t_3) \cdot n, \text{ Вт} \quad (4.15)$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						69
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де R_{qmin} – мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій.

Економія теплового навантаження

$$\Delta Q = Q_0 - Q_{ym}, \text{ Вт} \quad (4.16)$$

Аналіз балансу теплової енергії показує, що велика частка витрат тепла припадає на витрати через таку огорожувальну конструкцію будівлі як дахове суміщене перекриття. Тому додаткове утеплення даху спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та оплату за спожиту теплову енергію.

Необхідно накласти теплоізоляцію зовні, оскільки такий спосіб має ряд переваг: утеплюється вся поверхня даху, попереджує передчасне руйнування даху. Що може бути викликано коливанням температур та атмосферними опадами.

Обираємо матеріал для утеплення – плити з мінеральної вати.

Товщина теплоізоляційного матеріалу:

$$R_{qmin} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}} \text{ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі;}$$

$$\lambda_{ym} = 0,037 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \text{ – теплопровідність плити з мінеральної вати}$$

$$\delta_{ym} = (4,95 - 1,07) \cdot 0,037 = 0,144 \text{ м.}$$

Задаємося товщиною мінеральної вати 0,15 м.

Нове значення приведенного термічного опору даху після утеплення

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						70
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$R_{\Sigma np} = 1,07 + \frac{0,15}{0,037} = 5,12 \frac{m^2 \cdot K}{Вт}$$

Вартість 1 m^2 плити з мінеральної вати товщиною 15 см з монтажем складає 400 грн/ m^2 .

Капітальні затрати на теплоізоляцію даху за формулою:

$$K_{\text{дах}} = 545 \cdot 400 = 218000 \text{ грн.}$$

Втрати тепла після утеплення даху згідно формули:

$$Q_{\text{вт}} = \frac{545}{5,12} \cdot (20 - (-22)) \cdot 1 = 4471 \text{ Вт.}$$

Економія згідно формули (4.4)

$$\Delta Q = 21393 - 4471 = 16922 \text{ Вт.}$$

або за опалюваний період у тепловому еквіваленті економія складе

$$\Delta Q_{\text{вт}} = 16922 \cdot 187 \cdot \frac{20 - (-1,4)}{20 - (-22)} \cdot 24 \cdot 0,8598 \cdot 10^{-6} = 33,27 \text{ Гкал /рік.}$$

Необхідну кількість газу для підігрівання теплоносія для кожного значення теплового навантаження на рік розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{газ}} = 24 \cdot 3600 \cdot 187 \cdot \frac{16922 \cdot 10^{-3}}{0,917 \cdot 35914} \cdot \frac{20 - (-1,4)}{20 - (-22)} = 4230 m^3.$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

З урахуванням, що вартість газу складає $C_{\text{газ}} = 29460$ грн/1000 м³ станом на 2022 рік для підприємств з урахуванням ПДВ, можемо розрахувати річні експлуатаційні затрати на опалення з використанням автономної котельні:

$$E_{\text{кот}} = C_{\text{газ}} \cdot \frac{V_{\text{газ}}}{1000} = 29460 \cdot \frac{4230}{1000} = 124616 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності теплоізоляції даху

$$T_{\text{ок.}} = \frac{218000}{124616} = 1,75 \text{ року.}$$

Розрахунок виконуємо за методикою наведеною вище для енергозберігаючого заходу: утеплення даху.

Витрати на впровадження заходу становлять 218000 грн. Річна економія становить 124616 грн.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергозберігаючого заходу дисконтним методом.

Чистий дисконтний дохід NPV.

Для аналізу скористаємося табличною формою. Ставка дисконту складає – 25 % ($r = 0,25$).

Термін впровадження заходу 15-25 днів.

Кількість фахівців, що втілюватимуть проєкт – 5-8 чоловік.

Тривалість життєвого циклу проєкту – 20 років.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						72
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 – Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди Д (дохід)	Чистий грошовий потік P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, <i>грн</i>	NPV
0	-218000	-218000		1		
1	0	124616	-93384	0,800	99693	-118307
2	0	124616	31232	0,640	79754	-38553
3	0	124616	155848	0,512	63803	25250
4	0	124616	280464	0,410	51043	76293
5	0	124616	405080	0,328	40834	117127
6	0	124616	529696	0,262	32667	149795
7	0	124616	654312	0,210	26134	175929
8	0	124616	778928	0,168	20907	196836
9	0	124616	903544	0,134	16726	213561
10	0	124616	1028160	0,107	13381	226942
11	0	124616	1152776	0,086	10704	237646
12	0	124616	1277392	0,069	8564	246210
13	0	124616	1402008	0,055	6851	253061
14	0	124616	1526624	0,044	5481	258541
15	0	124616	1651240	0,035	4385	262926
16	0	124616	1775856	0,028	3508	266433
17	0	124616	1900472	0,023	2806	269240
18	0	124616	2025088	0,018	2245	271484
19	0	124616	2149704	0,014	1796	273280
20	0	124616	2274320	0,012	1437	274717
	IRR	57,2 %			492717	

$$NPV = 492717 - 218000 = 274717 \text{ грн.}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту, в даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним. З великою вірогідністю проект може бути реалізовано. Також, з таблиці 4.7 видно, що в абсолютних величинах, проект з урахуванням дисконтної ставки окупається менше ніж за 3 роки. Чистий дохід проекту складає 2274320 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 274717 грн.

Розраховуємо індекс доходності, який буде дорівнювати

$$PI = \frac{492717}{218000} = 2,26.$$

Так як, $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним. З великою вірогідністю проект може бути реалізований.

Внутрішня норма доходності IRR.

$IRR = 57,2\%$ (таблиця 4.7). $IRR > r$, IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проекту. Проект рекомендується до впровадження.

Дисконтований термін окупності PP

$$PP = 2 + \frac{0 - (-38553)}{63803} = 2,60 \text{ року.}$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						74
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.8 – Очікувані економічні показники від реалізації енергозберігаючого заходу

№ з/п	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	218000
2 Техніко-економічні показники		
2.1	Річна економія, грн	124616
2.2	Чистий дисконтний дохід, грн	274717
2.3	Індекс дохідності	2,26
2.4	Внутрішня норма доходності, %	57,2
2.5	Дисконтований термін окупності, років	2,60

Даний енергозберігаючий захід є ефективним, тому що $NPV > 0$. Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості. Проєкт може бути реалізований з великою вірогідністю.

4.2.3 Встановлення сенсорного обладнання у систему водопостачання [24]

З метою визначення терміну окупності енергозберігаючого заходу із заміни звичайних змішувачів води сенсорними необхідно визначити кількість зекономленої води. У результаті виконання багаторазових вимірювань витрати мережевої води при митті рук із використанням секундоміром СОСпр-26-2-000 з ціною поділки 1 с, було отримано, що середнє значення тривалості миття рук 55 с, витрата води за цей час складає 5,5 л. При швидкому ополіскуванні рук середня тривалість складе 12 с, при цьому витрата води складе 1,2 л.

Протягом доби прибиральню у об'єкті відвідує приблизно 230 осіб. Згідно СНіП 2.04.01-85* [31] секундна витрата холодної води для звичайного умивальника з водорозбірним краном становить $q_0^c = 0,1 \text{ л / с}$.

Витрата води кожним відвідувачем

$$q = t \cdot q_0^c,$$

де t – час миття рук кожним відвідувачем.

Тоді середнє значення витрати води

$$\bar{q}_1 = \bar{t} \cdot q_0^c,$$

де \bar{t} – середнє значення часу миття рук.

$$\bar{q}_1 = 55 \cdot 0,1 = 5,5 \text{ л}.$$

Витрата води при 230 відвідувань

$$V_1 = n \cdot \bar{q}_1,$$

де n – кількість відвідувань.

Витрата води загальна

$$V_1 = 230 \cdot 5,5 = 1265 \text{ л} = 1,265 \text{ м}^3.$$

Втрати води при наміленні рук

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						76
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$V_2 = n \cdot \bar{q}_2,$$

де \bar{q}_2 – середнє значення втрати води

$$V_2 = 230 \cdot 1,2 = 276 \text{ л} = 0,276 \text{ м}^3.$$

За даними фірми Hansgrohe економія води від використання сенсорного обладнання Hansgrohe Focus Electronic 31172 до 50 %.

Відносні втрати води при намиленні в відсотках складає

$$X = \frac{0,276 \cdot 100}{1,265} = 21,8\% .$$

Відомо, що сенсорний кран спрацює при триманні рук під краном, а отже сенсорне обладнання вирішить проблему втрати води при намиленні рук. Фактична економія складе 21,8 % отримана при розрахунках.

Визначимо затрати в грошовому еквіваленті

$$E_k = V_1 \cdot C_B \cdot N ,$$

де $C_B = 27,12 \text{ грн}$ – вартість 1 м³ холодної води;

$N = 365$ – кількість днів

$$E_k = 1,265 \cdot 27,12 \cdot 365 = 12522 \text{ грн / рік} .$$

Визначимо економію в грошовому еквіваленті

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						77
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$E_z = E_k \cdot \left(1 - \frac{X}{100}\right);$$

$$E_z = 12522 \cdot (1 - 0,218) = 9792 \text{ грн / рік.}$$

Вартість сенсорного обладнання Hansgrohe Focus Electronic 31172 складає 15765 грн [31]. Вартість монтажу складає 10 % вартості обладнання, тобто $C_m = 0,1 \cdot C_{c.o.} = 0,1 \cdot 15765 \approx 1576 \text{ грн.}$

Термін окупності у розрахунку на один прилад

$$T_{ок} = \frac{C_{c.o.} + C_m}{E_k},$$

де $C_{c.o.}$ – ціна сенсорного обладнання;

m – кількість сенсорного обладнання, яку потрібно встановити.

Отже,

$$T_{ок} = \frac{15765 + 1576}{9792} = \frac{17341}{9792} = 1,77 \text{ року.}$$

Розрахунок виконуємо за методикою, наведеною вище для енергозберігаючого заходу: встановлення сенсорного обладнання у систему водопостачання.

Витрати на впровадження заходу становлять 17341 грн. Річна економія становить 9792 грн.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергозберігаючого заходу дисконтним методом.

Чистий дисконтний дохід NPV.

Для аналізу скористаємося табличною формою. Ставка дисконту складає – 25 % ($r = 0,25$).

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						78
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Термін впровадження заходу 1-3 дні.

Кількість фахівців, що втілюватимуть проєкт – 1-2 чоловіки.

Тривалість життєвого циклу проєкту – 5 років (відповідно до рекомендацій виробника сенсорного обладнання).

Таблиця 4.9 – Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди Д (дохід)	Чистий грошовий потік P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, <i>грн</i>	NPV
0	-19200	-19200		1		
1	0	12200	-7000	0,800	9760	-9440
2	0	12200	5200	0,640	7808	-1632
3	0	12200	17400	0,512	6246	4614
4	0	12200	29600	0,410	4997	9612
5	0	12200	41800	0,328	3998	13609
	IRR	56,8 %			32809	

$$NPV = 32809 - 19200 = 13609 \text{ грн.}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проєкту, в даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є ефективним. З великою вірогідністю проєкт може бути реалізовано. Також, з таблиці 4.9 видно, що в абсолютних величинах, проєкт з урахуванням дисконтної ставки окупається менше ніж за 3 роки. Чистий дохід проєкту складає 41800 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 13609 грн.

Розраховуємо індекс дохідності, який буде дорівнювати

$$PI = \frac{32809}{19200} = 1,71.$$

Так як, $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є ефективним. З великою вірогідністю проєкт може бути реалізований.

Внутрішня норма доходності IRR.

IRR = 56,8 % (таблиця 4.9). $IRR > r$, IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проєкту. Проєкт рекомендується до впровадження.

Дисконтований термін окупності PP

$$PP = 2 + \frac{0 - (-1632)}{6246} = 2,26 \text{ року.}$$

Таблиця 4.10 – Очікувані економічні показники від реалізації енергозберігаючого заходу

№ з/п	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	19200
2 Техніко-економічні показники		
2.1	Річна економія, грн	12200
2.2	Чистий дисконтний дохід, грн	13609
2.3	Індекс доходності	1,71
2.4	Внутрішня норма доходності, %	56,8
2.5	Дисконтований термін окупності, років	2,26

Даний енергозберігаючий захід є ефективним, тому що $NPV > 0$. Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу

підприємства та його ринкової вартості. Проєкт може бути реалізований з великою вірогідністю.

4.2.4 Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні [24]

Поточний стан

Джерелом штучного світла у будівлі є люмінесцентні лампи OSRAM, які розміщені у світильниках типу BS-24/2x18 FORA [15], розрахованих на чотири люмінесцентні лампи загальною потужністю 72 Вт. Загальна кількість світильників у будівлі 70 шт.

Система контролю за спрацюванням автоматики керування освітленням відсутня. Загальна потужність систем внутрішнього освітлення 5040 Вт. Річна тривалість роботи системи освітлення – 1460 год.

Люмінесцентні лампи є одними з низькоекономних, мають обмежений термін служби, є токсичними та потребують спеціальних засобів з утилізації.

Опис можливостей енергозбереження

Необхідно провести заміну люмінесцентних ламп потужністю 18 Вт на енергозберігаючі світлодіодні лампи T8 с цоколем G13, робочою напругою 220 В, споживаною потужністю 9 Вт, яка складається з 87 світлодіодів SMD 3014 та має розсіяне світло [32].

Енергозберігаючі лампи мають ряд переваг: менше споживання потужності до 80 % при тій же кількості світла; в 4 рази більший строк служби порівняно з люмінесцентними лампами (приблизно 10000 годин); низькі затрати на обслуговування; світло ідентичне світлу люмінесцентної лампи, компактний розмір та з багатьма формами; «тепле» світло; миттєве включення без мерехтіння; не сліплять очі.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						81
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок економічного ефекту та простого терміну окупності ЕЗЗ

Річне споживання електроенергії енергозберігаючими лампами та лампами розжарювання знаходимо за формулою:

$$W = n \cdot P \cdot t, \quad (4.21)$$

де n – кількість ламп, *шт.*;

P – потужність однієї лампи, *кВт*;

t – тривалість роботи лампи за рік ($t = 1460 \text{ год}$), *год*.

Річне споживання електроенергії люмінісцентними лампами потужністю 18 Вт (4.21):

$$W_p = 280 \cdot 0,018 \cdot 1460 = 7358 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік},$$

де $n = 4 \cdot 70 = 280 \text{ шт.}$

Річне споживання електроенергії енергозберігаючими LED лампами:

$$W_{л} = 280 \cdot 0,009 \cdot 1460 = 3679 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = (W_p - W_{л}) \cdot b, \quad (4.22)$$

де b – ціна за $1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії, *грн./кВт·год*

$$\Delta E = (7358 - 3679) \cdot 3,53 = 12987 \text{ грн} / \text{рік}.$$

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						82
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Витрати на впровадження заходу:

$$K_{\text{л}} = n \cdot Ц, \quad (4.23)$$

де $Ц$ – вартість лампи

$$K_{\text{л}} = 280 \cdot 80 = 22400 \text{ грн.}$$

Розраховуємо простий термін окупності:

$$T = \frac{K_{\text{л}}}{\Delta E}; \quad (4.24)$$

$$T = \frac{22400}{12987} = 1,72 \text{ року.}$$

Розрахунок виконуємо за методикою, наведеною вище, для енергозберігаючого заходу: заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні.

Витрати на впровадження заходу становлять 22400 грн. Річна економія становить 12987 грн.

Визначимо економічну ефективність впровадження енергозберігаючого заходу дисконтним методом.

Чистий дисконтний дохід NPV.

Для аналізу скористаємося табличною формою. Ставка дисконту складає – 25 % ($r = 0,25$).

Термін впровадження заходу 1-2 дні.

Кількість фахівців, що втілюватимуть проєкт – 1-2 чоловіки.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						83
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тривалість життєвого циклу проекту – $10000/1460= 6,85$ року (ресурс роботи LED лампи, рекомендований виробником (10000 год) з урахуванням її річної тривалості роботи (1460 год)).

Таблиця 4.11 – Оцінка NPV

Рік	Інвестиції I (капітальні витрати)	Вигоди Д (дохід)	Чистий грошовий потік P_t	Дисконтний множник за ставкою $r=r_1$	Приведена дисконтна вартість, <i>грн</i>	NPV
0	-22400	-22400		1		
1	0	12987	-9413	0,800	10390	-12010
2	0	12987	3574	0,640	8312	-3699
3	0	12987	16561	0,512	6649	2951
4	0	12987	29548	0,410	5319	8270
5	0	12987	42535	0,328	4256	12526
6	0	12987	55522	0,262	3404	15930
	IRR	53,6 %			38330	

$$NPV = 38330 - 22400 = 15930 \text{ грн.}$$

Результат розрахунку NPV є орієнтовним критерієм прийняття рішення щодо інвестування енергоощадного проекту, в даному випадку $NPV > 0$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проект є ефективним. З великою вірогідністю проект може бути реалізовано. Також, з таблиці 4.11 видно, що в абсолютних величинах, проект з урахуванням дисконтної ставки окупається менше ніж за 3 роки. Чистий дохід проекту складає 55522 грн. Чистий дисконтований дохід дорівнює 15930 грн.

Розраховуємо індекс доходності, який буде дорівнювати:

$$PI = \frac{38330}{22400} = 1,71.$$

Так як, $PI > 1$, дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є ефективним. З великою вірогідністю проєкт може бути реалізований.

Внутрішня норма доходності IRR.

IRR=53,6 % (таблиця 4.11). $IRR > r$, IRR перевищує мінімальну ціну інвестицій для даного проєкту. Проєкт рекомендується до впровадження.

Дисконтований термін окупності PP.

$$PP = 2 + \frac{0 - (-3699)}{6649} = 2,56 \text{ року.}$$

Таблиця 4.12 – Очікувані економічні показники від реалізації енергозберігаючого заходу

№ з/п	Перелік показників	Значення
1	Капітальні вкладення, грн	22400
2 Техніко-економічні показники		
2.1	Річна економія, грн	12987
2.2	Чистий дисконтний дохід, грн	15930
2.3	Індекс доходності	1,71
2.4	Внутрішня норма доходності, %	53,6
2.5	Дисконтований термін окупності, років	2,56

Даний енергозберігаючий захід є ефективним, тому що $NPV > 0$. Дисконтовані результати перевищують дисконтовані витрати. Проєкт є інвестиційно привабливим і може сприяти збільшенню капіталу підприємства та його ринкової вартості. Проєкт може бути реалізований з великою вірогідністю.

Нещасні випадки, що пов'язані з виробництвом.

Порядок їх розслідування, спеціальне розслідування

Відповідно до Кодексу законів про працю України та Закону України «Про охорону праці» відповідальність за правильну організацію розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві покладається на роботодавця.

У свою чергу, безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

– терміново організувати надання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у випадку необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;

– повідомити про те, що сталося, роботодавця, службу охорони праці (інженера з охорони праці), керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

– зберегти до прибуття комісії з розслідування нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Процедура звернення

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа – свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до надання необхідної допомоги потерпілому.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		86

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, зобов'язаний негайно повідомити з використанням засобів зв'язку про нещасний випадок та робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою.

У випадку виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку у складі не менше ніж три особи та організувати розслідування.

Важливо! Нещасні випадки класифікуються стосовно їх зв'язку з виробництвом. Якщо нещасний випадок виробничого характеру пов'язаний з виробництвом-складається акт форми Н-1, якщо нещасний випадок не пов'язаний з виробництвом – складається акт форми НПВ.

Перелік необхідних документів

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у трьох примірниках, а також акт за формою Н-1 у шести примірниках, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або акт за формою НПВ, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом, і передати їх на затвердження роботодавцю;

– у випадку виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім акта форми Н-1, складається також у чотирьох примірниках карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку (акт за формою Н-5) додаються акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом (акт за формою Н-1), або акт про нещасний випадок на підприємстві, не пов'язаний з виробництвом (акт за формою НПВ), примірник карти форми П-5 – у випадку гострого професійного захворювання (отруєння), пояснення свідків і потерпілого, витяги з

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						87
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратури тощо), у випадку потреби – медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

На вимогу потерпілого або особи, яка представляє його інтереси, голова комісії зобов'язаний ознайомити його з документами, що містяться у матеріалах розслідування. Нещасні випадки реєструються роботодавцем у спеціальному журналі за встановленою формою.

Роботодавець повинен розглянути і затвердити акти форми Н-5, Н-1 або НПВ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства, – протягом доби після одержання необхідних матеріалів. Затверджені акти протягом трьох діб надсилаються:

- потерпілому або особі, яка представляє його інтереси (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ, примірник карти форми П-5 – у випадку виявлення гострого професійного захворювання чи отруєння);

- керівникові цеху або іншого структурного підрозділу, дільниці, місця, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам (акт форми Н-1 або НПВ);

- відповідному робочому органу виконавчої дирекції Фонду (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ, примірник карти форми П-5 – у випадку виявлення гострого професійного захворювання чи отруєння);

- відповідному територіальному органу Держгірпромнагляду (акт форми Н-1 або НПВ);

- профспілковій організації, членом якої є потерпілий (акт форми Н-1 або НПВ);

- керівникові (спеціалістові) служби охорони праці підприємства або посадовій особі (спеціалісту), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (акти форми Н-5, Н-1 або НПВ разом з іншими матеріалами розслідування).

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						88
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Копія акта форми Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство; у випадку відсутності такого органу – відповідній місцевій держадміністрації. У випадку виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) копія акта форми Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання (отруєння) форми П-5 надсилається також до відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби, яка веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НПВ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий. У випадку реорганізації підприємства дані документи підлягають передачі правонаступникові, який бере на облік цей нещасний випадок, а у випадку ліквідації підприємства – до державного архіву.

Терміни розгляду питання

На підприємстві (в установі, організації), не пізніше наступного робочого дня після отримання інформації про нещасний випадок та/або гостре професійне захворювання (отруєння), наказом роботодавця утворюється комісія з розслідування нещасних випадків та/або гострих професійних захворювань (отруєнь), що не підлягають спеціальному розслідуванню (далі – комісія).

Розслідування нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння) комісією підприємства (установи, організації) проводиться протягом п'яти робочих днів з дня утворення комісії.

Держпраці та/або її територіальним органом утворюється комісія із спеціального розслідування (далі – спеціальна комісія) протягом одного робочого дня після отримання від роботодавця письмового повідомлення про нещасний випадок

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						89
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Спеціальне розслідування нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння) проводиться протягом 15 робочих днів.

Комісія (спеціальна комісія) зобов'язана:

- обстежити місце, де сталися нещасний випадок та/або гостре професійне захворювання (отруєння), аварія;
- вивчити наявні на підприємстві документи та матеріали стосовно нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння)
- визначити вид події, що призвела до нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння);
- з'ясувати обставини та причини настання нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння);
- визначити, пов'язані чи не пов'язані нещасний випадок та/або гостре професійне захворювання (отруєння) з виробництвом;
- скласти акт за формою Н-1 згідно з додатком 11 у кількості, визначеній рішенням комісії (спеціальної комісії); у випадку настання групових нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння) скласти акти за формою Н-1 на кожного потерпілого;
- розглянути та підписати примірники актів за формою Н-1 (тимчасові акти за формою Н-1 у випадку їх складення), а у випадку незгоди члена комісії (спеціальної комісії) із змістом розділів 5, 6, 7, 8 такого акта – обов'язково підписати ці акти з відміткою про наявність окремої думки, яка викладається членом комісії письмово, в якій він обґрунтовано викладає пропозиції до змісту розділів 5, 6, 7, 8 акта (окрема думка додається до цих актів та є їх невід'ємною частиною);
- передати не пізніше наступного робочого дня після підписання актів за формою Н-1 матеріали розслідування та примірники таких актів керівнику підприємства (установи, організації) або органу, що утворив комісію (спеціальну комісію), для їх розгляду та затвердження.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						90
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Рішення щодо визнання нещасного випадку та/або гострого професійного захворювання (отруєння) пов'язаними чи не пов'язаними з виробництвом приймається комісією (спеціальною комісією) шляхом голосування простою більшістю голосів. У випадку рівної кількості голосів членів комісії (спеціальної комісії) голос голови комісії (спеціальної комісії) є вирішальним.

Відповідно до трудового законодавства порушення може виявитися в непроведенні відповідного інструктажу, відсутності або несправності спеціальних засобів для безпечної роботи механізмів, обладнання, засобів індивідуального захисту (маски, захисних окулярів, спеціального одягу), в неналежній перевірці працівниками знання техніки безпеки тощо, що може спричинити настання нещасного випадку на виробництві.

Особи – постраждалі внаслідок нещасного випадку на виробництві та щодо яких порушуються норми трудового законодавства, можуть звернутися до суду за місцем реєстрації постраждалої особи з позовною заявою в рамках адміністративного або кримінального провадження.

Відповідно до п. 8 ст. 36 Закону «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» Виплата моральної шкоди не є страховою виплатою». Статтею 3 Конституції України передбачено, що людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю.

Згідно з статтями 16 та 18 Конвенції 1981 року Міжнародної організації праці (МОП) «Про безпеку й гігієну праці та виробниче середовище» №155, яка ратифікована Законом України №3988-VI від 02.11.2011 року, від роботодавців вимагається забезпечення безпечності робочих місць, механізмів, обладнання та процесів, які перебувають під їхнім контролем, і відсутності загрози здоров'ю з їхнього боку. Від роботодавців також вимагається надавати у випадках, коли це є необхідним, відповідні захисні одяг і засоби для недопущення настільки, наскільки це є обґрунтовано

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						91
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

практично можливим, загрози виникнення нещасних випадків або шкідливих наслідків для здоров'я. Крім цього від роботодавців вимагається передбачати заходи для вирішення питань, пов'язаних з виникненням аварійних ситуацій та нещасних випадків на виробництві.

Відповідно до частини 2 статті 4 Закону України «Про охорону праці», державна політика в галузі охорони праці базується, зокрема, на принципах пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці, соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. З урахуванням конституційної значущості життя і здоров'я як невідчужуваного та непорушного блага, що належить людині від народження і охороняється державою, законодавець закріпив за працедавцем обсяг обов'язків для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці та відповідальність за їх можливе невиконання і травмування працівника.

Статтею 13 Закону України «Про охорону праці» передбачено, що роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділу умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Статтею 153 Кодексу законів про працю України (далі КЗпП) встановлено, що на всіх підприємствах, в установах, організаціях створюються безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці покладається на власника або уповноважений ним орган. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						92
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Відповідно до ст. 173 КЗпП шкода, заподіяна працівникам каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням трудових обов'язків, відшкодовується у встановленому законодавством порядку.

Згідно з статтею 237-1 КЗпП відшкодування власником або уповноваженим ним органом моральної шкоди працівнику провадиться у випадку, якщо порушення його законних прав призвели до моральних страждань, втрати нормальних життєвих зв'язків і вимагають від нього додаткових зусиль для організації свого життя.

Про наявність права на відшкодування моральної шкоди потерпілій особі внаслідок нещасного випадку на виробництві зазначено в рішенні Конституційного Суду України від 8 жовтня 2008 року № 20-рп/2008 у справі за конституційним поданням Уповноваженого Верховної Ради України з прав людини щодо відповідності Конституції України (конституційності) положень підпункту „б" підпункту 4 пункту 3 статті 7 Закону України «Про страхові тарифи на загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», пункту 1, абзацу третього пункту 5, пункту 9, абзаців другого, третього пункту 10, пункту 11 розділу I Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» (справа про страхові виплати), де в абзаці 9 пункту 5 мотивувальної частини зазначено, що: «положеннями пункту 1, абзацу третього пункту 5, пункту 9, абзацу третього пункту 10, пункту 11 розділу I Закону N 717-V скасовано право застрахованих громадян, що потерпіли на виробництві від нещасного випадку або професійного захворювання, на відшкодування моральної шкоди за рахунок Фонду, яке вони мали відповідно до приписів первинної редакції Закону N 1105-XIV. Проте Конституційний Суд України вважає, що саме право цих громадян на відшкодування моральної шкоди не порушено,

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						93
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

оскільки статтею 1167 Цивільного кодексу України та статтею 237-1 Кодексу законів про працю України їм надано право відшкодовувати моральну шкоду за рахунок власника або уповноваженого ним органу (роботодавця)».

Згідно зі ст.ст. 23, 1167 ЦК України, моральна шкода потерпілого від нещасного випадку на виробництві або внаслідок профзахворювання складається, зокрема, у фізичному болі, душевних стражданнях, які він поніс у зв'язку з ушкодженням здоров'я внаслідок нещасного випадку.

Ушкодження здоров'я, заподіяне позивачеві під час виконання ним трудових обов'язків, заподіює мені моральні й фізичні страждання, які обмежують мої можливість вести звичний спосіб життя, тягнуть за собою не відновлення здоров'я, відчуття болю. Відповідно до роз'яснень, викладених у п.9 постанови Пленуму Верховного Суду України від 31 березня 1995 року №4 «Про судову практику в справах про відшкодування моральної (немайнової) шкоди», розмір відшкодування моральної (немайнової) шкоди суд визначає в межах заявлених вимог залежно від характеру та обсягу заподіяних позивачеві моральних і фізичних страждань, з урахуванням у кожному конкретному випадку ступеня вини відповідача та інших обставин. Зокрема, враховуються характер і тривалість страждань, стан здоров'я потерпілого, тяжкість завданої травми, наслідки тілесних ушкоджень, істотних вимушених змін у його життєвих і виробничих стосунках. [33]

Обставинами, за яких нещасні випадки не визнаються такими, що пов'язані з виробництвом, є:

1) використання в особистих цілях без відома роботодавця транспортних засобів, устаткування, інструментів, матеріалів тощо, які належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності, що підтверджено відповідними висновками);

3) погіршення стану здоров'я внаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речовинами, а також їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо), що підтверджено відповідним

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						94
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

медичним висновком, якщо це не пов'язано із застосуванням таких речовин у виробничому процесі чи порушенням вимог щодо їх зберігання і транспортування, або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, до настання нещасного випадку був відсторонений від роботи відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства або колективного договору;

4) алкогольне, токсичне чи наркотичне сп'яніння, не зумовлене виробничим процесом, що стало основною причиною нещасного випадку за відсутності технічних та організаційних причин його настання, що підтверджено відповідним медичним висновком;

5) скоєння злочину, що встановлено обвинувальним вироком суду або відповідною постановою слідчих органів;

6) природна смерть, смерть від загального захворювання або самогубство, що підтверджено висновками судово-медичної експертизи та/або слідчих органів.

Акти Н-1 та Н-5 затверджуються роботодавцем протягом доби після закінчення розслідування та направляються:

– керівникові (спеціалістові) служби охорони праці або посадовій особі (спеціалістові), на яку роботодавцем покладено виконання функцій з охорони праці підприємства, працівником якого є потерпілий;

– потерпілому або уповноваженій ним особі, яка представляє його інтереси;

– ФССНВ за місцезнаходженням підприємства, на якому стався нещасний випадок;

– територіальному органу Держгірпромнагляду за місцезнаходженням підприємства, на якому стався нещасний випадок;

– первинній організації профспілки, представник якої брав участь у роботі комісії, або уповноваженій найманими працівниками особі з питань охорони праці, якщо профспілка на підприємстві відсутня.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						95
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Копії актів за формою Н-5 і Н-1 надсилаються також органів управління підприємства, а у випадку його відсутності – місцевій держадміністрації.

На вимогу потерпілого або уповноваженої ним особи, яка представляє його інтереси, голова комісії зобов'язаний ознайомити їх з матеріалами розслідування.

Примірники актів за формою Н-5 і Н-1 (у випадку, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом), примірник картки за формою П-5 (у випадку виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) разом з матеріалами розслідування зберігаються на підприємстві протягом 45 років, у випадку реорганізації підприємства передаються його правонаступникові, який бере на облік нещасний випадок, а у випадку ліквідації підприємства - до державного архіву.

У робочому органі виконавчої дирекції Фонду примірники актів за формою Н-5 і Н-1 (у випадку, коли нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом), примірник картки за формою П-5 (у випадку виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) також зберігаються протягом 45 років.

Після закінчення періоду тимчасової непрацездатності або у випадку смерті потерпілого внаслідок травми, одержаної під час нещасного випадку, роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 надсилає його в 10-денний строк організаціям і особам, яким надсилалися акти за формою Н-5 і Н-1, а у випадку смерті потерпілого внаслідок раніше отриманих травм або інших ушкоджень терміново подає письмове повідомлення про нещасний випадок установам, організаціям, яким надсилалися акти за формою Н-5 і Н-1.

Повідомлення за формою Н-2 обов'язково додається до акта за формою Н-1 і зберігається разом з ним відповідно до Порядку.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						96
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Нещасний випадок, про який своєчасно не повідомлено керівника підприємства чи роботодавця потерпілого або внаслідок якого втрата працездатності настала не одразу, розслідується і береться на облік згідно з Порядком протягом місяця після надходження заяви потерпілого чи уповноваженої ним особи, яка представляє його інтереси (незалежно від строку настання нещасного випадку).

У випадку реорганізації підприємства, на якому стався такий нещасний випадок, розслідування проводиться його правонаступником, а у випадку ліквідації підприємства встановлення факту настання нещасного випадку розглядається у судовому порядку.

Якщо факт настання нещасного випадку встановлено рішенням суду, розслідування організовує територіальний орган Держгірпромнагляду за місцем настання нещасного випадку та утворює комісію у складі не менш як чотири особи.

До складу комісії входять представник територіального органу Держгірпромнагляду (голова комісії) за місцем настання нещасного випадку та представники Фонду і місцевої держадміністрації за місцем настання нещасного випадку та первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або представник територіального профоб'єднання за місцем настання нещасного випадку, якщо потерпілий не є членом профспілки.

Облік таких нещасних випадків ведеться місцевими держадміністраціями за місцезнаходженням підприємства.

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю проведення розслідування нещасних випадків, підготовкою матеріалів розслідування, веденням обліку нещасних випадків, вжиттям заходів до усунення причин нещасних випадків здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, виконавча дирекція ФССНВ та її робочі органи відповідно до компетенції.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						97
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Громадський контроль здійснюють профспілки через свої виборні органи і представників, а також уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці у випадку відсутності на підприємстві профспілки.

Зазначені органи та особи мають право вимагати відповідно до компетенції від роботодавця проведення повторного (додаткового) розслідування нещасного випадку, затвердження чи перегляду затверженого акта за формою Н-5 або Н-1, визнання нещасного випадку таким, що пов'язаний з виробництвом, і складення акта за формою Н-1 у випадку, коли виявлено порушення вимог цього Порядку.

Посадова особа органу Держгірпромнагляду в випадку відмови роботодавця скласти або затвердити акт за формою Н-5 або Н-1 чи незгоди потерпілого або уповноваженої ним особи, яка представляє його інтереси, із змістом зазначеного акта, надходження скарги або незгоди з висновками про обставини і причини настання нещасного випадку чи приховування факту настання нещасного випадку має право видавати обов'язкові для виконання роботодавцем приписи за встановленою Порядком формою щодо необхідності проведення розслідування (повторного розслідування) нещасного випадку, затвердження чи перегляду затверженого акта за формою Н-5 або Н-1, визнання чи невизнання нещасного випадку таким, що пов'язаний з виробництвом, складення акта за формою Н-5 або Н-1.

Рішення посадової особи органу Держгірпромнагляду може бути оскаржено у судовому порядку. На час розгляду справи у суді дія припису зупиняється.

Роботодавець зобов'язаний у п'ятиденний строк після одержання припису про складання чи перегляд актів розслідування видати наказ про вжиття зазначених у приписі заходів, а також притягти до відповідальності працівників, які допустили порушення вимог законодавства про охорону

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						98
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

праці. Про виконання заходів роботодавець письмово повідомляє орган Держгірпромнагляду в установлений ним строк.

Роботодавець зобов'язаний провести аналіз причин настання нещасних випадків за підсумками кварталу, півріччя і року та розробити і виконати план заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам.

Органи управління підприємств, місцеві держадміністрації зобов'язані на підставі актів за формою Н-5 і Н-1 провести аналіз обставин і причин настання нещасних випадків за підсумками півріччя і року, довести його результати до відома підприємств, що належать до сфери їх управління, а також розробити і виконати план заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам.

Органи державного управління охороною праці, органи державного нагляду за охороною праці, виконавча дирекція ФССНВ та її робочі органи, профспілки перевіряють відповідно до компетенції ефективність роботи з профілактики нещасних випадків і вживають заходів до усунення виявлених порушень вимог цього Порядку згідно з законодавством.

Облік ведуть:

- підприємства та їх органи управління - усіх нещасних випадків;
- робочі органи виконавчої дирекції ФССНВ – страхових нещасних випадків;
- органи державного пожежного нагляду – осіб, які постраждали під час пожежі;
- заклади державної санітарно-епідеміологічної служби та робочі органи виконавчої дирекції ФССНВ – облік осіб, які постраждали від гострих професійних захворювань (отруєнь);
- Держгірпромнагляд, інші центральні органи виконавчої влади, місцеві держадміністрації – оперативний облік нещасних випадків, які підлягають спеціальному розслідуванню.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						99
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Збирання статистичних даних та розроблення форм державної статистичної звітності про осіб, які постраждали внаслідок нещасних випадків на підприємствах, здійснюють органи державної статистики.

Відповідальність за несвоєчасне інформування про нещасний випадок на виробництві.

Відповідно до частини третьої статті 41 Кодексу України про адміністративні правопорушення «Порушення встановленого порядку повідомлення (надання інформації) спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці про нещасний випадок на виробництві – тягне за собою накладення штрафу на посадових осіб підприємств, установ, організацій незалежно від форми власності, фізичних осіб – підприємців, які використовують найману працю, і на фізичних осіб, які не мають статусу підприємців та використовують найману працю, від двадцяти до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян» (340–850 грн). [34]

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						100
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра об'єктом енергетичного обстеження була адміністративна будівля, що належить ПАТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та знаходиться за адресою: 40031, Сумська область, м. Суми, просп. Курський, 147А.

Після ознайомлення з проєктною документацією по заданому об'єкту, було проведене візуальне та інструментальне обстеження споруди, систем опалення, електро- та водопостачання, вентиляції.

Обстеження будівлі та результати вимірювань показали неефективність теплової ізоляції даху будівлі, а також наявність низькоефективної прямотечійної припливно-витяжної системи вентиляції. Через значні тепловтрати через огорожувальні конструкції та з припливним повітрям температура у приміщеннях інколи знижується нижче нормованих значень. Існуюча система водопостачання у будівлі не має спеціальних автоматизованих пристроїв для контролю за подачею води, тому часто спостерігається її перевитрата. Також у роботі запропоновано та проаналізовано підвищення енергоефективності системи внутрішнього освітлення через заміну застарілих низькоефективних та токсичних люмінесцентних ламп освітлення на світлодіодні LED лампи. Реалізація вказаного заходу не потребуватиме заміни світильників, тому може бути реалізована у найкоротші терміни мінімальною кількістю працівників.

Тепловий баланс приміщень був розрахований при фактичному значенні опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Для заощадження енергії і коштів були запропоновані енергозберігаючі заходи:

- встановлення рекуператорів тепла у систему вентиляції. Капітальні затрати на впровадження заходу – 250420 грн, економія – 300915 грн, термін окупності – 0,83 року; дисконтований термін окупності – 1,05 року; проєкт рекомендується до реалізації;

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						101
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

• утеплення даху. Капітальні затрати на впровадження заходу – 218000 грн, економія – 124616 грн, термін окупності – 1,75 року; дисконтований термін окупності – 2,6 року; проєкт рекомендується до реалізації;

• встановлення сенсорного обладнання у систему водопостачання. Капітальні затрати на впровадження заходу – 17341 грн, економія – 9792 грн, термін окупності – 1,77 року; дисконтований термін окупності – 2,26 року; проєкт рекомендується до реалізації;

• заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні. Капітальні затрати на впровадження заходу – 22400 грн, економія – 12987 грн, термін окупності – 1,72 року; дисконтований термін окупності 2,56 року; проєкт рекомендується до реалізації.

Всі проєкти енергозберігаючих заходів мають порівняно короткі терміни окупності, навіть з урахуванням ставки дисконту, що складає 25 %, тому всі вони рекомендуються до впровадження.

У розділі «Охорона праці» було розглянуто питання стосовно нещасних випадків, що пов'язані з виробництвом, порядку їх розслідування та поняттю спеціальне розслідування.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						102
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» (освітня програма «Енергетичний менеджмент») усіх форм навчання / Укладачі: С. С. Антоненко, С. В. Сапожніков, М. І. Сотник, С. О. Хованський. – Суми: Сумський державний університет, 2019. – 43 с.

2. [Електронний інтернет-ресурс] : http://www.rusnauka.com/16_ADEN_2010/Economics/68195.doc.htm Землюк Г. Я. Проблеми енергозбереження в Україні / Г. Я. Землюк, А. В. Круць – Чернівці : Буковинська державна фінансова академія // Економічні науки / 13. Регіональна економіка.

3. [Електронний інтернет-ресурс] : <http://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivlva.html> Енергоефективність

4. [Електронний інтернет-ресурс] : <http://tecom.com.ua/energozberezhennya-v-byudzhetnij-sferi-timchasovi-metodichni-rekomen-datsiyi-po-pidgotovtsi-ta-vprovadzhennyu-zahodiv-z-energozberezhennya-v-byudzhetnij-sferi-poltavskoyi-oblasti.html>

5. [Електронний інтернет-ресурс] : <http://ecoenergy.dilovamova.com/>

6. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all.../all.../2042> Коваль Д. О. Огляд сучасних енергозберігаючих технологій, що використовуються у громадських будівлях

7. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Зі зміною № 1 від 1 липня 2013 року. На заміну СНіП II-3-79. – Введ. 09.09.2006 р. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.

8. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 08.07.16. – К: Державне підприємство «Укрархбудінформ». – 2016. – 30 с.

9. [Електронний інтернет-ресурс] : [https://www-ru.korado.com/produkty/radik.html](https://www.ru.korado.com/produkty/radik.html) Опалювальна панель типу Radik.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						103
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

10. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://docplayer.ru/74335328-Wessex-modumax-kotly-serii-200.html> Wessex ModuMax. Котлы серии 200. Котлы обыкновенные и конденсатные. Инструкция по установке, вводу в эксплуатацию и обслуживанию.

11. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://cms.esi.info/Media/documents/Hamworthy.WessexModuMax>.

12. [Електронний інтернет-ресурс] : https://paroc.kiev.ua/minvata_dlya_betonnyh_sendvich_paneley

13. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://tgp.net.ua/gazovoe-oborudovanie/schetchiki-gaza/kurs-01-g250a-150.html>. Ультразвуковой счетчик газа КУРС-01-G250A DN150.

14. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://galychenergo.prom.ua/p662558771-lichilnik-elektroenergiyi-trifaznij.html> Лічильник електричної енергії типу НІК.

15. [Електронний інтернет-ресурс] : https://bt.rozetka.com.ua/brille_111204_1/p46141160/ Світильник BS-24/4x18 FORA.

16. [Електронний інтернет-ресурс] : http://teplosvitlviv.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=951 Лічильник крильчастий муфтовий GROSS MNK-UA.

17. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://index.minfin.com.ua/tariff/electric/prom/> Тарифы на электроэнергию для предприятий.

18. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://index.minfin.com.ua/tariff/gas/prom/2022-01-01/> Тарифы на газ для предприятий.

19. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://index.minfin.com.ua/tariff/water/> Тарифы на водоснабжение и водоотвод.

20. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://zapadpribor.com/minitemp-mt2/> Лазерный пирометр MiniTemp.

21. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://www.testo.ru/ru-RU/testo-605-h1/p/0560-6053> Термоанометр Testo 605-H1.

22. [Електронний інтернет-ресурс] : <http://prom.ua/Ruletki>

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						104
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

23. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія. – Введ. 01.11.2011. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.

24. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію під час впровадження енергозбережних заходів» із дисципліни «Енергозбереження будівель і споруд» / укладачі: С. С. Антоненко, В. М. Козін, Е. В. Колісніченко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 50 с.

25. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Введ. 01.01.2014. – К. : «Укрархбудінформ», 2013. – 141 с.

26. ДБН В.2.2-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. – К., 2005.

27. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-interpretations/interpretations-for-standard-62-1-2004>

28. [Електронний інтернет-ресурс]: <https://prana.org.ua/characteristics> Рекуператор ПРАНА.

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

30. СНіП 2.04.01-85* Внутрішній водопровід і каналізація будівель [Текст] – М. : ФГУП ЦПП, 2006. – 60 с.

31. [Електронний інтернет-ресурс] : <http://vannaja.kiev.ua/hansgrohe-31172000-focus-electronic-31172-smesitel-dlya-umyvvaln.html> Hansgrohe 31172000 Focus Electronic 31172 Смеситель для умывальника.

32. [Електронний інтернет-ресурс] : <https://prom.ua/Svetodiodnye-lampy-t8-tsokol-g13-1.html> Світлодіодні лампи Т8 с цоколем G13.

33. Нещасний випадок на виробництві <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php> Нещасний_випадок_на_виробництві

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
						105
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

34. Розслідування нещасних випадків на виробництві комісією підприємства http://vinfro.org.ua/index.php?option=com_k2&view=item&id=111: Розслідування-нещасних-випадків-на-виробництві-комісією-підприємства.

					6.144.07 БР 00 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		106