



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

6061 Методичні вказівки

до курсової роботи

на тему **«Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем
та систем водопостачання будівлі»**

із дисципліни **«Енергетичний аудит»**

для здобувачів спеціальності **144 «Теплоенергетика»**,

G4 «Енерговиробництво»

освітнього ступеня «бакалавр»

очної форми здобуття вищої освіти

Суми

Сумський державний університет

2025

Методичні вказівки до курсової роботи на тему «Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем та систем водопостачання будівлі» із дисципліни «Енергетичний аудит» / укладачі: С. В. Сапожніков, С. С. Антоненко. – Суми : Сумський державний університет, 2025. – 51 с.

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки факультету ТеСЕТ



Цей твір ліцензовано на умовах

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

(Із Зазначенням Авторства-Некомерційна-Поширення
на тих самих умовах 4.0 Міжнародна)

© Сумський державний університет, 2025

ЗМІСТ

С.

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ	5
2 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	8
Додаток А.....	11
Додаток Б	12
Додаток В.....	13

ВСТУП

Наявні системи енергозабезпечення будівель побудовані на базі типових рішень і характеризуються низькою запроєктованою ефективністю та перевитратами в споживанні енергії порівняно з проєктними показниками. Вибір технічних рішень, що забезпечують збільшення ефективності, аналіз ефективності споживання енергії базується на проведенні енергетичного обстеження (аудиту). Енергетичний аудит є основою для регулювання взаємовідносин між споживачами та постачальниками енергії.

В Україні на енергопостачання будівель витрачається близько 40 % паливно-енергетичних ресурсів. Водночас є технічна та економічна доцільність зменшення цих витрат більш ніж на третину.

Під енергетичним аудитом (згідно ДСТУ ISO 50002:2016) розуміють систематизований аналіз використання енергії та споживання енергії в межах, визначених характером та обсягом робіт з енергетичного аудиту, з метою визначення кількісного вираження та підготовки звіту про можливості підвищення рівня досягнутої / досяжної енергоефективності.

Тобто енергетичний аудит – це оцінювання енергетичних характеристик об'єкта аудиту. Водночас аналізуються енергетичні потоки в будівлі, процесі чи системі, щоб зменшити кількість енергії, що надходить у систему, зберігаючи або покращуючи технологічні умови, комфорт, здоров'я та безпеку людини.

Предметом енергетичного аудиту є системне обстеження витрати палива й енергії, аналізу й надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження й допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енерговикористання.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будинок, технічна система, агрегат, що споживає чи виробляє енергію.

Призначенням енергетичного аудиту є вирішення таких завдань:

- складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів;
- розроблення організаційних і технічних заходів, спрямованих на зниження втрат енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Енергоаудитором може бути громадянин України, що одержав професійну підготовку й має відповідний сертифікат. Ефективність і повнота енергетичного обстеження залежать від кваліфікації й досвіду енергоаудитора.

Енергетичний аудитор – це окрема особа або група осіб, які проводять енергетичний аудит. Енергетичний аудит може проводитися організацією з використанням власних або залучених ресурсів. Це можуть бути енергоконсалтингові та енергосервісні компанії. Енергоаудитор – чи то внутрішній, чи то зовнішній – повинен працювати з внутрішнім персоналом, який має відношення до визначеної сфери застосування енергоаудиту.

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Ці методичні вказівки розроблені для надання допомоги студентам під час виконання курсової роботи з дисципліни «Енергетичний аудит».

Основою для виконання курсової роботи є матеріали виробничої практики, лекційних, практичних, індивідуальних занять із дисципліни «Енергетичний аудит», а також наведений у кінці методичних вказівок список рекомендованої літератури.

Методичні вказівки передбачають використання методик із проведення енергетичного аудиту, інженерних довідників, посібників, періодичних видань з енерго- та ресурсозберігаючої тематики, енергетичного менеджменту, енергетичного аудиту;

матеріалів зі статистичної звітності підприємств, установ, організацій, нормування паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), екологічного менеджменту, економіки, інтернет-ресурсів тощо.

Під час виконання курсової роботи необхідно дотримуватися таких рекомендацій:

- чітко формулювати вихідні дані та назви розділів, підрозділів курсової роботи;

- формули супроводжувати необхідними поясненнями;

- довідкові матеріали й коефіцієнти, використані в розрахунках, повинні мати посилання на джерело інформації з відповідною йому нумерацією в списку літератури;

- розрахунки виконувати в одиницях міжнародної системи СІ;

- курсова робота повинна бути оформлена згідно з ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» (із зазначеним документом можна ознайомитися на <http://surl.li/blabpb>). Текст друкується на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210×297 мм) за формою 5 (заголовний аркуш) та 5а (наступний аркуш) згідно з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. Можна також використовувати папір формату А3 для подання таблиць та ілюстрацій. Титульний (заголовний) аркуш повинен мати основний надпис за формою 2, а подальші – за формою 2а. Аркуші нумерують арабськими цифрами. Номери проставляють у головній графі основного надпису. Шрифт – Times New Roman текстового редактора Word, розмір 14 з 1,5 міжрядкового інтервалу. Усі нетекстові об'єкти створюються за допомогою вбудованих функцій Word, формули – за допомогою редактора формул Word або Office 365. Текст пояснювальної записки друкують, залишаючи поля таких розмірів: ліве – 30 мм, праве – 10 мм, верхнє і нижнє – 20 мм.

Титульний аркуш оформляють відповідно до додатка А.

Обсяг курсової роботи – 25–30 аркушів без додатків.

2 ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Під час вибору об'єкта курсової роботи необхідно орієнтуватися на місце проходження виробничої практики та враховувати теперішнє або майбутнє місце роботи студента (відповідно до договору на цільову підготовку).

Вихідні дані до роботи: об'єм споживаних енергоносіїв (в грошовій і натуральній формі) за три попередніх роки, за місяцями попереднього року (електро-, теплоенергія, вода, газ тощо); існуючі тарифи на енергоносії; схеми постачання енергоресурсів (тепло-, електро-, водопостачання тощо); схеми розподілу енергоресурсів у будівлі (тепло-, електро-, водопостачання, теплових вводів тощо); перелік енергоспоживаючого обладнання (з режимами роботи); генеральний план будівлі з нанесеними інженерними комунікаціями, поповерховий план будівлі з нанесеною схемою освітлення; технічні дані про будівлю (відомості про огороджувальні конструкції та їх стан); відомості про об'єкт дослідження (режим роботи, призначення, кількість працюючих, перелік і кількість продукції тощо); відомості про систему обліку енергоносіїв (електро-, теплоенергію, газ тощо); відомості про енергогенерувальне обладнання (котельня, генератор електроенергії тощо), паспортні дані обладнання; «Енергетичний паспорт підприємства»; форми статистичної звітності (наприклад, 4 МТП, 11 МТП, 24 Е, 11 ОФ, 2 ПВ, 2 ТП тощо); форма Е8 тощо.

Рекомендовані зміст курсової роботи та основна частина наведені в додатках Б і В.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Галузева методика нормування витрат палива на виробництво та відпуск теплової енергії котельними теплового господарства, КТМ 204 Україна 246-99. – [Чинний від 1999-03-01]. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1999. – 82 с.

2. ДСТУ 4065-2001 (ANSI/IEEE 739:1995, NEQ). Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги. – [Чинний від 2002-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 2002. – 43 с.

3. ДСТУ 4713:2007. Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт. – [Чинний від 2007-07-01]. – Київ : Держстандарт України, 2007. – 18 с.

4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – [Чинний від 2022-09-01]. – Київ : Мінрегіон України, 2022. – 27 с.

5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – [Чинний від 2011-11-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.

6. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT). Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. [Чинний від 2016-09-01]. – Київ : УкрНДНЦ, 2016. – 24 с.

7. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – [Чинний від 2009-01-07]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.

8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 133 с.

9. Енергетичний аудит : навчальний посібник / О. І. Соловей та ін. – Черкаси : ЧДТУ, 2005. – 299 с.

10. Сафіулїна К. Р. Енергозбереження в університетських містечках : збірник задач для студ. вищ. закл. освіти /

К. Р. Сафіуліна, А. Г. Колієнко, Р. Ю. Тормосов. – Київ : ТОВ «Поліграф плюс», 2011. – 196 с.

11. Коцюбинський В. О. Енергоаудит та енергоменеджмент [Електронний ресурс] : курс лекцій / В. О. Коцюбинський. – Івано-Франківськ : Прикарпатський нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2020. – 130 с. Режим доступу : <http://lib.pnu.edu.ua:8080/handle/123456789/6650>.

12. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні, КТМ 204 України 244-94. – [Чинний від 2001-03-30]. – Київ, ЗАТ «ВПОЛ», 2001. – 189 с.

13. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями : навчальний посібник / В. В. Прокопенко, О. М. Закладний, І. В. Кульбачний. – Київ : Освіта України, 2008. – 438 с.

14. Практичний посібник з енергозбереження для об'єктів промисловості, будівництва та житлово-комунального господарства України / О. М. Закладний, В. І. Дешко, Є. М. Іншеков та ін. – Луганськ : Видавництво «Місячне сяйво», 2009. – 696 с.

15. Про енергетичну ефективність [Електронний ресурс] : Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-ІХ. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/go/1818-20>.

16. Про методику визначення витрат та втрат паливно-енергетичних ресурсів для врахування в тарифах на теплову енергію, її виробництво, транспортування та постачання. 20 вересня 2022 р. № 1188 [Електронний ресурс] : Постанова НКРЕКП. – Режим доступу : <http://surl.li/ugcdqh>.

17. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств [Електронний ресурс] / за загальною редакцією Н. Усенко та А. Чернявського. – Київ : 2022. – 279 с. Режим доступу : <http://surl.li/qznzhj>.

18. Посібник з енергоаудиту [Електронний ресурс] / за загальною редакцією Штефан Ландауер. – Deutsche Gesellschaft f, 2020. – 148 с. Режим доступу : <http://surl.li/vguucm>.

19. Посібник з енергоаудиту. Консультування підприємств щодо енергоефективності [Електронний ресурс] / П. Шубак, Д. Борст, А. Саф'янц, А. Чернявський. – Київ, 2020. – 147 с. Режим доступу : <http://surl.li/dwnchx>.

20. Хмельник М. Г. Енергетичний менеджмент і аудит : підручник /М. Г. Хмельник, О. Ю. Яковлева, О. В. Остапенко. – Херсон : ФОП Грінь Д. С, 2017. – Ч. 1. – 224 с.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Зразок титульного аркуша курсової роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КУРСОВА РОБОТА

на тему

**«Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем
та систем водопостачання будівлі»**
з дисципліни «Енергетичний аудит»

Студент _____
Група _____
Викладач _____

Суми 20____

ДОДАТОК Б
(довідковий)
Зразок змісту курсової роботи

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	3
1 Загальний опис об'єкта енергетичного обстеження.....	
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження...	
1.2 Призначення об'єкта енергетичного обстеження.....	
1.3 Аналіз споживання енергоносіїв і води.....	
1.4 Існуючі тарифи на енергоносії й воду.....	
1.5 Попередні заходи з енергозбереження.....	
2 Поточний стан об'єкта енергетичного обстеження.....	15
2.1 Обстеження огорожувальних конструкцій об'єкта енергетичного обстеження.....	
2.2 Обстеження енергетичних систем і систем водопостачання об'єкта.....	
2.2.1 Система опалення.....	
2.2.2. Система холодного й гарячого водопостачання.....	
2.2.3 Системи вентиляції та кондиціювання.....	
2.2.4 Система освітлення.....	25
2.2.5 Система обліку ресурсів.....	
3 Енергозбережні заходи.....	
Список використаної літератури.....	
Додаток А.....	

ДОДАТОК В (довідковий)

Зразок основної частини курсової роботи

ВСТУП

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – це обстеження підприємств різної сфери та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги в економії на практиці шляхом упровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також із метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту.

Енергоаудит відіграє основну роль в ефективному використанні енергії в промисловості, в побуті, а також у сфері послуг. Він є інструментом для повного оцінювання споживання паливно-енергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінювання того, наскільки ці впливи є ефективними. Отже, енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, ревізія, удосконалення до якогось певного еталона.

Предметом енергетичного аудиту є системне обстеження витрати палива й енергії, аналізу й видачі рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження і допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енерговикористання.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будинок, технічна система, агрегат, що споживає чи виробляє енергію.

Призначення енергетичного аудиту полягає у вирішенні таких завдань:

- складанні карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;

Продовження додатка В

- розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначенні потенціалу енергозбереження;
- фінансовому оцінюванні організаційно-технічних заходів.

Енергетичний аудит проводять незалежні особи (енергоаудитори) або ж фірми, які уповноважені на це господарськими об'єктами. Він може проводитися за ініціативи суб'єктів, а також у разі, передбачених законодавством.

Ефективність і повнота аудиту значною мірою залежать від кваліфікації та досвіду енергоаудитора.

Мета та призначення поданого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води в будівлі (*назва будівлі та її адреса*) та розроблення енергозбережних заходів для скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Завдання, які вирішувалися під час проведення енергетичного обстеження: розроблення енергозбережних заходів з економії паливно-енергетичних ресурсів у будівлі (*назва будівлі та її адреса*) за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об'єкті.

Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження: дані, які зібрані під час проходження виробничої практики на (*назва об'єкта виробничої практики*).

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є *<назва і призначення будівлі>*.

Будівля належить *<назва підприємства / організації>*.
Адреса будівлі *< _____ >*.

Продовження додатка В

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює *<назва організації>*. Будинок складається із *<кількість секцій, прибудов>*. Головний фасад будівлі зорієнтовано на *<сторона горизонту, на яку зорієнтовано головний фасад будівлі>*.

Технічні характеристики будинку такі:

- рік побудови _____р.;
- кількість поверхів..... _____пов.;
- опалювальна площа..... _____м²;
- площа забудови..... _____м²;
- опалювальний об'єм будівлі..... _____м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами..... _____м³.

Забезпечення будинку тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від *<системи централізованого опалення; від місцевого джерела теплоти у вигляді (газифікованих котлів, електрокотла, котла на твердому паливі та ін.)>*; від автономної системи тепlopостачання у вигляді *<_____>*.

Подача холодної води до будівлі здійснюється від *<КП «Міськводоканал» Сумської міської рада, водоканалів в інших містах або селищах України, власної свердловини>*.

Забезпечення будинку гарячою водою здійснюється від *<системи централізованого опалення за допомогою теплообмінників; від центрального теплового пункту; від індивідуального теплового пункту, який розміщений у будівлі; від місцевих установок для приготування гарячої води – електричних бойлерів, проточних водонагрівачів; від місцевого джерела теплоти шляхом нагрівання води у котлі>*.

Під час енергоаудиту розглядалися такі шляхи економії енергоресурсів і води:

- скорочення споживання теплової енергії на потреби *<опалення, вентиляції, кондиціювання повітря і гарячого водопостачання, інші потреби>*;
- скорочення споживання електроенергії на потреби *<внутрішнього й зовнішнього освітлення, приготування їжі на*

Продовження додатка В

електричних плитах, генерування теплоти в електричних котлах, приведення до дії вентиляторів систем вентиляції або іншого обладнання, інших потреб>;

– споживання природного газу на потреби *<приготування їжі на газових плитах, гарячої води, генерування теплоти в автономних і місцевих джерелах теплової енергії, інші потреби>;*

– споживання води на санітарно-гігієнічні й технологічні потреби.

Примітка. Цей абзац потрібно погодити з розділом 3 курсової роботи

Поліпшення екологічних характеристик досягалося за рахунок:

– непрямого екологічного ефекту, спричиненого зменшенням споживання первинних енергоносіїв (палива, електричної енергії) і води, а також пов'язаного з цим скороченням викидів забруднювальних речовин в *<атмосферу, воду, ґрунт>;*

– прямого екологічного ефекту, який має місце в разі впровадження *<ефективних систем очищення, нових технологічних процесів отримання енергії, озеленення території, збереження зелених насаджень, упровадження нових ефективних систем збирання та утилізації відходів та інше>.*

1.2 Призначення об'єкта енергетичного обстеження

Будівля розміщена на території (назва підприємства або організації, району міста, населеного пункту).

Адреса: _____.

Керівництво: (зазначити посади відповідальних і прізвище).

Телефон _____.

Склад людей:

– кількість осіб, що мешкають (для гуртожитків) ____ осіб;

Продовження додатка В

- кількість обслуговувального персоналу (для гуртожитків) __ осіб;
 - кількість здобувачів освіти (вищої, середньої, дошкільної) _____ осіб;
 - кількість викладачів, які працюють у навчальному корпусі, _____ осіб;
 - кількість обслуговувального персоналу в будівлі _____ осіб;
 - кількість працюючих у будівлі _____ осіб;
 - кількість відвідувачів у будівлі _____ осіб.
- Робочий день у будівлі: _____.
- Обідня перерва: _____.

На вахті в будівлі цілодобово (або в робочі години) чергують вахтери (охоронники) _____ осіб.

Примітка. Це потрібно для визначення теплонадходжень від осіб, які у визначений час перебувають у будівлі

1.3 Аналіз споживання енергоносіїв і води

Річне споживання енергоносіїв і води за 2–3 останні роки наведено у таблиці 1.

Таблиця В.1 – Споживання енергоносіїв і води за 20__–20__ роки

Найменування	Од. вим.	Обсяги споживання за роками		
		20__	20__	20__
1	2	3	4	5
Теплова енергія з централізованих систем теплопостачання на потреби опалення	ГДж, Гкал			
Теплова енергія із централізованих систем теплопостачання, ГДж · 278, Гкал · 1,163	кВт · год			
Гаряча вода	м ³			
Холодна вода	м ³			
Теплова енергія, яка витрачена для приготування гарячої води за умови отримання гарячої води із централізованих систем теплопостачання	кВт · год			

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5
Природний газ на опалення, вентиляцію й гаряче водопостачання за наявності місцевих й автономних систем	м ³			
Природний газ на побутові потреби	м ³			
Загальні витрати природного газу	м³			
Теплова енергія, яка отримана на потреби опалення, вентиляції й гарячого водопостачання в автономних і місцевих системах теплопостачання, (м ³) · (9,9 кВт · год/м ³)	кВт · год			
Електроенергія на внутрішнє освітлення	кВт · год			
Електроенергія на зовнішнє освітлення	кВт · год			
Електроенергія на технологічні потреби	кВт · год			
Електроенергія на приготування їжі	кВт · год			
Електроенергія на інші потреби	кВт · год			
Загальні витрати електроенергії	кВт · год			
Загальні витрати теплової й електричної енергії	кВт · год			

Питоме загальне річне енергоспоживання, що використовується на будівлю, за роками становить:

- за 20 ___ рік – ___ кВт · год/м²;
- за 20 ___ рік – ___ кВт · год/м²;
- за 20 ___ рік – ___ кВт · год/м².

Помісячні витрати теплової енергії на потреби опалення й води, а також значення середньомісячних температур зовнішнього повітря й градусо-днів за місяцями опалювального періоду року наведено в таблиці додатка А.

На рисунку 1 і 2 показано графіки витрат теплової енергії на потреби опалення й кількості градусо-днів, а також витрат води за місяцями року. Графіки побудовано за результатами аналізу дійсних помісячних витрат теплоти на потреби опалення, витрат

Продовження додатка В

холодної й гарячої води, які були визначені у вузлах обліку води, а також аналізу середньомісячних температур зовнішнього повітря. Кількість градусо-діб визначалась як добуток кількості діб за кожний місяць опалювального періоду на перепад температур внутрішнього повітря та середньомісячної дійсної зовнішнього повітря:

$$ГД = Д \cdot (t_{в} - t_{сер}),$$

де Д – кількість діб у місяці;

$t_{в}$ – дійсна середньомісячна температура внутрішнього повітря в будівлі, °С;

$t_{сер}$ – дійсна середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С, визначається за даними метеостанцій для місця розміщення будівлі.

Витрати гарячої води на потреби опалення залежать від температури зовнішнього повітря й кількості градусо-діб. Збільшення кількості градусо-діб має спричинювати відповідне зростання витрат теплової енергії на опалення.

Як свідчить аналіз рисунка 1, регулювання відпуску гарячої води на потреби опалення *<відповідає (не відповідає) зміні градусо-діб, що свідчить про відсутність (наявність) певного (значного, незначного) потенціалу енергозбереження за рахунок упровадження заходів із регулювання відпуску гарячої води в тепловому пункті споживачам>*. Результати визначення дійсних річних витрат теплоти використано для обчислення дійсних показників витрат теплоти на опалення $q_{буд}$ і порівняння їх з нормованими максимально можливими тепловитратами будівель згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Продовження додатка В

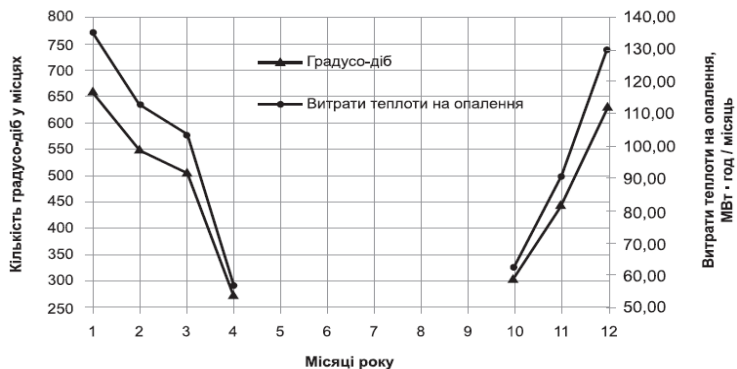


Рисунок 1 – Графіки витрат теплоти на потреби опалення й градусо-діб за місяцями року

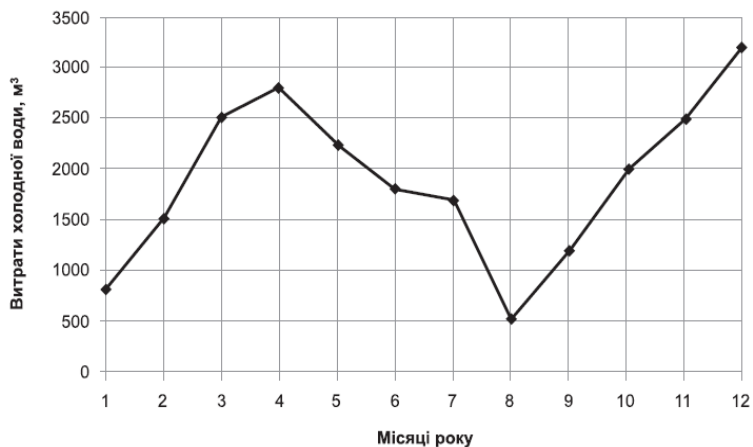


Рисунок 2 – Графік витрат холодної (гарячої) води за місяцями року

Значення фактичних питомих тепловитрат на опалення за опалювальний період $q_{буд}$, кВт · год/м², або кВт · год/м³, становлять:

- за 20 __ рік $q_{буд} =$ _____;
- за 20 __ рік $q_{буд} =$ _____;

Продовження додатка В

- за 20 ____ рік $q_{\text{буд}} = \underline{\hspace{2cm}}$.

Нормативна максимально можлива величина тепловтрат будівлі _____ згідно з вимогами, які набули чинності з 2021 року, становлять $E_{\text{max}} = \underline{\hspace{2cm}}$. Порівняння нормованої величини тепловтрат і дійсних тепловтрат показує, що *<будівля відповідає, не відповідає вимогам чинної нормативної документації>*.

Порівняння дійсних питомих тепловтрат із максимально допустимими згідно з вимогами ДБН В.2.6-31:2021 дає можливість комплексної оцінки теплозахисних характеристик будівель та ефективності процесів регулювання відпуску теплоти на сучасному рівні вимог.

Витрати води в будівлі залежать *<від кількості мешканців у будівлі, розкладу занять та графіку навчального процесу, графіку роботи адміністративної будівлі, кількості працівників, відвідувачів, пори року>*. Аналіз графіків зміни витрат води за місяцями року показує *<відповідність, невідповідність витрат води графіку роботи будівлі, лімітів на водопостачання, нормативів>*. За відомими величинами місячних витрат води та відомою кількістю *<мешканців, працюючих, відвідувачів>* у будівлі визначено питомі показники витрат холодної та гарячої води на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами споживання холодної й гарячої води на одну особу відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» та рішення виконавчого комітету СМР від 20.04.1999 № 172 «Про затвердження норм водопостачання споживачів в м. Суми з міського водогону».

Значення фактичних питомих витрат гарячої й холодної води, л/особу за 1 добу становлять:

- за 20 ____ рік _____;
- за 20 ____ рік _____;
- за 20 ____ рік _____.

Продовження додатка В

Норма витрат води для будівлі _____ становить

_____.

Порівняння норми витрат води й дійсних величин витрат показує, що *≤дійсні витрати перевищують, не перевищують нормованих>*.

Порівняння дійсних витрат води з нормованими можна виконувати також і за окремими місяцями року. Порівняння дає можливість оцінити потенціал заходів із скорочення витрат води.

1.4 Існуючі тарифи на енергоносії і воду

Тепло: _____ грн/Гкал.

Електрична енергія: _____ грн/кВт · год.

Холодна вода: _____ грн/м³.

Водовідведення: _____ грн/м³.

Гаряча вода: _____ грн/м³.

Газ: _____ грн/1000м³.

Примітка. Зазначити з ПДВ чи без і на яку дату

1.5 Попередні заходи з енергозбереження

Наводиться список попередніх проєктів або заходів з енергозбереження за попередні три роки, використовуючи матеріали звіту з виробничої практики. Список потрібен бути конкретний:

Приклад

Проведено заміну ламп розжарення кількістю 10 штук потужністю 100 Вт на світлодіодні лампи потужністю 10 Вт або проведено утеплення 10 метрів трубопроводу 50 мм гарячої води мінеральною ватою товщиною 10 мм.

2 ПОТОЧНИЙ СТАН ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Обстеження огорожувальних конструкцій об'єкта енергетичного обстеження

Будинок складається із *<зазначити кількість поверхів, секцій або прибудов>*. Стіни будинку виконані з *<цегли, залізобетонних панелей, керамзитобетонних блоків, інше з товщиною стіни, м. Дати характеристику інших шарів конструкції стінки>*.

Зовнішні дефекти стіни – *<не виявлено, обсіпання облицювальної плитки, наявність місточків холоду, неякісні зовнішні відкоси вікон, наявність нещільностей у місцях встановлення світлопрозорих конструкцій і зовнішніх дверей, інше>*. Коефіцієнт теплопровідності основного конструктивного матеріалу стіни – _____ Вт/м · град.

Будівля має вікна з *<одинарними стулками, подвійними стулками; одинарним, подвійним заскленням у дерев'яних рамах, у вигляді одинарних, подвійних склопакетів у металопластикових рамах. Якщо будівля має різне заповнення світлопрозорих прорізів, то необхідно зазначити відсоток кожного з видів засклення>*.

Зовнішні дефекти заповнення світлопрозорих прорізів – *<не виявлено, наявність значних нещільностей у місцях стулок, нещільності в місцях примикання скла до рами, відсоток розбитого скла і скла з тріщинами чи іншими дефектами, якість уцілювання і вид матеріалу, який було використано у ході уцілювання, кількісна оцінка неякісного уцілювання стулок, інші характеристики>*.

Для розрахунків взято такі значення термічного опору конструкції вікон: для вікон із *<подвійними одинарними стулками – _____ м² · °С/Вт, для вікон у металопластикових рамах з одинарним склопакетом – _____ м² · °С/Вт, для вікон з подвійним склопакетом – _____ м² · °С/Вт>*.

Продовження додатка В

Будинок має балкони, а також лоджії, вбудовані в об'єм будівлі, та такі, що виступають з об'єму будівлі. Характеристика огорожувальних конструкцій лоджій і балконів, наявність застосування лоджій і балконів.

Фундамент будинку із <залізобетонних конструкцій, які одночасно є огорожувальними конструкціями неопалювального підвалу з земляною підлогою, інше – наявність опалювального підвалу, характеристика конструкцій огорожень підвалу аналогічно опису зовнішніх стін. Величина коефіцієнта теплопровідності>.

Будівля має <не має технічного поверху, горища. Характеристика перекриття і покриття верхнього поверху, конструкція, наявність утеплення. Характеристика шару утеплення, товщина окремих шарів конструкції, оцінювання коефіцієнта теплопровідності матеріалів. Дефекти та недоліки покриття і перекриття, оцінка стану, дата останнього ремонту покрівлі, необхідність ремонту. Величини коефіцієнтів теплопровідності основних конструктивних шарів конструкції>.

Зовнішні двері будівлі – <матеріал дверей, розміри дверей, їх конструкція (подвійні, одинарні), дефекти та недоліки, наявність нецільностей. Наявність тамбура, пристроїв автоматичного закривання, теплової або повітряної завіси. Оцінка величини коефіцієнта теплопровідності>.

Наявність секційних дверей у коридорах будівлі, які розділяли б сходову клітку та коридори для зниження втрат теплоти.

Наявність технічного паспорта будівель _____.

Наявність сертифіката про енергетичну ефективність будівлі _____.

Узагальнену характеристику кількісних показників огорожувальних конструкцій опалювального та неопалювального об'ємів будинку наведено в додатку Б.

Теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будинку визначено в додатку В.

Продовження додатка В

Розподіл розрахункових теплових втрат через будівельні конструкції будівлі та інфільтрацію наведено у таблиці В.2. У разі визначення розрахункових втрат теплоти в цілому по будівлі з використанням збільшених показників потреби будівлі в теплоті на опалення, вентиляцію або охолодження подають відповідні результати розрахунків.

Таблиця В.2 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

Складова теплових втрат	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни		
Вікна та двері		
Дах (покриття)		
Перекрыття		
Підлога		
Інфільтрація		
Витяжна вентиляція		
Разом		

Примітка. Розрахунок робиться за методикою, яка наведена в ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»

2.2 Обстеження енергетичних систем і систем водопостачання

2.2.1 Система опалення

Будинок обладнано <однотрубною, двотрубною, горизонтальною, вертикальною системою опалення з нижнім, верхнім розведенням. Опалювальні прилади – чавунні радіатори, конвектори, реєстри та інші. Подавальний трубопровід системи й відгалуження від нього проходять через приміщення неопалювального горища, підвалу, верхнього, нижнього опалювального поверху будівлі. Зворотний трубопровід системи й відгалуження від нього проходять через приміщення неопалювального підвалу, нижнього опалювального поверху будівлі та інші. До зовнішньої двотрубної, чотиритрубної теплової мережі, до автономного чи місцевого джерела теплоти будинок приєднано за залежною, незалежною схемою.

Продовження додатка В

Теплову ізоляцію трубопроводів у неопалювальних приміщеннях здійснено за допомогою мінеральної вати; теплова ізоляція відсутня. ККД трубопроводів системи опалення становить ____%. Розрахунок теплових втрат у трубопроводах системи опалення, що проходять у неопалювальних приміщеннях, наведено у додатку Г. Недоліки в конструкції та експлуатації систем опалення з урахуванням побажань експлуатаційного персоналу. Наявність схем і креслень систем опалення>.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком *<95/70 °С, 105/70 °С, 115/70 °С, інше>*. Розрахунковий перепад температур у системі опалення будівлі 95/70 °С. Зазначити тиск і температуру на подавальному і зворотному трубопроводах. Підключене максимальне теплове навантаження згідно з договором з теплопостачальною організацією становить _____ Гкал/год, зокрема:

- на опалення – _____ Гкал/год;
- на гаряче водопостачання – _____ Гкал/год.

У тепловому вузлі вводу будівлі встановлено таке обладнання: *<запірна арматура – засувки діаметром ____ мм, відмулювачі, фільтр тонкого очищення, лічильник теплоти на подавальному, зворотному трубопроводах, змішувальний вузол у вигляді елеватора, змішувального насоса; регулятор витрат, регулятор температури води в системі опалення, теплообмінник для нагрівання води в системі опалення, теплообмінник для нагрівання води в системі гарячого водопостачання. Вузли автоматичного регулювання відпуску теплоти на систему опалення і систему гарячого водопостачання в індивідуальному тепловому пункті залежно від температури зовнішнього повітря відсутні, що спричинює надлишкове подання теплоти на потреби опалення в періоди зміни температурного графіка (за умови наявності в індивідуальних теплових пунктах теплообмінників гарячого водопостачання). Схему індивідуального теплового пункту в тепловому вузлі вводу наведено на рисунку 3. Недоліки у конструкції та експлуатації*

Продовження додатка В

теплового пункту з урахуванням побажань експлуатаційного персоналу>.

<Рисунок 3 – Принципова схема індивідуального теплового пункту>

За наявності центрального теплового пункту (ЦТП) на території будівлі подати принципову схему ЦТП з експлікацією обладнання (рис. 4).

<Рисунок 4 – Принципова схема центрального теплового пункту >

2.2.2 Система холодного та гарячого водопостачання

Будинок підключено до <системи централізованого гарячого водопостачання, до місцевої системи приготування гарячої води, до автономної системи гарячого водопостачання. В індивідуальному теплому пункті, центральному теплому пункті встановлено кожухотрубний, пластинчастий теплообмінник, в якому здійснюється нагрівання холодної води з міського водогону та інше. Сталевий, пластиковий подавальний трубопровід гарячого водопостачання середнім діаметром ___мм прокладено в підвальному приміщенні. Циркуляційний сталевий, пластиковий трубопровід діаметром ___мм прокладено в _____. Характеристика ізоляції трубопроводів (товщина ізоляції, вид теплоізоляційного матеріалу, коефіцієнт теплопровідності). Недоліки ізолювання трубопроводів, близько ___% трубопроводів не ізолювані. ККД розподільних трубопроводів системи ГВП становить ___%. Опис системи регулювання температури гарячої води, опис роботи системи гарячого водопостачання. Режим подачі гарячої води з ___ год до ___ год у робочі дні, те саме в святкові дні _____. Тиск води на вводі до будинку за показаннями манометра у вузлі вводу

Продовження додатка В

водогону. *Опис основних споживачів холодної й гарячої води – змішувачів, кранів, змивних бачків, басейнів тощо).*

Недоліки в конструкції та експлуатації систем холодного та гарячого водопостачання з урахуванням побажань експлуатаційного персоналу. Наявність схем і креслень холодного та гарячого водопостачання>.

2.2.3 Системи вентиляції та кондиціонування

Будинок обладнано системою <природної, примусової вентиляції. Видалення вентильованого повітря з кухонь і санвузлів здійснюється через вентиляційні канали, що розміщені в будівельних конструкціях. Видалення повітря з аудиторій (кабінетів) виконується механічними системами вентиляції. Припливне свіже повітря систем примусової вентиляції нагрівається в калориферах припливних камер і подається в приміщення. Припливне повітря систем природної вентиляції надходить через нецільності світлопрозорих конструкцій огорожень і зовнішні двері. Розрахункові витрати теплоти на потреби вентиляції будівлі становлять ____ кВт. Тривалість роботи механічних систем вентиляції ____ год за добу в робочі дні (системи механічної вентиляції в неробочому стані та не працюють, вентиляційні отвори систем витяжної та припливної вентиляції відкриті й працюють у режимі природної вентиляції, що спричинює значні втрати теплоти з інфільтрацією, вентиляційні отвори систем механічної вентиляції герметично закриті, витяжні отвори систем природної вентиляції в аудиторіях (кабінетах) відсутні, як наслідок, вентиляція аудиторій (кабінетів) відсутня. Наявність схем і креслень систем примусової і природної вентиляції>.

2.2.4 Система освітлення

Приміщення обладнано світильниками з <лампами розжарювання, люмінесцентними, світлодіодними лампами та інше. За умови використання різних ламп зазначити кількість

Продовження додатка В

ламп кожного виду та їх потужність. Наявність лічильників із датчиками руху (фотореле). Характеристика зовнішнього освітлення. Наявність системи контролю за спрацюванням автоматики керування освітленням. Загальна потужність систем внутрішнього й зовнішнього освітлення. Річна тривалість роботи систем зовнішнього освітлення. Наявність відокремленого обліку електричної енергії та систем керування внутрішнім і зовнішнім освітленням.

Недоліки в конструкції та експлуатації систем внутрішнього й зовнішнього освітлення з урахуванням побажань експлуатаційного персоналу>.

Характеристика інших енергоспоживних систем будівлі.

2.2.5 Система обліку ресурсів

Облік теплової енергії, яку отримують із системи централізованого теплопостачання, здійснюється <тепловим лічильником, який встановлено на трубопроводах теплового вводу в будівлі. Зняття показників лічильника виконується з періодичністю не частіше одного разу на місяць, одного разу на 10 днів, щоденно та інше. Облік теплової енергії за умови відсутності лічильника теплоти здійснюється за нормованими питомими показниками витрат теплоти на опалення або вентиляції на одиницю об'єму будівлі. Наявність споживачів теплоти, які здійснюють відокремлений облік теплової енергії. Обсяги спожитої ними енергії>.

За наявності автономних або місцевих систем теплопостачання облік теплової енергії здійснюється за показаннями лічильників природного газу або іншого палива, яке використовується для отримання теплоти.

Облік споживання електроенергії на потреби внутрішнього освітлення, зовнішнього освітлення, приготування їжі, генерування теплоти, технологічні потреби в лабораторіях здійснюється <окремими лічильниками (одним лічильником)>. Зняття показників лічильника виконується з періодичністю <не

Продовження додатка В

частіше одного разу на місяць, одного разу на 10 днів, щоденно та інше. Наявність споживачів, які здійснюють відокремлений облік електричної енергії. Обсяги спожитої ними енергії>.

Облік споживання гарячої води здійснюється <згідно з показаннями лічильника гарячої води, встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконується з періодичністю не частіше одного разу на місяць, одного разу на 10 днів, щоденно та інше. Наявність споживачів, які здійснюють відокремлений облік гарячої води. Об'єми спожитої ними води. За умов відсутності лічильника гарячої води облік здійснюється за збільшеними нормованими показниками витрат гарячої води на одного споживача>.

Облік споживання холодної води здійснюється <за показаннями лічильника холодної води, встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконують із періодичністю не частіше одного разу на місяць, одного разу на 10 днів, щоденно та інше. Наявність споживачів, які здійснюють відокремлений облік холодної води. Об'єми спожитої ними води. За умов відсутності лічильника холодної води облік здійснюють за збільшеними нормованими показниками витрат холодної води на одного споживача>.

Облік споживання природного газу на потреби <приготування гарячої води, опалення та вентиляції в місцевих та автономних системах теплопостачання, а також приготування їжі здійснюється за відокремленими вузлами обліку газу. Облік витрат газу в місцевих джерелах теплоти здійснюється за лічильником, який обладнано манометрами для визначення тиску газу у вузлі обліку, термометрами, коректором. Перерахування заміряних витрат газу до стандартних умов здійснюється за показаннями коректора-обчислювача, розрахунками представників газорозподільної організації, розрахунками працівників служб _____.

Зняття показників лічильника виконують з періодичністю не частіше одного разу на місяць, одного разу на 10 днів, щоденно

Продовження додатка В

та інше. Наявність споживачів газу, які здійснюють відокремлений облік природного газу. Об'єми спожитого ними газу>.

Зазначити, з якою організацією договори на постачання енергоносіїв та води, типи лічильників.

3 ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ЗАХОДИ (приклад)

3.1 Перелік енергозберігаючих заходів

Запропоновано такі енергозберіжні заходи:

Заходи на інженерних системах будівлі:

- встановлення регулятора споживання тепла з погодною корекцією;
- встановлення регулятора температури гарячої води;
- встановлення термостатичних вентилів для регулювання продуктивності системи опалення;
- встановлення світильників із люмінесцентними лампами;
- встановлення радіаторних віддзеркалюваних екранів;
- встановлення тепловідбивної плівки на вікна;
- модернізація сантехніки;
- ліквідація витоків води у змішувачах.

Заходи з термореновації будівлі:

- утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін);
- збільшення термічного опору зовнішніх стін будівлі;
- модернізація вікон.

Примітка. В списку залишаємо лише ті заходи, які розробляються в курсовій роботі. Таких заходів повинно бути не менше трьох

3.2 Опис заходів

3.2.1 Утеплення огорожувальних конструкцій будівлі (стін)

Продовження додатка В

Поточний стан

Аналіз балансу теплової енергії показує, що майже (половина або інше) витрат тепла припадає на витрати через огороджувальні конструкції будівлі (або інше згідно таблиці 2). Оскільки стіни становлять переважну площу огороджувальних конструкцій, то саме через них проходить більша частина теплових втрат. Тому додаткове утеплення стін спеціальними матеріалами здатне значно скоротити витрати теплової енергії загалом по будівлі, і відповідно зменшити потужність опалення та платню за спожиту теплову енергію.

Опис можливостей з енергозбереження

Для забезпечення необхідного (нормованого) значення теплопередачі $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ (для цього прикладу) пропонується наведений нижче теплоізоляційний матеріал.

Теплоізоляція Moutrical призначена для отримання теплоізоляційного покриття на поверхнях будь-якої форми, що вимагають теплового захисту. Матеріал застосовується для теплової ізоляції зовнішніх і внутрішніх поверхонь конструкцій житлових, суспільних і промислових будівель. Теплоізоляцію Moutrical можна наносити на метал, пластик, бетон, цеглину та інші будівельні матеріали, а також на устаткування, трубопроводи та повітря води під час експлуатації об'єктів із температурою від -50°C до $+200^\circ\text{C}$. Moutrical – рідке керамічне тепло-звукоізоляційне покриття, що є рідкою композицією білого кольору на водній основі. Матеріал складається з синтетичного каучуку, акрилових полімерів, що диспергують у цій композиції порожнистих керамічних і силіконових кульок.

Визначення товщини теплоізолювального шару й розрахунок втрат

Визначення необхідної товщини теплоізолювального шару:

$$\delta_{\text{ут}} = \left[R_{q \text{ min}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \right) \right] \cdot \lambda_{\text{ут}},$$

Продовження додатка В

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

$\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, Вт/(м² · К);

$\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції Вт/(м² · К);

$\lambda_{\text{п}}$ – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К);

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

n – кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку;

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

Визначимо товщину шару теплоізоляції, необхідної для забезпечення опору 4,0 м² · К/Вт за $\lambda_{\text{ут}} = 0,03$ Вт/м · К за формулою

$$\delta_{\text{ут}} = \left[4,0 - \left(\frac{1}{8,7} + 0,83 + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,03 = 0,09 \text{ м.}$$

Розрахунок річної економії енергії

Витрати на теплову енергію, грн, до проведення енергозбережного заходу становлять

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = E_{\text{теп}}^{\text{існ}} \cdot C_{\text{теп}},$$

де $E_{\text{теп}}^{\text{існ}}$ – кількість споживаної теплової енергії на опалення за 1 рік, Гкал;

$C_{\text{теп}} = 1\,500$ грн – вартість 1 Гкал.

$$Ц_{\text{теп}}^{\text{існ}} = 485,716 \cdot 1500 = 728600 \text{ грн.}$$

Продовження додатка В

Витрати на теплову енергію, грн, після проведення енергозбережного заходу, утеплення стін становлять

$$\text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}} = E_{\text{теп}}^{\text{отр}} \cdot C_{\text{теп}},$$

де $E_{\text{теп}}^{\text{отр}}$ – кількість споживаної теплової енергії на опалення за 1 рік після проведення утеплення, Гкал.

$$\text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}} = 446,216 \cdot 1500 = 669300 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою

$$E_{\text{річ}} = \Delta \text{Ц}_{\text{теп}} = \text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{існ}} - \text{Ц}_{\text{теп}}^{\text{отр}},$$

$$E_{\text{річ}} = \Delta \text{Ц}_{\text{теп}} = 728600 - 669300 = 59300 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Орієнтовна загальна сума капітальних витрат для впровадження пропонованого заходу становитиме

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{суп}},$$

де $K_{\text{осн}}$ – вартість придбання теплоізоляційного матеріалу, грн;

$K_{\text{суп}}$ – величина монтажу утеплювального матеріалу (візьмемо 50 % від вартості матеріалу), грн:

$$K_{\text{суп}} = 0,5 \cdot K_{\text{осн}}.$$

Теплоізоляційне покриття Moutrical (рідкий утеплювач) поставляється в пластиковій тарі ємністю 19 літрів, які розраховані на створення 37–38 м² утепленої поверхні. Загальна площа огорожувальних конструкцій становить $S_{\text{огор}} = 1711 \text{ м}^2$, тоді для створення теплоізоляційного шару на поверхні

Продовження додатка В

огороджувальних конструкцій будівлі необхідно 855 л теплоізоляції або 45 упаковок теплоізоляції. Вартість однієї упаковки становить 600 грн.

$$K_{осн} = 45 \cdot 600 = 27\,000 \text{ грн,}$$

$$K_{суп} = 0,5 \cdot 27000 = 13\,500 \text{ грн,}$$

$$K = 27000 + 13500 = 40\,500 \text{ грн.}$$

Визначення терміну окупності

Термін окупності енергозбережного заходу, рік,

$$T_{ок} = \frac{59300}{40500} = 1,5.$$

3.2.2 Встановлення регулятора споживання тепла з погодною корекцією

На теперішній стан у тепловому вузлі вводу будинку відсутні будь-які засоби регулювання й відпуску теплоти на потреби опалення залежно від температури зовнішнього повітря. У таких умовах єдиним способом регулювання відпуску теплоти на опалення будинку є зміна температури теплоносія в котельні, яка здійснюється регулюванням витрат палива.

Аналіз дійсних температур теплоносія на вводі до будинку протягом опалювального періоду свідчить, що температурний графік не відповідає задекларованим параметрам. Це призводить до значних перевитрат теплоти в періоди підвищення температури зовнішнього повітря й дефіциту теплоти в періоди зниження температури зовнішнього повітря (періоди похолодання).

У наявній системі опалення будинку відсутні балансувальні крани як на стояках системи опалення, так і на окремих розгалуженнях системи за окремими фасадами і напрямками, що призводить до теплового та гідравлічного

Продовження додатка В

розбалансування системи опалення, особливо в умовах кількісного регулювання.

Одним із фасадів будівля зорієнтована на південний схід, а іншим – на північний захід. Це спричиняє різні значення сумарної сонячної радіації на вертикальні поверхні огорожень, що також призводить до більш інтенсивних теплонадходжень приміщень, які розміщені по одній із сторін фасаду. Водночас відбуваються відповідні зміни температури внутрішнього повітря: перегрівання одних приміщень і недогрівання інших. Відповідно виникають непродуктивні втрати теплоти. Так, якщо сумарна сонячна радіація (пряма й розсіяна) на 1 м^2 вертикальної поверхні огорожувальних конструкцій південно-східної орієнтації в грудні за безхмарного неба становить 305 МДж/м^2 , то на вертикальні поверхні 1 м^2 огорожень північно-західної орієнтації – лише 27 МДж/м^2 . Для січня це співвідношення становить 371 і 32 МДж/м^2 , а для лютого – 424 і 41 МДж/м^2 , відповідно (згідно з ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія).

Облаштування в тепловому вузлі вводу будинку автоматизованого вузла пофасадного відпуску теплоти на потреби опалення з погодним регулюванням і корекцією за температурою внутрішнього повітря в приміщеннях південно-східного та північно-західного фасадів дасть можливість забезпечити економію теплової енергії та врахувати теплонадходження від сонячної радіації. Крім того, встановлення балансвальних клапанів дасть можливість уникнути теплового та гідравлічного розрегулювання системи, що також підвищує ефективність тепловіддачі системи і має енергозберіжний ефект.

З огляду на значну теплоємність будівлі після збільшення термічного опору зовнішніх огорожень в автоматизованих вузлах вводу стає можливою реалізація переривчастого опалення із зменшенням кількості теплоти, яка подається на опалення у вихідні, святкові дні й період канікул, до 50% розрахункової. Загальна кількість таких днів за опалювальний період становить

Продовження додатка В

до 60 діб. Функцію переривчастого опалення можна також реалізувати упродовж 4–5 нічних неробочих годин у робочі дні. Це ще $4 \cdot (189 - 60) = 516$ год, або 21,5 повної доби. 189 діб – тривалість опалювального періоду. Всього тривалість періоду впровадження функції зменшеної подачі теплоти на опалення $T_2 = 60 + 21,5 = 81,5$ діб = 1 956 год.

Впровадження автоматизованого індивідуального теплового пункту з функцією погодного регулювання дасть можливість запобігти надмірному споживанню тепла, яке обумовлене нелінійністю графіка температур відпуску теплоти з котельні, що пов'язане з необхідністю забезпечення нормативної температури гарячої води для санітарно-гігієнічних потреб. Автоматизація процесу відпуску теплоти до будівлі в індивідуальному тепловому пункті (ІТП) дає можливість оперативно реагувати на зміну потреби будинку в теплоті на опалення, що обумовлене значною динамікою теплонадходжень у будинку від людей, освітлення, обладнання та сонячної інсоляції.

Для будівлі такий захід дає можливість отримати економію теплової енергії в обсягах до 25–30 % існуючого рівня, що становить _____ кВт · год за опалювальний період.

На рисунку 5 показано принципову схему облаштування автоматизованого індивідуального теплового пункту з змішувальним насосом на перемичці.

Економічний термін служби обладнання та матеріалів – 10 років. Упровадження заходу потребує періодичного (не менш як один раз за 1 рік) обслуговування та проведення налагоджувальних робіт.

Продовження додатка В

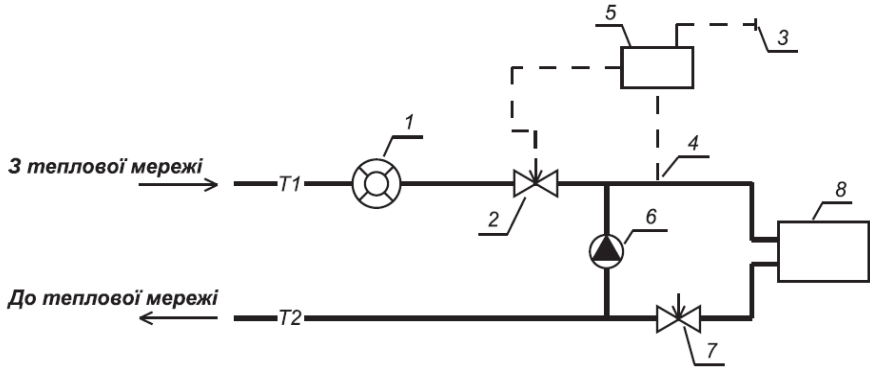


Рисунок 5 – Принципова схема автоматизованого індивідуального теплового пункту із змішувальним насосом:
1 – тепловий лічильник; 2 – регулятор температури; 3 – датчик температури зовнішнього повітря; 4 – датчик температури гарячої води в подавальному трубопроводі системи опалення; 5 – керувальний пристрій; 6 – підмішувальний насос; 7 – регулятор витрат води; 8 – система опалення

3.2.3 Встановлення регулятора температури гарячої води

За відсутності регулювання температури подання гарячої води спостерігається підвищення температури води в найбільш холодний період опалювального періоду, коли температура теплоносія на виході з котельної і в тепловій мережі досягає найбільших значень відповідно до температурного графіка відпуску теплоти. Це спричиняє відповідні перевитрати теплової енергії на гаряче водопостачання. Для запобігання зазначеним явищам пропонується здійснювати автоматичне регулювання температури гарячої води, яка подається споживачам, за рахунок встановлення регулятора температури. Орієнтовне скорочення споживання теплової енергії на потреби гарячого водопостачання становитиме близько 5 %.

Продовження додатка В

Економічний термін служби обладнання та матеріалів – 10 років. Упровадження заходу потребує періодичного обслуговування та проведення налагоджувальних робіт.

3.2.4 Встановлення термостатичних вентилів для регулювання продуктивністю системи опалення

Поточний стан

Під час обстеження теплового режиму роботи будівлі встановлено, що під час роботи системи опалення за не найбільш низьких температур зовнішнього повітря температура всередині приміщень значно перевищує необхідну, і часто для регулювання температури відчиняють вікна. Внаслідок цього різко зростають втрати тепла.

Опис можливостей з енергозбереження

Основним елементом індивідуального автоматичного регулювання теплоспоживання є вентиль радіаторний термостатичний (ВРТ), що забезпечує раціональний економічний режим споживання теплової енергії безпосередньо на рівні конкретного опалювального приладу. На відміну від звичайного вентиля ВРТ автоматично регулює витрату теплоносія через радіатор системи опалення, підтримуючи задану температуру повітря в приміщенні й знижуючи витрату теплоти від 15 % до 30 % за рахунок теплоти людей, що перебувають у приміщенні, устаткування й інших джерел.

У будівлі пропонується встановити ВРТ виробництва ХХХ. Під час виробництва ВРТ використовується термостатична голівка фірми "ACL-Drayton" (Англія) RT- 212. Переваги ВРТ ХХХ перед ВРТ інших фірм:

– ВРТ виготовлені з урахуванням конструктивних особливостей вітчизняних систем опалення й нормативних вимог з якості мережної води;

Продовження додатка В

- деталі вентиля (клапан і сідло клапана) виконані з корозійностійких матеріалів (вуглепластика), що унеможливило відкладення солей та інших домішок, що розміщені в теплоносії й істотно поліпшує роботу ВРТ і системи в цілому;
- вартість ВРТ ХХХ становить 20 ум. од., що значно нижче вартості аналогічної продукції інших закордонних фірм;

Розрахунок втрат

Розраховуємо економію від застосування ВРТ. Згідно з статистичними даними, ВРТ дозволяють зекономити близько 10 % теплової енергії. Витрати тепла за 1 рік становлять 1 925,28 Гкал (2024 рік).

Розрахунок річної економії енергії

Тоді економія теплової енергії за рік становитиме

$$0,1 \cdot 1\,925,28 = 192,5 \text{ Гкал.}$$

Розрахунок річної економії витрат

Економія коштів становитиме

$$192,5 \text{ Гкал} \cdot 1500 \text{ грн/Гкал} = 293,25 \text{ тис. грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Вартість одного ВРТ становитиме 800 грн, вартість встановлення становить разом із байпасом 200 грн. Кількість опалювальних приладів (радіаторів) у будівлі становить 420 одиниць. Тоді вартість упровадження заходу $420 \cdot (800 + 200) = 420,0$ тис. грн.

Визначення терміну окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{293,25}{420} = 0,7 \text{ року.}$$

Продовження додатка В

3.2.5 Встановлення світлодіодних ламп

Рекомендується продовжити подальшу заміну ламп розжарювання для освітлення *<сходових кілток, житлових кімнат, аудиторій, робочих кабінетів>* на світлодіодні лампи. Економія електричної енергії за умови впровадження цього заходу становитиме близько 80 % наявного рівня споживання електроенергії на освітлення, що становитиме _____ кВт · год упродовж року.

Економічний строк служби світлодіодних ламп – 25 000 годин. Потрібні експлуатаційні витрати на заміну джерел світла – один раз на три роки.

3.2.6 Встановлення радіаторних віддзеркалювальних екранів

Варіант 1

Для зменшення втрат теплоти в доквілля через ділянки огорожувальних конструкцій, які містяться за конвективно-радіаційними опалювальними приладами систем опалення, необхідно передбачити радіаторні віддзеркалювальні екрани з теплоізоляційного матеріалу завтовшки 5–10 мм, вкритого шаром алюмінієвої фольги. Встановлення такого екрана відбувається за допомогою клею безпосередньо на ділянку стіни, що розміщена за опалювальним приладом. Такий захід запобігає втратам теплоти в доквілля й перевитратам теплоти опалювальними приладами за умови дотримання чистої дзеркальної поверхні екрана впродовж усього терміну експлуатації.

Кількість теплоти, яка віддається приладом у приміщення для створення в ньому необхідних теплових умов, повинна бути такою, що дорівнює розрахунковим втратам теплоти із такого приміщення. Використання того чи іншого приладу й спосіб його встановлення не повинні призводити до перевитрат теплоти, порівняно з її розрахунковими втратами в доквілля.

Відношення кількості теплоти, яка віддається приладом, до втрат теплоти називають опалювальним ефектом. Найменша

Продовження додатка В

величина опалювального ефекту в панельно-променевих приладів, які встановлюються у верхній зоні приміщення. За даними деяких авторів вона становить 0,9–0,95. Тобто тепловіддача панельних опалювальних приладів може бути навіть меншою за величину втрат теплоти приміщенням без погіршення умов комфортності. У нагрітій поверхні «теплої підлоги» опалювальний коефіцієнт дорівнює приблизно 1,0.

Найбільш поширені опалювальні прилади – радіатори зазвичай розміщують біля поверхні зовнішньої стіни або у нішах. Поверхня за радіатором перегрівається й теплота посилено втрачається через цю ділянку зовнішньої стіни. Опалювальний коефіцієнт радіаторів оцінюють величиною 1,04–1,06. Опалювальний коефіцієнт конвектора лише 1,03. Влаштування зарадіаторного віддзеркалювального екрана дає можливість збільшити корисну тепловіддачу радіатора на 3–4 % і запобігти відповідним втратам теплоти.

Загальна площа зарадіаторних екранів становить _____шт. Економічний строк служби обладнання та матеріалів – 25 років.

Економія теплоти становить _____ кВт · год упродовж опалювального періоду.

Варіант 2

Поточний стан

Радіатори розміщені близько до стіни, тому частина теплоти йде на нагрівання самої стіни, а не повітря в приміщенні, внаслідок чого втрачається значна кількість теплоти.

Опис можливостей енергозбереження

Спрямувати майже весь потік на нагрівання приміщення дозволить встановлення за радіаторами рефлекторів із теплоізоляційного матеріалу.

За радіаторами опалення на стіни пропонується встановити рефлектори з термічним опором $R_p = 0,26 \text{ год} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К/ккал}$. Розміри радіаторів у середньому

Продовження додатка В

становлять $0,8 \times 1,2$ м, кількість радіаторів 2 200, тоді загальна площа радіаторів $F_o = 420 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 403,2$ м².

Розрахунок втрат

Термічний опір стіни становить $R_c = 0,95$ год \cdot м² \cdot К/ккал, загальна площа стін становить $F_c = 3\,581$ м². Тоді річні втрати тепла через стіни становлять: $Q_{\text{річ}} = F_c \cdot (t_b - t_3) \cdot n \cdot n_0 \cdot 24 / R_c = 3\,581 \cdot (20 - (-1,4)) \cdot 1,05 \cdot 187 \cdot 24 \cdot 10^{-6} / 0,95 = 380,14$ Гкал.

Сумарний тепловий опір стін і рефлекторів

$$R_{\text{сум}} = R_c + R_p = 0,95 + 0,26 = 1,21 \text{ год} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К/ккал.}$$

Тоді економія теплової енергії за 1 рік за рахунок теплопередачі становитиме

$$E_1 = Q_{\text{річ}} \cdot (F_o / F_c) \cdot (1 - R_c / R_{\text{сум}}) = 380,24 \times (403,2 / 3\,581) \times (1 - 0,95 / 1,21) = 9,20 \text{ Гкал/рік.}$$

Тепловий потік, що передається поверхні стін шляхом випромінювання, становить

$$Q_{\text{випр}}^{\text{ЕК}} = C_s \cdot \varepsilon_{\text{пр}} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_o,$$

де $C_s = 5,7$ Вт/(м² \cdot К⁴) – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{\varepsilon_1^{-1} + \varepsilon_2^{-1} - 1}$ – зведений ступінь чорноти. Ступінь чорноти радіатора (пофарбовано в білий колір) 0,1, ступінь чорноти стіни (світла фарба) – 0,2, ступінь чорноти тепловідбивача – 0,01.

Тоді до впровадження заходу

$$\varepsilon_{\text{пр}1} = (0,1^{-1} + 0,2^{-1} - 1)^{-1} = 0,0714,$$

після впровадження

$$\varepsilon_{\text{пр}2} = (0,1^{-1} + 0,01^{-1} - 1)^{-1} = 0,0092.$$

Розрахункова температура:

Продовження додатка В

радіатора $T_1 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C} = 328 \text{ К}$,
стіни $T_2 = 18 \text{ }^{\circ}\text{C} = 291 \text{ К}$.

Теплові втрати на випромінення до і після заходу

$$Q_{1 \text{ вип}} = 5,7 \cdot 0,0714 \cdot (3,28^4 - 2,91^4) \cdot 403,2 = 7\,225,8 \text{ Вт};$$

$$Q_{2 \text{ вип}} = 5,7 \cdot 0,0092 \cdot (3,28^4 - 2,91^4) \cdot 403,2 = 931 \text{ Вт}.$$

Економія теплового потоку на випромінення

$$Q_1 - Q_2 = 7\,225,8 - 931 = 6\,294,8 \text{ Вт} = 5\,413,5 \text{ ккал/год}.$$

Економія теплової енергії за 1 рік за рахунок зменшення випромінювання

$$E_2 = (Q_1 - Q_2) \cdot 24 \cdot 187 / 10^6 = 5\,413,5 \cdot 24 \cdot 187 / 10^6 = 24,3 \text{ Гкал/рік}.$$

Тоді сумарна економія теплової енергії за 1 рік становитиме

$$\Delta E = E_1 + E_2 = 9,20 + 24,3 = 33,5 \text{ Гкал /рік}.$$

Розрахунок річної економії витрат

Економія коштів становитиме

$$\Delta C = \Delta E \cdot c / 1000 = 33,5 \cdot 1\,500 / 1\,000 = 50,25 \text{ тис. грн/рік},$$

де c – вартість Гкал, грн.

Витрати на введення в експлуатацію

Вартість одного рефлектора становить 50 грн. Тоді вартість впровадження заходу

Продовження додатка В

$$C = n \cdot Ц = 420 \cdot 50 / 1000 = 21,0 \text{ тис. грн.}$$

Визначення терміну окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{21000}{50250} = 0,42 \text{ року.}$$

3.2.7 Заходи з термореновації

З метою забезпечення сучасних вимог щодо теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій будівлі необхідно таке:

☒ утеплити зовнішні стіни будівлі шаром пінополістиролу щільністю не більш як 25 кг/м^3 завтовшки _____ мм за методом скріпленої теплоізоляції. З метою зменшення впливу теплових містків і запобігання руйнування конструкцій будівлі за рахунок нерівномірних теплових деформацій у разі зміни температури навколишнього середовища утепленню також підлягають:

- бокові огорожувальні конструкції лоджій;
- несвітлопрозорі огорожувальні конструкції технічного

поверху.

Загальна площа поверхонь, що підлягають утепленню за зазначеною методикою, становить _____ м^2 ;

– збільшити термічний опір огорожень цоколю поверхнею _____ м^2 за рахунок нанесення на них екструдованого пінополістиролу завтовшки _____ мм;

– утеплити горищне перекриття. Для утеплення застосувати мінераловатні плити завтовшки 50 мм теплопровідністю $0,046 \text{ Вт/м} \cdot \text{град}$ та щільністю 110 кг/м^3 (відповідна міцність на стиснення – 60 кПа) з метою забезпечення можливості перебування людей на технічному поверсі. Для монтажу утеплювача необхідно зняти шар керамзитового гравію з ділянки горищного покриття, заслати шар паробар'єра, укласти на нього утеплювач. Поверхня покриття _____ м^2 ;

Продовження додатка В

– загальна площа поверхонь, що підлягають утепленню за зазначеною методикою, становить _____ м²;

– заміна вікон у дерев'яних рамах на сучасні металопластикові. Пропонується встановлювати двокамерні склопакети з м'яким енергозбережним покриттям, що вмонтовані в 3-камерному металопластиковому профілі завтовшки не менше як 24 мм. Рекомендоване значення термічного опору конструкції вікна становить 0,9 м² · град/Вт. Вікна мають бути обладнані мікрощільовим провітрювачем із метою забезпечення необхідної кратності повітрообміну в житлових приміщеннях будинку. Зазначена норма не поширюється на вікна поверхових сходів.

Загальна площа вікон, що підлягають заміні, становить _____ м² та має бути уточнена перед замовленням шляхом індивідуальних замірів.

Економічний термін служби обладнання та матеріалів – 25 років.

Заходи з термореновації дають можливість отримати економію теплоти в межах _____ кВт · год за опалювальний період.

3.2.8 Встановлення тепловідбивної плівки на вікна

Поточний стан

На цей момент у будівлі встановлено дерев'яні вікна з подвійним заскленням. За правильної експлуатації в холодний період року втрати тепла на інфільтрацію через вікна становлять 0,158, а також наявні втрати через скло шляхом теплопередавання та теплового випромінювання. Через скло втрачається значна кількість теплоти через невеликий термічний опір скла.

Опис можливостей з енергозбереження

Пропонується наклейка на скло вікон спеціальної тепловідбивної плівки фірми ХХХ. Згідно з інформацією фірми, такий захід підвищує теплоізоляцію (тепловий опір) приблизно на 15 %. Ця плівка прозора, має нейтральний спектр. Її властивості

Продовження додатка В

пояснюються тим, що вона відсікає ультрафіолетові та інфрачервоні промені, внаслідок чого зменшуються втрати теплоти взимку, а влітку вона зберігає в приміщенні прохолоду. Отже, в результаті наклейки плівки, теплові втрати через вікна зменшаться орієнтовно на 15 % (оскільки вони обернено пропорційні тепловому опору).

Розрахунок витрат

Площа застелення в будівлі становить $F_B = 797 \text{ м}^2$, коефіцієнт теплопровідності неутеплених вікон $K_B = 2,5 \text{ Ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C})$.

Річні втрати теплової енергії через вікна становлять

$$Q_{\text{вікн}} = K_B \cdot F_B \cdot (t_B - t_3) \cdot n \cdot n_0 \cdot 24 = \\ = 2,5 \cdot 797 \cdot (20 - (-1,4)) \cdot 1,05 \cdot 24 \cdot 187 / 10^6 = 200,55 \text{ Гкал/рік.}$$

Розрахунок річної економії енергії

Після впровадження цього заходу річна економія тепла становить 15 %, тобто $0,15 \cdot 200,55 = 30,08 \text{ Гкал/рік}$.

Розрахунок річної економії витрат

Економія коштів становитиме

$$30,08 \cdot 1\,500 / 1\,000 = 45,12 \text{ тис. грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію

1 м² тепловідбивної плівки фірми ХХХ коштує 40 грн, монтажні роботи коштують приблизно 20 грн за 1 м². Тоді загальні витрати на впровадження заходу становитимуть $797 \cdot (40 + 20) / 1000 = 47,2 \text{ тис. грн}$.

Визначення терміну окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{45120}{47200} = 0,96 \text{ року.}$$

Продовження додатка В

3.2.9 Модернізація вікон

Поточний стан

Вікна корпусу мають високий коефіцієнт теплопередачі, втрати тепла крізь них становлять значну частину в загальних втратах тепла будівлі.

Опис можливостей енергозбереження

Рекомендується з метою зменшення теплових втрат замінити існуючі вікна на нові двокамерні герметичні енергозбережні склопакети з опором теплопередачі $0,9 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Розрахунок втрат

Площа вікон, що потребують заміни, становить

$$F = 797 \text{ м}^2.$$

Річні втрати тепла через вікна

$$Q = k \cdot \Delta t \cdot F = 4,54 \cdot (20 - (-22)) \cdot 797 \cdot 187 \cdot 24 = 714,53 \text{ Гкал/рік},$$

де 187 – кількість днів опалювального періоду для міста Суми.

Втрати крізь нові склопакети становитимуть

$$Q = k \cdot \Delta t \cdot F = 1/0,806 \cdot (20 - (-22)) \cdot 797 \cdot 187 \cdot 24 = 195,27 \text{ Гкал/рік}$$

Розрахунок річної економії витрат

Річна економія теплової енергії

$$\Delta Q = Q - Q_1 = 714,53 - 195,27 = 519,26 \text{ Гкал/рік}.$$

Економія в грошовому еквіваленті

$$\Delta W = 1\,500 \cdot 519,26 = 778\,890 \text{ грн/рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію

Вартість 1 м^2 енергозбережного склопакета разом із витратами на його встановлення становитимуть 3 000 грн.

Загальні витрати на введення в експлуатацію:

Продовження додатка В

$$3B = 3000 \cdot 797 = 2391000 \text{ грн.}$$

Визначення терміну окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{2391000}{778890} = 3,07 \text{ року.}$$

3.2.10 Модернізація сантехніки

Поточний стан

У корпусі встановлено 72 унітази, з яких у 42 – несправні бачки. Після аналізу добового графіка споживання холодної води виявили, що вночі щогодини втрати холодної води по гуртожитку становлять $1,05 \text{ м}^3/\text{год}$.

Опис можливостей енергозбереження

Пропонуємо заміну арматури бачків, що протікають, на нові.

Розрахунок витрат

Втрати холодної води через несправні бачки за 1 рік становлять $V = 1,05 \cdot 24 \cdot 365 = 9\,198 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Розрахунок річної економії витрат

Річна економія витрат становить

$$\Delta W = 9\,198 \cdot 13,00 = 119574 \text{ грн/рік,}$$

де 13,00 – тариф за централізоване водопостачання та водовідведення, грн/м³.

Витрати на введення в експлуатацію

Ціна одного ремонтного комплексу бачка: 300 грн, роботи щодо його заміни – 100 грн. Тому загальні витрати дорівнюють

$$3B = (300 + 100) \cdot 42 = 16\,800 \text{ грн.}$$

Продовження додатка В

Оцінка строку окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{16800}{119574} = 0,14 \text{ року.}$$

3.2.11 Ліквідація витоків води у змішувачах

Поточний стан

У корпусі встановлено 105 кранів, з яких у 32 – несправні змішувачі. Після проведення вимірів (з одного крану за 1 годину наповнюється мірна ємність 0,8 л) було встановлено, що втрати холодної води по корпусу становлять $0,8 \cdot 32 = 25,6$ л/год.

Опис можливостей енергозбереження

Пропонуємо заміну старих прокладок у крані на нові.

Розрахунок витрат

Втрати холодної води через несправні змішувачі за 1 рік становлять $V = 25,6 \cdot 10^{-3} \cdot 24 \cdot 365 = 224,3 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Розрахунок річної економії витрат

Річна економія витрат води становить

$$\Delta W = 224,3 \cdot 13,0 = 2\,916,0 \text{ грн/рік,}$$

де 13.00 – тариф за централізоване водопостачання та водовідведення, грн, м³.

Витрати на введення в експлуатацію

Ціна однієї прокладки становить 10,0 грн, роботи щодо заміни усіх прокладок – 500 грн. Тому загальні витрати дорівнюють $3V = 32 \cdot 10,0 + 500 = 820,0 \text{ грн}$.

Оцінка строку окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{820}{2916} = 0,28 \text{ року.}$$

Електронне навчальне видання

Методичні вказівки
до курсової роботи
на тему «**Енергетичне обстеження енергоспоживаючих систем**
та систем водопостачання будівлі»
із дисципліни «**Енергетичний аудит**»
для здобувачів спеціальності **144 «Теплоенергетика»,**
G4 «Енерговиробництво»
освітнього ступеня «бакалавр»
очної форми здобуття вищої освіти

Відповідальний за випуск М. І. Сотник
Редакторка Н. М. Мажуга
Комп'ютерне верстання С. В. Сапожнікова

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 2,96. Обл.-вид. арк. 2,75.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Харківська, 116, м. Суми, 40007
Свідоцтво про внесення суб'єкта господарювання до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 8193 від 15.10.2024.