

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ

Електричної інженерії та кіберфізичних систем

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка електроенергоощадних заходів в умовах ремонтних підприємств

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1412

спеціальності 141 Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Льїн О. В.

(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц., Друбєцька Т.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент д.т.н., проф., Артемчук В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)


Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут _____
Кафедра Електричної інженерії та кіберфізичних систем _____
Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень _____
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., доц.  В.Л. Коваленко
« _____ » _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ







Ільїну Олегу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи Розробка електроенергоощадних заходів в умовах ремонтних підприємств
керівник роботи Друбцецька Т.І., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023 року № 639 - с
- 2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.
- 3 Вихідні дані до роботи Структура енергоспоживання об'єкта дослідження, електрична енергія – 10%; водопостачання – 3%, гаряче водопостачання – 4%; опалення – 83%.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз ефективності системи енергоспоживання ремонтного підприємства 2) Визначення доцільності підвищення ефективності системи енергоспоживання підприємства 3) Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.
- 5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз енергоспоживання підприємства. 2) План приміщення 3) Запропоновані заходи з підвищення енергоефективності 4) Комбінована схема енергопостачання 6) Визначення оптимального співвідношення

між джерелами енергії 7) Техніко- економічне обґрунтування впровадження заходів з енергозбереження 8) Висновки

6 Консультанти розділів роботи


| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Друбецька Т.І. к.т.н. доцент |  |  |
| Розділ 2 | Друбецька Т.І. к.т.н. доцент |  |  |
| Розділ 3 | Друбецька Т.І. к.т.н. доцент |  |  |

7 Дата видачі завдання 01.09.2023 р.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|-------------------------------|----------|
| 1 | Аналіз можливостей підвищення енергоефективності системи енергоспоживання цеху неформованих вогнетривів ПрАТ «Запоріжвогнетрив» | 30.09.2023 | |
| 2 | Оптимізація системи електропостачання цеху | 15.10.2023 | |
| 3 | Техніко-економічне обґрунтування впровадження заходів з енергозбереження для системи електропостачання цеху | 10.11.2023 | |

Студент  О. В. Ільїн
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи  Т.І. Друбецька
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  І.І. Бандуренко
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Ільїн О. В. Розробка електроенергоощадних заходів в умовах ремонтних підприємств.

Кваліфікаційна випускна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, науковий керівник Т.І. Друбецька. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні. Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем, 2023.

В роботі проведено аналіз існуючої системи енергоспоживання ремонтного підприємства. Визначено напрямки енергозбереження і підвищення енергоефективності в елементах даних систем.

На основі аналізу енергоспоживання запропоновано заходи з енергозбереження на зазначеному об'єкті виходячи з економічної доцільності їх впровадження, визначено структуру та послідовність впровадження запропонованих заходів з енергозбереження.

Ключові слова: ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ

ABSTRACT

Ilyin, O. V. Development of Electric Power Saving Measures in the Conditions of Repair Enterprises.

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics, supervisor T.I. Drubetska. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni, Department of Electrical Engineering and Energy Efficiency, 2023.

The paper analyzes the existing energy consumption system of the repair enterprise. The directions of energy saving and energy efficiency improvement in the elements of these systems are determined.

On the basis of the analysis of energy consumption, energy saving measures at the specified facility are proposed based on the economic feasibility of their implementation, the structure and sequence of implementation of the proposed energy saving measures are determined.

Keywords: ENERGY CONSUMPTION, THERMAL ENERGY, HEAT SUPPLY, COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEM, ENERGY SAVING MEASURES, ECONOMIC FEASIBILITY

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | 7 |
| 1 Аналіз ефективності системи енергоспоживання ремонтного підприємства | 10 |
| 1.1 Опис підприємства, спеціалізація, номенклатура послуг | 10 |
| 1.2 Загальна характеристика енергоспоживання підприємства | 15 |
| 1.3 Конструктивні особливості будівлі | 19 |
| 1.4 Характеристика інженерних систем | 20 |
| 1.4.1 Опалення | 21 |
| 1.4.2 Гаряче водопостачання | 23 |
| 1.4.3 Вентиляція | 24 |
| 1.4.4 Система електропостачання | 25 |
| 1.5 Структура енергоспоживання підприємства | 28 |
| 1.6 Запропоновані заходи зі зниження теплоспоживання та календарний графік їх впровадження | 29 |
| 2 Визначення доцільності підвищення ефективності системи енергоспоживання підприємства | 31 |
| 2.1 Визначення теплових втрат крізь захисні конструкції | 42 |
| 2.2. Заміна радіаторів опалення | 33 |
| 2.3 Впровадження системи обліку енергоресурсів | 38 |
| 2.4 Впровадження комбінованої системи тепlopостачання на базі сонячного колектору | 41 |
| 2.5 Розрахунок оптимального кута установки сонячного колектору | 49 |
| 2.6 Розрахунок теплового навантаження системи ГВП | 54 |
| 2.7 Розрахунок необхідної площі геліоколекторного поля | 57 |
| 2.8 Обґрунтування вибору геліоколектору | 58 |
| 2.9 Впровадження системи регулювання теплового навантаження | 61 |
| 2.10 Модернізація міжповерхової розводки труб опалення | 64 |

| | |
|---|----|
| 2.11 Обґрунтування вибору електрокотлу | 68 |
| 2.12 Розрахунок оптимального співвідношення між джерелами теплоти плануванням експерименту | 71 |
| 3 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів | 81 |
| 3.1 Розрахунок показників ефективності інвестицій | 81 |
| 3.2 Розрахунок показників ефективності утеплення будівлі | 86 |
| 3.3 Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності впровадження комбінованої системи тепlopостачання | 87 |
| 3.4 Зведені економічні показники впровадження запропонованих заходів | 90 |
| Висновки | 93 |
| Перелік посилань | 95 |

ВСТУП

Промисловий комплекс України, в якому працює близько 18% зайнятого населення має потужну матеріально-технічну базу. В структурі промисловості найвищу питому вагу займають галузі важкої індустрії, особливо чорна металургія та машинобудування. Проте, як свідчать статистичні дані, рентабельність виробництва цих галузей за останні 10 років не перевищує 3-6%. Основною з причин таких низьких економічних показників є висока енергоємність вітчизняної продукції, в собівартості якої енергозатрати складають до 80%. В додаток до цього спостерігається тенденція нескитного збільшення вартості головних енергоносіїв для промислових споживачів.

Динаміка росту цін на електричну енергію 2 класу напруги для промислових споживачів відповідно до постанови НКРЕКП України свідчить, що за 2020-2021 роки середній тариф на цей енергоносіїв збільшився майже в 1,5 рази з 2,239 до 2,825 гривні за 1 кВт·год з ПДВ. Тоді як середні роздрібні ціни на природний газ для промислових споживачів відповідно до постанови НКРЕКП України за 2014-2015 роки збільшилися більше ніж вдвічі з 4188,79 до 9005,32 гривень за 1000 м³ з ПДВ. Тенденцію збільшення цін на традиційні енергоресурси для промислових підприємств можна очікувати й в майбутньому, при цьому проблеми низької енергоефективності вітчизняних виробництв з кожним роком ставатимуть все більш актуальними.

Однією з визначальних умов зниження витрат на промислових підприємствах і підвищення економічної ефективності виробництва в цілому залишається раціональне використання енергетичних ресурсів. Разом з тим, сталий шлях розвитку української економіки можливий тільки при формуванні та подальшої реалізації ідеології енергозбереження та енергоефективності на окремих підприємствах.

Раціональне використання електроенергетичних ресурсів являється однією з найбільш актуальних проблем як в Україні так і за її межами. Для досягнення

максимальної ефективності їх використання необхідно розглядати схему виробництва та потреб електроенергії.

Оцінюючи ефективність споживання енергоресурсів промисловими підприємствами України, вітчизняні і закордонні експерти прийшли до висновку, що багато хто з них витрачає енергоресурсів на виробничі потреби не більш як 50%, а останнє втрачається. Основною енергією, що використовується підприємствами під час здійснення виробничої діяльності, є електрична енергія, яку вони споживають в обсязі 60% від виробленої в країні.

Зниження втрат електроенергії в розподільних електромережах та трансформаторах на промислових підприємствах є важливою складовою всього комплексу енергозберігаючих заходів.

В технічній літературі досить детально розглядаються методи розрахунку та аналізу втрат електроенергії в електричних мережах та трансформаторах, а також вибір заходів для їх зниження. В той же час питанням практичного застосування цих методів, не приділяється достатньої уваги. В зв'язку з цим представляє інтерес систематизація методів розрахунку втрат електроенергії та оцінка ефективності їх використання на підприємствах.

Відсутність фінансових ресурсів на радикальну модернізацію, жорстокий кадровий дефіцит, проблеми із законодавчою і нормативною базою, відсутність надійних прогнозів на зростання ціни палива і об'ємів його надійних постачань в наступні десятиліття - ось що заважає прийняти правильні і обґрунтовані рішення по долі Українських енергосистем [1].

Виходячи із цього можна припустити, що вихід із ситуації, що склалася, необхідно шукати на самім підприємстві. Підприємство не може вплинути на політику ціноутворення на енергоносії, але воно в силах змінити себе й пристосувати своє виробництво до умов сьогоденної економіки.

Цього можна досягти за рахунок заміни обладнання, що вичерпало свій енергетичний потенціал, розробки нових виробничих технологій, підвищення ефективності систем енергопостачання на підприємстві.

Основні напрямки енергозберігаючої політики в машинобудуванні пов'язані з удосконаленням діючих технологій і устаткування, оптимізацією режимів роботи й коефіцієнта завантаження основного технологічного устаткування.

До основних видів енергії, що споживається даною галуззю, відносяться електрична енергія, теплова і хімічна енергія твердого, рідкого і газоподібного палива, теплова енергія пари і гарячої води, механічна енергія.

Основними орієнтирами для стратегії глибокої модернізації енергоспоживаючих систем є дві глобальні мети:

- використовувати нові енергозберіжні технології і технології обліку спожитих енергоресурсів;
- використовувати альтернативну енергетику.

На підставі вищесказаного встає завдання провести дослідження системи енергоспоживання ТОВ «Інтеренергосервіс».

У даній магістерській роботі пропонується розглянути систему енергоспоживання ТОВ «Інтеренергосервіс» та запропонувати заходи з підвищення енергоефективності в системах теплоспоживання, а також оцінити їх економічну ефективність та доцільність при застосуванні на конкретному підприємстві.

1 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Опис підприємства, спеціалізація, номенклатура послуг

До складу підприємства ТОВ «Інтеренергосервіс» увійшли ремонтні підрозділи, служби діагностики, налагодження і випробувань технологічного обладнання трьох генеруючих компаній ДТЕК і ремонтні цехи п'яти теплових електростанцій ДТЕК.

З березня 2014 року в підприємстві створено ремонтні цеха ще на чотирьох електростанціях зі збільшенням загальної чисельності виробничого персоналу ТОВ «Інтеренергосервіс» до 3159 чоловік. Підприємство укомплектовано висококваліфікованим персоналом, має в своєму розпорядженні сучасне обладнання, оснащення та інструмент.

ТОВ «Інтеренергосервіс» спеціалізується на виконанні всіх видів ремонтів, технічного обслуговування, діагностики, налагодження та випробування основного та допоміжного тепломеханічного, електротехнічного та енергомеханічного обладнання електростанцій, обмурувальних і теплоізоляційних роботах, виконання ремонтів засобів теплової автоматики, апаратури і приладів вимірювання та контролю, конструкторсько-технологічному забезпеченні ремонтів, а також заводського ремонту обладнання і виготовленні запасних частин до обладнання на власних виробничих базах.

На ТОВ «Інтеренергосервіс» функціонує системи забезпечення ремонтів вузлами і деталями власного виготовлення, а також заводського ремонту обладнання ТЕС:

- всі види поверхонь нагріву з колекторами в обсягах планових ремонтів;
- всі види повітряпідігрівачів (РПП, емаль, ТВП) ;
- пальники, трубні розводки;
- ремонт підшипників ковзання з мехобробкою;

- гиби неополювального контуру;
- деталі пилосистеми;
- риштування;
- металоконструкції, газоповітряпроводи;
- наплавлення, напилення і зварювання деталей і вузлів ТМО;
- ремонт двигунів 0,4-6 кВт з повною заміною міді та ізоляції;
- вібродіагностика і віброналагодження турбін і обертових механізмів;
- ремонт роторів і статорів генераторів;
- відновлення ущільнень діафрагм і надбандажних ущільнень турбін;
- ремонт проточної частини насосів;
- налагодження систем регулювання турбін;
- ремонт трансформаторів;
- ремонт арматури, валів, шнеків;
- виготовлення шипів і ошиповка труб поверхонь нагріву;
- виготовлення спецінструменту і нестандартної оснастки;
- високовольтні і тепловізійні випробування електрообладнання;
- всі види контролю якості металу і зварних з'єднань;
- конструкторсько-технологічне забезпечення виробництва.

За 12 місяців 2015 року в цілях реалізації програми ТОВ «ДТЕК-ЕНЕРГО» з підготовки підприємств бізнес-блоку «Генерація» до роботи в ОЗП 2015/2023 років, ремонтні цехи ТОВ «Інтеренергосервіс» взяли участь в ремонті 42 з 54 енергоблоків, в тому числі в:

- капітальний ремонт енергоблоку №5 ДТЕК КУРАХОВСКАЯ ТЕС, енергоблоку № 6 ДТЕК Бурштинська ТЕС;
- середніх ремонтах 3 енергоблоків;
- поточних ремонтах 37 енергоблоків.

Крім того, цехи ІЕЗ брали участь в реконструкції 3 енергоблоків (№3 ДТЕК ЗУЇВСЬКА ТЕС, №9 ДТЕК Курахівська ТЕС, №11 ДТЕК ЛУГАНСЬКА ТЕС). Крім ремонту блочного обладнання, цехи ІЕЗ брали активну участь в ремонті загальностанційного обладнання ЕЦ, ХЦ, ТТЦ, ЦГТПК ін.

Незважаючи на часті коригування графіка ремонтів по балансам потужності ОЕС України в 2015 році, ремонтні підрозділи ТОВ «Інтеренергосервіс» у встановлені терміни виконували основні заплановані і додаткові (за результатами дефектації) ремонтні роботи на основному обладнанні ТЕС.

Відповідно до взятих на себе договірних зобов'язань ТОВ «Інтеренергосервіс» виконує як гарантійні ремонтні роботи, так і аварійно-відновлювальні роботи по заявкам ТЕС. У 2015 році між ТОВ «Інтеренергосервіс» і генеруючими компаніями ТОВ «ДТЕК СХІДЕНЕРГО», ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго» і ПАТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО» укладено 5 договорів, з них 3 тендерних договору. Також укладено:

- договір між ТОВ «Інтеренергосервіс» і ПАТ «ДТЕК ДОНЕЦЬКОБЛЕНЕРГО» на модернізацію турбоагрегату № 5 ДТЕК МІРІНОВСКАЯ ТЕС;

- 2 договори між ТОВ «Інтеренергосервіс» і ПАТ «Запоріжсталь» на капітальний ремонт турбокомпресора № 1, № 4 та котлоагрегату № 4.

За 2015 рік виконано робіт по ремонту і ТО обладнання ТЕС згідно з укладеними договорами на суму 430 млн. грн. (з ПДВ).

Пріоритетним напрямком діяльності ТОВ «Інтеренергосервіс» є підвищення ефективності ТОіР обладнання ТЕС. У 2014 році фахівцями ТОВ «Інтеренергосервіс» підготовлені заходи щодо підвищення ефективності ТОіР обладнання на ДТЕК ЗАПОРІЗЬКА ТЕС, ДТЕК ПРИДНІПРОВСЬКА ТЕС, ДТЕК КРИВОРІЗЬКА ТЕС. Дані пропозиції узгоджені з ТЕС і після їх затвердження будуть реалізовані в 2015 році.

Заходи щодо підвищення ефективності ТОіР обладнання на ДТЕК ЛАДИЖИНСЬКА ТЕС затверджені, їх реалізація розпочато в грудні 2014 року. В даний час з урахуванням отриманого досвіду і напрацювань в 2014 році продовжується аналіз виробничої діяльності та готується новий пакет пропозицій щодо підвищення ефективності ТОіР обладнання на всіх ТЕС, де працюють підрозділи ТОВ «Інтеренергосервіс».

У 2015 році основний акцент щодо підвищення ефективності ТОіР обладнання ТЕС буде зроблений на реалізації внутрішніх резервів за рахунок скорочення втрат і підвищення ефективності використання робочого часу:

- скорочення часу на допуск персоналу до роботи;
- системний контроль часу початку, закінчення робіт і перерв у роботі;
- контроль термінів надання транспорту і вантажопідйомних механізмів для забезпечення виконання робіт;
- своєчасна і якісна підготовка робочих місць;
- скорочення впливу на виробничий процес людського фактору;
- скорочення простоїв у роботі з причини несвоєчасної поставки матеріалів;
- вдосконалення системи взаємодії між підрозділами станції та ІЕЗ, скорочення термінів узгодження і прийняття рішень у виробничій діяльності.
- впровадження відрядної оплати праці;
- вдосконалення системи організації виробництва;
- підвищення мотивації персоналу за рахунок впровадження методів колективної відповідальності персоналу в бригадах за деструктивні дії окремих працівників, впровадження інформаційних стендів з візуалізацією порушників трудової дисципліни і охорони праці, підвищення рівня змагання між підрозділами по виконанню виробничих показників.

Особлива увага в 2015 році буде приділена підвищенню якості ТОіР і скорочення відмов у роботі обладнання ТЕС з вини персоналу ТОВ «Інтеренергосервіс». Для цього на підприємстві проводиться системний аналіз причин виникнення браку в роботі і розробляються заходи щодо недопущення подібних випадків в майбутньому. У 2015 році планується удосконалити систему аналізу причин відмов і впровадити процес ретрансляції підсумків аналізу і заходів на всі підрозділи методом підготовки та розсилки інформаційних бюлетенів.

З метою підвищення конкурентоспроможності та інвестиційної привабливості Компанії в ТОВ «Інтеренергосервіс» проводиться робота по

розробці і впровадженню сучасної системи екологічного менеджменту (СЕМ). Сертифікація компанії на відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO 14001 запланована в 2015 р

У 2014 році в ТОВ «Інтеренергосервіс» проводилася планомірна робота по впровадженню в Компанії процедур СЕМ відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 14001:

Розроблено та затверджено організаційну структуру СЕМ;

Створена координаційна група і робочі групи в підрозділах ТОВ «Інтеренергосервіс» по розробці, впровадженню і функціонуванню СЕМ;

Впроваджено Політика ДТЕК з управління охороною навколишнього середовища (ООС);

Оформлено та постійно оновлюються інформаційні стенди «Охорона навколишнього середовища»;

Проводиться навчання персоналу по впровадженним Положенням СЕМ в формі планових інструктажів;

У підрозділах «Інтеренергосервіс» проводяться перевірки дотримання природоохоронного законодавства;

Щокварталу складається звітність з охорони навколишнього середовища. У 2015 році згідно із затвердженим планом дій з розробки та впровадження СЕМ планується виконання наступних заходів:

Розробка і запровадження в дію документації СЕМ: Положення «Комітет з охорони навколишнього середовища», «Функціонування та вдосконалення СЕМ», «Поводження з небезпечними речовинами і матеріалами»;

Організація і проведення навчання всього персоналу впровадженним Положенням СЕМ і природоохоронному законодавству у формі семінарів і планових інструктажів;

Проведення Комітетів з охорони навколишнього середовища;

Ідентифікація та оцінка екологічних аспектів з формуванням реєстрів екологічних аспектів і суттєвих екологічних аспектів;

Розробка цілей, завдань і програми заходів щодо досягнення цілей і

завдань в області ООС, а також їх виконання;

Організація і проведення внутрішніх аудитів СЕМ у всіх підрозділах ТОВ «Інтеренергосервіс»;

Аналіз ефективності і результативності впровадженої СЕМ керівництвом ТОВ «Інтеренергосервіс».

Підприємство спеціалізується на виконанні усіх видів ремонтів, технічному обслуговуванні, діагностиці, наладці і випробуванні основного і допоміжного тепломеханічного, електротехнічного і енергомеханічного устаткування електростанцій, металургійних комбінатів, гірничо збагачувальних комбінатів, обмурувальних і теплоізоляційних роботах, виконанні ремонтів засобів теплової автоматики, апаратури і приладів виміру і контролю, конструкторсько-технологічному забезпеченні ремонтів.

1.2 Загальна характеристика енергоспоживання підприємства

Будівля побудована у 1972 році. Кількість працюючого персоналу 167 осіб. Графік роботи - п'ять днів на тиждень, 8 години на добу. В вечірні та нічні години в будівлі несуть варту чергові охоронці.

Внутрішня температура в приміщеннях будівлі незадовільна. В опалювальний період внутрішня температура коливається в межах 13 - 21 °С в залежності від призначення та розміщення приміщень. При низькій температурі зовнішнього повітря в опалювальний період робітники установи скаржаться на низьку температуру в приміщеннях. Нормативне значення температури в приміщеннях складає 22 °С відповідно до ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди».

Загальні дані про будівлі наведено в таблиці 1.1. Нижче в таблиці 1.2 приведено найменування організацій, що надають комунальні послуги.

Таблиця 1.1-Загальні дані про будівлю

| Характеристика будівлі | Дані |
|---|---------|
| Рік забудови | 1972 р. |
| Площа забудови, $S_{заб}, м^2$ | 3 569 |
| Площа приміщень $S_{приміщень}, м^2$ | 2 708 |
| Об'єм загальний $V_{заг}, м^3$ | 10 629 |
| Площа огорожуючих конструкцій, $S_{огор.} м^2$ | 2 641 |
| Кількість поверхів | 2 |
| Площа опалювальна, $S_{опал.} м^2$ | 2 638 |
| Об'єм опалювальний $V_{опал.} м^3$ | 8 575 |
| Чиста висота приміщення, $h_{прим.} м$ | 3,1 |
| Площа зовнішніх стін, $S_{стін}, м^2$ | 2 200 |

Таблиця 1.2 - Найменування організацій, що надають послуги з енергопостачання

| Існуючі сервісні контракти з експлуатації і обслуговування | Відповідальна компанія/особа |
|--|--|
| Теплопостачання | Філія Концерну «Міські теплові мережі» |
| Електропостачання | Відкрите акціонерне товариство «Запоріжжяобленерго» |
| Водопостачання | Комунальне підприємство «Водоканал» |

Основне призначення системи обліку - розрахунки з енергозабезпечуючими організаціями, основний розрахунковий період - місяць. Внутрішні межі розділів (по видах споживання, по корпусах) не встановлені.

Добових і сезонних нормативів споживання немає, профілі споживання (денний, нічний, для святкових і вихідних днів) відсутні.

Облік витрати електроенергії забезпечується 8 індукційними лічильниками типу СА4У-И672М (4 лічильники – виробнича частина, 3 лічильники – офісна частина і 1 лічильник – побутові приміщення) (рисунок 1.1). Диференціація споживання електроенергії (освітлення, вентиляція, побутова техніка, виробниче обладнання, організаційна техніка, холодильники і кондиціонери) відсутня.



Рисунок 1.1 – Лічильник електроенергії типу СА4У-И672М

З 01.1999 року на введенні в будівлю ТОВ «Інтеренергосервіс» встановлено 3 водомірні лічильники. Облік стоків здійснюється по нормативах. Облік витрати теплової енергії (гаряче водопостачання) здійснюється приладовим способом. Використовуються лічильники-інтегратори (3 лічильники - на гарячу воду) (рисунок 1.2). Лічильників на опалювання немає.



Рисунок 1.2 - Лічильники води

Звітність за споживання енергоресурсів здійснюється щомісячно, на основі свідчень приладів обліку і рахунків від енергозабезпечуючих організацій. Дані

про звітність знаходяться в бухгалтерії ТОВ «Інтеренергосервіс» спільно з рахунками по інших статтях витрат.

Обґрунтованих питомих норм витрат або інших встановлених нормативів споживання енергоресурсів немає (окрім річних лімітів споживання, що встановлюються енергозабезпечуючою організацією на основі прогресивних обмежень).

Оскільки існуюча система обліку і звітності не дозволяє диференціювати споживання енергоресурсів по видах споживання, в цій роботі зроблена спроба оцінити структуру енергоспоживання шляхом складання повного реєстру усіх видів навантажень (за допомогою огляду кожного приміщення) і підсумовування цих навантажень з урахуванням номінальних величин споживання і коефіцієнтів використання навантажень, що встановлюються експертним шляхом.

Дослідження можливості зниження витрат на споживання теплової енергії ТОВ «Інтеренергосервіс» показало, що усі можливі безвитратні заходи виконані.

У зв'язку з вищесказаним встає завдання дослідження споживання теплової енергії ТОВ «Інтеренергосервіс», розробки оптимальної структури енергогенеруючої і енергоспоживаючої системи та вибір стратегії споживання енергоресурсів. Характеристика системи обліку приведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Характеристика та тип лічильників

| Встановлені лічильники | Місце розташування | Рік введення в дію | Найменування/ Тип | Дата останньої повірки |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------------|
| Електроенергія | Електрощитова | 2011 | НІК 2303 | 05. 2015 |
| | | 2007 | СА4У-И672М | 07. 2015 |
| | | 2007 | НІК 2303 | 05. 2014 |
| Централізоване тепlopостачання | Елеваторний вузол | 1999 | SUPERCAL | 2015 |
| Холодна вода | Приміщення | 1999 | СЕHSNR | 2015 |

1.3 Конструктивні особливості будівлі

Стан стін будівлі задовільний, значні пошкодження фасаду відсутні. Система зливу дощової води пошкоджена та не виконує функцію захисту стін від руйнівних дій талої та дощової води. Площа стін та їх характеристика приведена в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 - Характеристика стін

| Найменування показника та його значення | | | | |
|--|---|--|---------------|----------|
| Загальна площа ($S_{\text{стін}}$ м ²) | 2 200 | Опір теплопередачі стін ($R_{\text{стін}}$ м ² ·К/Вт) | | 0,77 |
| Конструкція стіни | Кладка цегляна з повнотілої цегли силікатної на цементно-піщаному розчині (510 мм) Вапняно-піщана штукатурка (20 мм) | | Теплоізоляція | Відсутня |
| Орієнтація за сторонами світу | Пн | Сх | Пд | Зх |
| Площа стіни (м ²) | 430 | 638 | 430 | 703 |

Будівля має 84 вікна та 14 балконних блоків, загальною площею 420 м², що складає 16 % від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасадів становить 0,16). Будівля характеризується значною кількістю вікон різного розміру. В закладі переважають металопластикові віконні блоки з двійним склінням (варіант скління 4М1-16-4М1). Існуючі дерев'яні віконні блоки в незадовільному стані, деревина за період експлуатації втратила ізолюючі властивості, спостерігаються нещільності між рамою і склом.

В будівлі встановлені 11 вхідних дверей загальною площею 16,9 м². Вхідні двері встановлені металеві з теплоізоляцією.

Дах будівлі сумісний з перекриттям верхнього поверху, без технічного поверху площа якого становить 1 331 м².

Конструкція плити перекриття: Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), гравій керамзитовий (200 мм), цементно-піщана стяжка (20 мм) руберойд. Проводився ремонт - відновлення цілісності гідроізоляції, та проводилось утеплення даху плитами з базальтової мінераловати. Існуючий стан даху задовільний.

В технічному підвалі розміщена нижня розводка труб системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також труб системи каналізації. Конструкція плити перекриття: Залізобетонна багатопустотна плита (220 мм), шар цементно-піщаної стяжки (30 мм) гравій керамзитовий (150 мм) лінолеум/паркет.

1.4 Характеристика інженерних систем

1.4.1 Опалення

Джерело теплової енергії.

Опалення здійснюється централізовано від котельні Концерну «Міські теплові мережі».

Підключене теплове навантаження будівлі на опалення становить 0,269 Гкал/год (313кВт).

Вузол теплового введення.

Вузол теплового введення знаходиться в технічному підпіллі. Приєднання системи опалення виконано за залежною схемою з використанням гідроелеваторного вузла.

Під час обстеження були виявлені наявні ознаки втрати теплоносія з витоком через нещільності в місці приєднання гідроелеватора.

Запірна арматура знаходиться в робочому стані.

Теплова ізоляція вузла теплового введення відсутня.

Вузол теплового введення обладнано системою автоматичного регулювання теплового потоку на опалення з погодною корекцією на основі контролера Siemens RVD135. На момент обстеження система автоматичного регулювання теплового потоку знаходилась в невідлагодженому стані, регулювання виконувалось в ручному режимі.

Для здійснення комерційного обліку спожитої теплової енергії на опалення вузол теплового введення обладнаний тепловим лічильником Supercal Mod. 431 (серійний № 98006067) виробництва Aquatherm.

Внутрішньобудинкова система опалення

Проект опалення виконаний на розрахункову температуру зовнішнього повітря $t_{z.o.} = -23$ °С. Розрахунковий перепад температури в системі опалення прийнятий 95°-70 °С.

Система опалення прийнята однотрубна з нижньою розводкою, з вертикальними П-подібними стояками.

Трубопроводи змонтовані зі сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-76 і сталевих водогазопровідних оцинкованих труб по ГОСТ 3262-75. Заміна сталевих трубопроводів системи опалення на поліпропіленові чи металополімерні не здійснювалась.

Теплова ізоляція магістральних трубопроводів, прокладених в технічному підпіллі – знаходиться в незадовільному стані. Матеріал утеплення – мінеральна вата з покрівельним шаром лакосклотканини. Товщина ізоляції трубопроводів $\delta_{iz} = 40 - 60$ мм.

Прокладка стояків – відкрита вздовж стін будівлі.

Загальна кількість встановлених конвекторів – 171 шт., з них 13 шт. встановлено у коридорах. Влітку 2012 року здійснено заміну частини конвекторів на алюмінієві секційні радіатори:

- у коридорах 4 опалювальних приладів по 8 секцій;

- в приміщенні 2 опалювальних прилади по 15 секцій.

Частина приладів опалення в групових кімнатах закриті декоративними панелями.

Температура в приміщеннях нижча за нормовану. На це є кілька причин: система підігріву підлоги не функціонує; встановлені конвектори не мають змоги задовольнити належний режим опалення будівлі через недостатню теплову потужність та зменшення тепловіддачі в приміщення за рахунок нагрівання декоративних панелей; невідлагоджена система автоматичного регулювання теплового потоку здійснює свої функції некоректно.

Задля забезпечення комфортних теплових умов в приміщеннях використовуються електрообігрівачі.

Промивання системи опалення проводилось в 2009 році перед початком опалювального сезону.

1.4.2 Гаряче водопостачання

Гаряче водопостачання (ГВП) будівлі здійснюється централізовано. Приєднання системи опалення виконано за відкритою схемою. Циркуляційний трубопровід відсутній.

Приєднане навантаження на ГВП становить 0,053 Гкал/год (62,0 кВт).

Трубопроводи ГВП виконані зі сталі. Влітку 2012 року незначну частину трубопроводів було замінено на поліпропіленові. Теплова ізоляція трубопроводів відсутня.

Для здійснення комерційного обліку спожитої гарячої води в техпідпіллі встановлено витратомір Powogaz JS 130-3,5 (серійний № 98144612).

Подача гарячої води відбувається цілодобово. Гаряча вода використовується на загально побутові потреби та для купання дітей.

1.4.3 Вентиляція

В будівлі запроектована загальнообмінна витяжна вентиляція з механічним спонуканням в електрозварювальному відділенні. В інших приміщеннях витяжка природна.

Механічний приплив передбачався в електрозварювальному відділенні. В інших приміщеннях припливний потік свіжого повітря не організований, забезпечується за рахунок відкривання вікон та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

Вентиляційне обладнання

Механічна витяжка здійснюється вентиляторами, що встановлені на даху. Механічна витяжка, що розрахована по літньому режиму, здійснюється загальнообмінною витяжною системою В-1.

На момент обстеження припливна механічна вентиляція знаходилася в непрацездатному стані: вентагрегат демонтований, калорифер від'єднаний від теплової мережі.

Автоматичне управління системою вентиляції за часовими програмами та частотне регулювання вентиляційних механізмів не здійснюється, рекуператори теплоти не встановлені.

Мережі каналів й ізоляція

В 2014 році повітропроводи механічної витяжної системи були замінені на нові з оцинкованої сталі. Канали не забезпечені регуляторами та закриваючими стулками з вимірювальними штуцерами. Ізоляція каналів відсутня.

Природна витяжна вентиляція здійснюється через утеплені шахти, що прокладені в товщі стін та виводяться вище рівня даху приблизно на 0,5-0,7 м. Витяжні решітки встановлені на каналах під стелею.

1.4.4 Система електропостачання

Електропостачання будівлі виконано двома взаємно-резервуючими кабельними лініями низької напруги 0,4 кВ від ТП-871, що обслуговується Запорізькими міськими електричними мережами ВАТ «Запоріжжяобленерго».

По рівню надійності електропостачання електроприймачі закладу відносяться до II категорії.

Розрахункове приєднане електричне навантаження будівлі становить 204,3 кВт.

Освітлення.

Система внутрішнього освітлення закладу складається зі світильників з лампами розжарювання, лінійних люмінесцентних та компактних люмінесцентних ламп (енергозберігаючі або КЛЛ).

Найбільша частка споживання електроенергії в системі внутрішнього освітлення припадає на лампи розжарювання, кількість яких налічується близько 445 шт., річне споживання становить 34,1 тис. кВт·год, або 88% від загального споживання на освітлення.

Управління освітленням здійснюється в ручному режимі.

Система зовнішнього освітлення складається з 4-х світильників, що встановлені над входами в будівлю та оснащених лампами розжарювання потужністю 100 Вт, та 5-ти прожекторів, що встановлені на даху будівлі, оснащених лінійними галогенними лампами потужністю 300 Вт.

В таблиці 1.5 приведені характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення будівлі.

Базове споживання електричної енергії на потреби освітлення та на побутові потреби будівлі, розраховано з урахуванням потужності обладнання та періодом його роботи.. Структура базового споживання електричної енергії приведена в таблиці 1.6 та на рисунку 1.1. Найбільша частка витрат електричної

енергії припадає на освітлювальні прилади, що становить 49 % від загального споживання електроенергії.

Таблиця 1.5 - Характеристики системи внутрішнього та зовнішнього освітлення

| Найменування | Кількість, шт. | Одинична потужність, Вт | Загальна потужність, кВт | Кількість годин роботи в рік | Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год /рік |
|-----------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| Лампи розжарювання | 180 | 100 | 18,0 | 1008 | 18,1 |
| | 265 | 60 | 15,9 | 1008 | 16,0 |
| Люмінесцентні і лампи | 36 | 18 | 0,6 | 1008 | 0,7 |
| | 25 | 36 | 0,9 | 1008 | 0,9 |
| Вуличне освітлення | 4 | 100 | 0,4 | 1488 | 0,6 |
| | 5 | 300 | 1,5 | 1488 | 2,2 |
| Всього | 515 | | 35,8 | | 38,6 |

Таблиця 1.6 - Зведені дані щодо споживання електричної енергії

| Найменування | Загальна потужність, кВт | Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год/рік |
|-----------------------|--------------------------|--|
| Освітлювальні прилади | 33,9 | 35,7 |
| Вуличне освітлення | 1,9 | 2,8 |
| Виробниче обладнання | 64,8 | 31,7 |
| Інше обладнання | 2,5 | 1,9 |
| Всього | 103,1 | 72,1 |

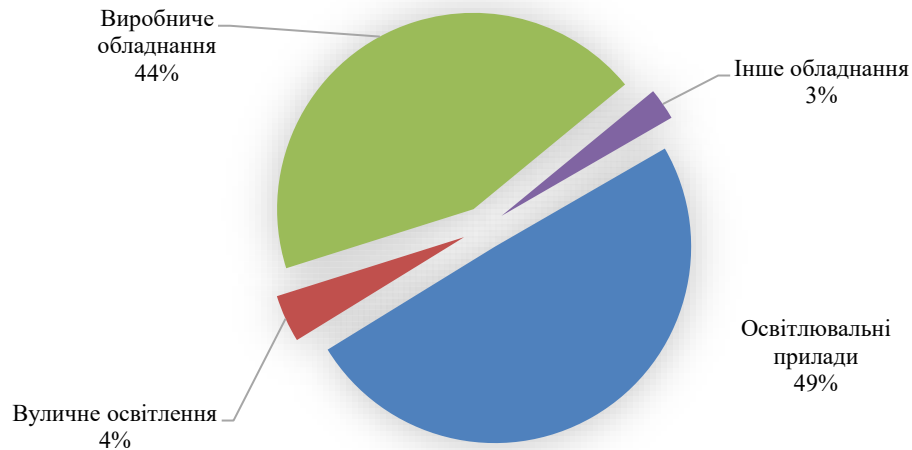


Рисунок 1.3 - Баланс базового споживання електричної енергії, кВт·год/рік
Перелік електричного обладнання та його характеристика приведено в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Перелік та характеристики електричного обладнання

| Найменування | Кількість, шт. | Одинична потужність, кВт | Загальна потужність, кВт | Кількість годин роботи в рік | Розрахункове споживання електроенергії з урахуванням коефіцієнту K , тис. кВт·год |
|------------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| Виробниче обладнання | | | | | |
| Електроплита | 2 | 17,0 | 34,0 | 756 | 10,3 |
| Шафа нагрівальна | 3 | 2,1 | 6,3 | 5544 | 14,0 |
| Апарат точкового зварювання | 2 | 3,0 | 6,0 | 756 | 1,8 |
| Електропривід шліфувального станка | 1 | 0,5 | 0,5 | 756 | 0,2 |
| Електропаяльник | 1 | 6,0 | 6,0 | 756 | 1,8 |
| Всього | 11 | | 64,8 | | 31,7 |
| Інше обладнання | | | | | |
| Інше обладнання | | | 2,5 | 756 | 1,9 |
| Всього | | | 67,3 | | 33,6 |

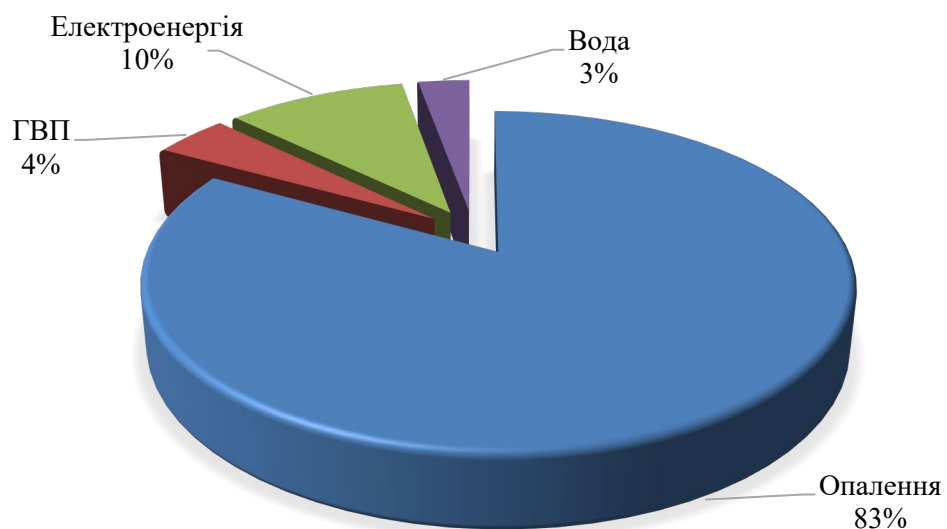
Загальна номінальна потужність електрообладнання закладу становить 33,6 кВт. Основними споживачами електроенергії є виробниче обладнання, що становить 44 % від загального споживання.

1.5 Структура енергоспоживання підприємства

Зведені дані про енергоспоживання підприємства за останні чотири роки та дані розрахунку значень питомого споживання наведено в таблиці 1.8.

Питоме споживання енергії на опалення за останні 4 роки знаходиться в межах 180 – 260 кВт·год/м² в залежності від температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального періоду. Фактичне питоме споживання теплової енергії на опалення перевищує нормативне значення (63 кВт·год/м²) відповідно до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель».

Баланс енергоспоживання будівлею станом на 2023 рік наведено на рисунку 1.4.



Рисунк 1.4 - Баланс енергоспоживання будівлею

Таблиця 1.8 - Споживання енергоресурсів

| Структура споживання | Одиниці виміру | Централізоване теплопостачання | | Електро енергія | Вода | Всього |
|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------|------|--------|
| | | на опалення | на ГВП | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Рік 2020 | | | | | | |
| Витрати на оплату | тис.грн | 108,7 | 38,3 | 49,3 | 25,3 | 221,6 |
| Споживання енергоресурсів | тис.кВт·год | 541,2 | 179,7 | 95,7 | - | 816,6 |
| | Гкал | 465,3 | 154,5 | - | | 619,9 |
| | тис.м ³ | - | - | - | 12,9 | 12,9 |
| Питоме споживання | кВт·год/м ² | 205,1 | 68,1 | 36,3 | | 309,5 |
| Рік 2021 | | | | | | |
| Витрати на оплату | тис.грн | 145,4 | 58,2 | 44,3 | 29,4 | 277,3 |
| Споживання енергоресурсів | тис.кВт·год | 480,4 | 179,9 | 75,1 | | 735,4 |
| | Гкал | 413,0 | 154,7 | - | - | 567,8 |
| Питоме споживання | кВт·год/м ² | 182,1 | 68,2 | 28,5 | | 278,7 |
| Рік 2022 | | | | | | |
| Витрати на оплату | тис.грн | 183,3 | 67,1 | 48,2 | 31,2 | 339,8 |
| Споживання енергоресурсів | тис.кВт·год | 538,1 | 197,1 | 72,0 | | 807,3 |
| | Гкал | 462,7 | 169,5 | - | - | 632,2 |
| | тис.м ³ | - | - | - | 13,7 | 13,7 |
| Питоме споживання | кВт·год/м ² | 203,9 | 74,7 | 27,3 | | 306,0 |

Продовження таблиці 1.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------|------------------------|--------|-------|--------|------|---------|
| Рік 2023 | | | | | | |
| Витрати на оплату | тис.грн | 1075,1 | 53,82 | 128,76 | 36,8 | 1250,12 |
| Споживання енергоресурсів | тис.кВт·год | 694,6 | 34,77 | 87,0 | | 816,37 |
| | Гкал | 597,3 | 29,9 | - | - | 627,2 |
| | тис.м ³ | - | - | - | 14,2 | 14,2 |
| Питоме споживання | кВт·год/м ² | 263,3 | 102,1 | 21,6 | | 387,0 |

Найбільшу частку в структурі споживання енергії будівлею займає тепла енергія на опалення, що становить в середньому 83 % в рік. В період 2022 - 2023 рр. споживання енергії на опалення знаходилося в межах 338 - 695 тис. кВт·год, що пояснюється різними кліматичними показниками опалювальних періодів. Тарифи станом на 01.11.2023 р. приведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Тариф на енергоресурси

| №п/п | Найменування | Од. виміру | Значення |
|------|-----------------|---------------------|----------|
| 1 | Теплова енергія | грн./Гкал | 1788 |
| 2 | Електроенергія | грн./кВт·год | 1,48 |
| 3 | Вода | грн./м ³ | 6,3 |

Тарифи на енергоресурси приведені без урахування ПДВ.

1.6 Запропоновані заходи зі зниження теплоспоживання та календарний графік їх впровадження

Виходячи з вищесказаного можна сформулювати план дій для збільшення енергоефективності ТОВ «Інтеренергосервіс».

Беззатратні та малозатратні заходи:

- провести організаційні збори персоналу для проведення організаційних бесід з енергозбереження;
- провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами також встановити екрани за радіаторами опалювання.
- встановити на вводах теплотраси ТОВ «Інтеренергосервіс» систему комерційного обліку теплової енергії,

Високозатратні методи:

- провести утеплення фасадів будівлі;
- змонтувати двохтрубну систему опалення та встановити електрокотел і геліоколектор.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Визначення теплових втрат крізь захисні конструкції

Проведемо розрахунок значення дійсного коефіцієнта теплопередачі крізь обгороджування K_d для зовнішньої стіни для визначення найоптимальнішого матеріалу для утеплення.

Опір теплопередачі конструкцій, що захищають, приймається залежно від значення градусо-днів опалювального періоду - *ГДОП* [6].

ГДОП визначаються по формулі:

$$ГДОП = (t_{вн} - t_{н.}) \times z_{он.пер.}, \quad (2.1)$$

де $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, що приймається згідно ГОСТ 30494-96,

$t_{он.пер.}$, $z_{он.пер.}$ - середня температура, (згідно БНіП 2.01.01-82.).

Згідно ГОСТ 30494-96, температура повітря приміщення ТОВ «Інтеренергосервіс» в холодний період року має бути в межах 18 – 22 °С. Для розрахунку набуває значення $t_{вн} = 22$ °С. Згідно з даними БНіП 2.01.01-82 для м. Запоріжжя:

$$t_{нн} = -21 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$z_{он.пер.} = 166 \text{ діб.}$$

Підставивши значення у формулу (2.12), отримаємо:

$$ГДОП \times 166 = 7138.$$

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі крізь обгороджування K_d для зовнішньої стіни до утеплювання стін $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$:

$$K_d = 1 / (1 / \lambda_n + \sum \delta i / \lambda i + 1 / \lambda_в), \quad (2.2)$$

де $\lambda_n = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

$\lambda_в = 9 \text{ Вт}/\text{ВТ}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$,

$\delta_{штукатурки} = 0,02 \text{ м}$,

$$\begin{aligned}\delta_{\text{цегл. кладки}} &= 0,72 \text{ м}, \\ \lambda_{\text{цегл. кладки}} &= 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}), \\ \lambda_{\text{штукатурки}} &= 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}), \\ K_{\partial I} &= 0,948 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}),\end{aligned}$$

Данні по будівельним матеріалам зведено у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Данні по матеріалам

| Назва матеріалу | λ , Вт/(м·°C) |
|--|-----------------------|
| Цегляна кладка | 0,82 |
| Штукатурки | 0,9 |
| Baswool - мінеральний, базальтовий утеплювач | 0,035 |
| Пінополістірол ПСБ-15 | 0,038 |
| Алюмінієвий фасад | 0,89 |
| Гіпсокартон | 0,88 |
| Залізобетонні плити | 1,4 |
| Руберойд | 0,16 |
| Бетонна стяжка | 1,4 |
| Ізоляційна подушка | 0,087 |

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі через обгороджування K_d для зовнішньої стіни після утеплення стін:

$$K_d = 1/(1/\lambda_n + \sum \delta i/\lambda_i + 1/\lambda_v), \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned}\text{де } \lambda_n &= 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}), \\ \lambda_v &= 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}), \\ \delta_{\text{штукатурки}} &= 0,02 \text{ м}, \\ \delta_{\text{цегл. кладки}} &= 0,72 \text{ м}, \\ \delta_{\text{з. (мин. плит)}} &= 0,06 \text{ м}, \\ \delta_{\text{алроліс}} &= 0,003 \text{ м}, \\ \lambda_{\text{цегл. кладки}} &= 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}), \\ \lambda_{\text{штукатурки}} &= 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C}),\end{aligned}$$

$$\lambda_{з. (мин. плит)} = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$\lambda_{алроліс} = 0,89 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$K_{\partial 2} = 0,564 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C}).$$

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі через обгороджування K_{∂} для зовнішньої стіни після утеплювання стін:

$$K_{\partial} = 1/(1/\lambda_n + \sum \delta i/\lambda i + 1/\lambda_{\partial}), \quad (2.4)$$

$$\text{де } \lambda_n = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C}),$$

$$\lambda_{\partial} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C}),$$

$$\delta_{штукатурки} = 0,02 \text{ м},$$

$$\delta_{цегл. кладки} = 0,72 \text{ м},$$

$$\delta_{з. (ПСБ-15)} = 0,05 \text{ м},$$

$$\delta_{алроліс} = 0,003 \text{ м},$$

$$\lambda_{цегл. кладки} = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$\lambda_{штукатурки} = 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$\lambda_{з. (ПСБ-15)} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$\lambda_{алроліс} = 0,89 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C}),$$

$$K_{\partial 3} = 0,421 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C}).$$

Як видно з розрахунків при утеплюванні зовнішніх стін будівлі ТОВ «Інтеренергосервіс» коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін зменшується 1,744 разів при використанні мінерального утеплювача, при використанні пінопласту ПСБ-15 коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін зменшується 2,25 разів. Однак пінопласт ПСБ-15 має високу пожежонебезпеку тому для утеплення ТОВ «Інтеренергосервіс» вибираємо Baswool - базальтовий утеплювач.

2.2 Заміна радіаторів опалення

Радіатор (рисунок 2.1) - це побутова назва приладів рідинного опалення, тобто опалювальних приладів, в яких циркулює нагрітий до певної температури

рідкий теплоносій (вода або антифриз). Конструкція цих приладів забезпечує ефективну передачу тепла від теплоносія в приміщення, що обігрівається.



Рисунок 2.1 – Загальний вид чавунного секційного радіатору

Чавунні радіатори можна встановлювати у всіх будівлях, де: значення тиску в системі опалення не перевищує вказаного виробником; влітку з системи опалення надовго зливають воду, а також у тих випадках, якщо покупцеві не потрібна швидка і точне регулювання температури повітря в кімнаті.

Секційні алюмінієві радіатори (рисунок 2.2) це наймолодший вид опалювальних приладів, їх виготовлення ведеться на сучасному технологічному рівні. Відлиті з алюмінію, вони володіють високою тепловіддачею. Лицьова панель - ідеально плоска поверхня, добре випромінює тепло. У верхній частині секцій є віконця, через які виходить нагріте повітря, створюючи інтенсивний конвективний потік [9].



Рисунок 2.2 – Алюмінієвий секційний радіатор

Вага однієї секції - близько одного кілограма, місткість - близько 0,25 л. Завдяки цим якостям, алюмінієві радіатори швидко нагрівають приміщення і швидко реагують на зміну параметрів регулювання. Алюмінієві радіатори

розраховані на широкий діапазон тисків. Для більшості моделей робочий тиск становить 9 атм. Конвективна складова теплового потоку у них порівнянна з радіаційного, що дозволяє віднести їх до конвективно-радіаційного типу приладів. Однак, алюмінієві радіатори чутливі до хімічного складу води в системі опалення. Кислотність теплоносія повинна знаходитися в межах $pH = 7-8$ [9].

Сталеві панельні радіатори опалення являють собою прямокутну панель, яка складається з 2-х зварених листів сталі зі спеціальними відштампованими поглибленнями, що утворюють канали для руху теплоносія (рисунок 2.3). Іноді для того, щоб збільшити тепловіддачу, на тильну сторону прикріплюються П-образні ребра. Кілька подібних панелей можна об'єднувати в пакет і закривати спеціальними декоративними планками [9].



Рисунок 2.3 – Загальний вид сталевого радіатору

Панелі випускаються в різних розмірах. Варіюватися може як висота, так і ширина. У зв'язку з цим при виробництві можна створити прилади, що володіють широким діапазоном теплової потужності.

В панельних радіаторах невелика глибина і вага. Відповідно, теплова інерційність їх також мала. Частка теплового потоку, яка передається конвекцією, може досягати 75%, тому даний тип радіаторів можна відносити до конвекторам.

Для установки в ТОВ «Інтеренергосервіс» вибираємо радіатори KORADO у виконанні RADIK KLASIK (виробництва Чехії). Вони є сталевими панельними радіаторами опалювання з можливістю приєднання до системи опалювання з лівого або правого бічного боку. По своєму компонованню ці радіатори призначені для опалювальних систем з примусовою або природною циркуляцією. Для монтажу цих радіаторів потребується значно менша кількість людино/годин праці, ці радіатори мають підвищений коефіцієнт теплопровідності ніж алюмінієві, або чавунні.

Вибираємо радіатори типу 22, як що мають найбільш оптимальне співвідношення ціна якість, типу 22 означає що радіатор має дві секції з теплоносієм а також два ряду ребер (рисунок 2.4) [9].



Рисунок 2.4 - Перетин радіатору RADIK типу 22

Оскільки значення безрозмірних коефіцієнтів φ_1 і φ_2 залежать від значень температурного натиску Θ і витрати води через прилад $M_{пр}$, кг/с, то спочатку визначаємо їх значення. В таблиці 2.2 приведено значення коефіцієнта « φ_1 ».

Таблиця 2.2 - Значення коефіцієнта « φ_1 »

| Температурний натиск Θ , °C | Схема руху теплоносія, φ_1 | | |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------|
| | Зверху до низу | Знизу до верху | Знизу у низ |
| 58 | 0,783 | 0,779 | 0,786 |
| 60 | 0,818 | 0,815 | 0,821 |
| 62 | 0,854 | 0,851 | 0,856 |
| 64 | 0,89 | 0,888 | 0,892 |
| 66 | 0,926 | 0,925 | 0,927 |
| 68 | 0,963 | 0,962 | 0,964 |
| 70 | 1 | 1 | 1 |

Оскільки в нашому випадку буде прийнята двотрубна схема стояків з рухом теплоносія в радіаторі зверху вниз, то $t_n = 95^{\circ}\text{C}$, $t_k = 70^{\circ}\text{C}$ для усіх опалювальних приладів. За формулою 2.18 отримаємо:

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_g = \frac{95 + 70}{2} - 22 = 60,5^{\circ}\text{C}. \quad (2.5)$$

По таблиці 2.3 при русі теплоносія в радіаторі зверху вниз визначений коефіцієнт $\varphi_1 = 0,818$ і $\varphi_2 = 1$.

Таблиця 2.3 - Параметри теплового потоку радіаторів Radik

| Умовне позначення радіатору | Тепловий потік Q_{ny} , Вт | Габаритні розміри, мм | | Площа поверхні, m^2 | Маса радіатору, кг | Кількість води у радіаторі, л |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| | | Висота Н, м | Довжина L, м | | | |
| 22-3080 | 1167 | 300 | 800 | 2,96 | 14,7 | 3 |
| 22-3090 | 1313 | | 900 | 3,33 | 16,6 | 3,4 |
| 22-3100 | 1459 | | 1000 | 3,7 | 18,4 | 3,8 |
| 22-3110 | 1605 | | 1100 | 4,07 | 20,2 | 4,2 |
| 22-3120 | 1751 | | 1200 | 4,44 | 22,1 | 4,6 |
| 22-3140 | 2043 | | 1400 | 5,18 | 25,8 | 5,3 |
| 22-3160 | 2334 | | 1600 | 5,92 | 29,4 | 6,1 |

Підбір радіаторів ведемо ітераційним методом. У палатах необхідно встановити три радіатори типу 22-3080, звідси витрата теплоносія через один радіатор складе (за формулою 2.19):

$$M_{np} = 0,0494 \cdot \frac{q_{ny}}{t_n - t_k} = 0,0494 \cdot \frac{1167}{90 - 70} = 2,88 \text{ кг/с}; \quad (2.6)$$

Необхідний тепловий потік радіатора визначається по формулі 2.17 ($b = 0,987$ для радіатора типу 22), Вт:

$$Q_{np}^{расч} = \frac{Q_{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{2613,98}{0,818 \cdot 1 \cdot 0,987} = 3237,66 \text{ Вт}, \quad (2.7)$$

Виходячи з отриманих значень визначаємо кількість радіаторів:

$$n = \frac{Q_{np}^{mp}}{Q_{ny}} = \frac{3237,66}{1167} = 2,7. \quad (2.8)$$

Таблиця 2.4- Значення коефіцієнта «b»

| Тип радіатору | Значення коефіцієнту «b» при атмосферному тиску, мм рт. ст. | | | | | | | |
|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| | 700 | 710 | 720 | 730 | 740 | 750 | 760 | 780 |
| 10 | 0,973 | 0,977 | 0,982 | 0,986 | 0,99 | 0,995 | 1 | 1,009 |
| 11 | 0,968 | 0,973 | 0,978 | 0,984 | 0,989 | 0,995 | 1 | 1,01 |
| 21 | 0,956 | 0,971 | 0,977 | 0,983 | 0,988 | 0,994 | 1 | 1,012 |
| 22 | 0,963 | 0,969 | 0,975 | 0,981 | 0,987 | 0,994 | 1 | 1,012 |
| 33 | 0,961 | 0,967 | 0,973 | 0,98 | 0,986 | 0,993 | 1 | 1,013 |

Приймаємо кількість радіаторів типу 22-3080 $n = 3$. Розрахунок кількості радіаторів в інших приміщеннях пропонуване вести за аналогічним розрахунком.

2.3 Впровадження системи обліку енергоресурсів

Система складається з трьох рівнів:

- нижній - первинні перетворювачі (лічильники) :
ультразвуковий витратомір лічильник, холодної води US - 800,
витратомір на теплоносій Метран-400.
- середній - модуль ADAM - 4521, такий, що є інтелектуальним перетворювачем інтерфейсу RS - 485 в RS - 232, який призначений для включення у багатокрапкову мережу на базі RS - 485 пристроїв з інтерфейсом RS - 232 і передачу їх на верхній рівень;

- верхній - персональний комп'ютер із спеціалізованим програмним забезпеченням SCADA, здійснюючий збір інформації з контролерів, підсумкову обробку як по точках(введенням), так і по їх групах, відображення і документування даних обліку у виді зручному для аналізу і ухвалення рішень по управлінням енергопостачанням.

Структурна схема системи приведена на рисунку 2.5.

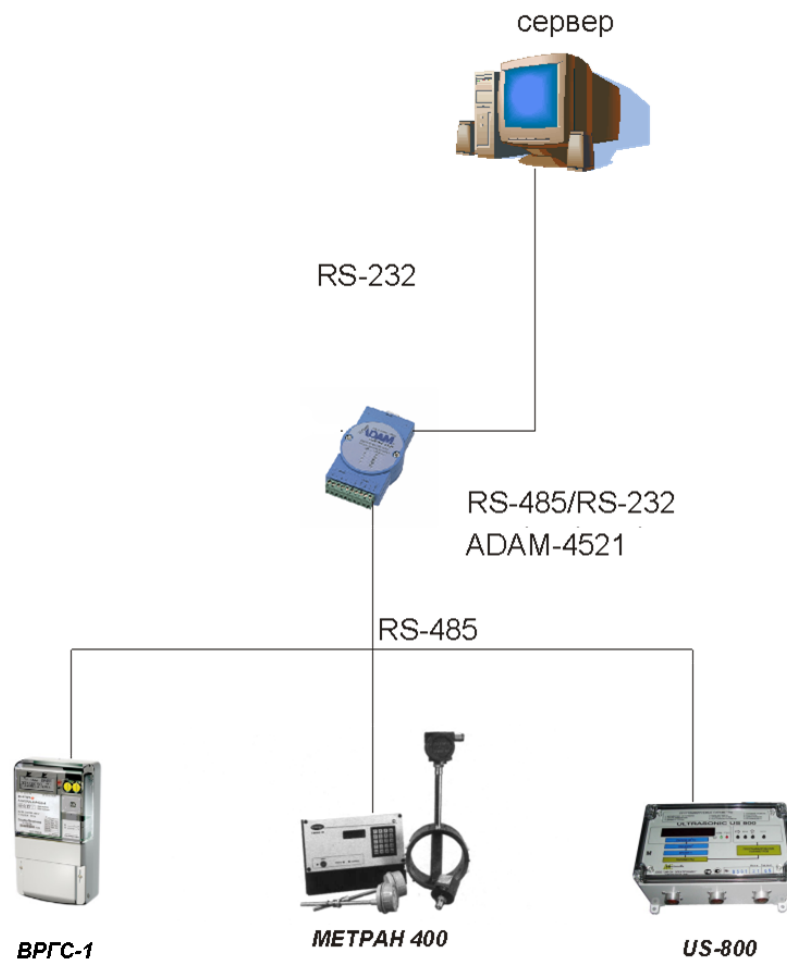


Рисунок 2.5 - Структура системи

Для забезпечення достовірності інформації про споживання холодної води вибраний витратомір ULTRASONIC US – 800 (рисунок 2.6). У ньому присутній інтерфейс RS - 485 для зв'язку з комп'ютером, монтаж можливий до трубопроводу будь-якого перерізу, крім того має великий термін служби, малий коефіцієнт погрішності.



Рисунок 2.6 - Ультразвуковий лічильник - витратомір US – 800

Для установки на трубовід вибирається витратомір з діаметром 80-100 мм. Це лічильник тепла Метран-400 (рисунок 2.7) призначений для обліку кількості теплової енергії і маси теплоносія у виробника або споживача, контролю параметрів теплоносія.



Рисунок 2.7 - Лічильник тепла Метран-400

SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition System) - система збору даних і оперативного диспетчерського управління.

В якості програмного забезпечення верхнього рівня вибираємо SCADA ТРЕЙС МОУД. Це перша інтегрована SCADA і softlogic- система, що підтримує наскрізне програмування операторських станцій і контролерів за допомогою єдиного інструменту. ТРЕЙС МОУД оперує поняттям проект - це сукупність усіх

математичних і графічних елементів системи, що функціонують на різних операторських станціях і контролерах, об'єднаних інформаційними зв'язками і єдиною системою архівації.

2.4 Впровадження комбінованої системи теплопостачання на базі сонячного колектору

Сонячний радіаційний режим території України, особливо південних районів, в цілому є сприятливим для практичного використання сонячної енергії [1].

Змінний характер інтенсивності сумарної сонячної радіації протягом доби, пори року показані на рисунках 2.8 і 2.9.

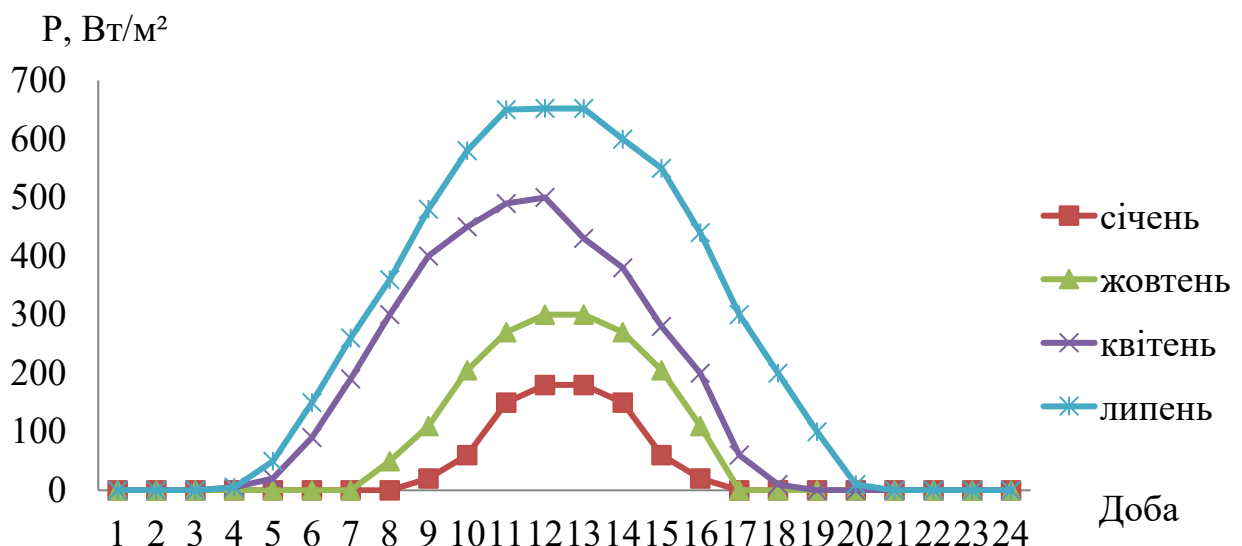


Рисунок 2.8 - Інтенсивність сумарної сонячної радіації в місті Запоріжжя.

Як видно з графіка, на півдні-сході України сумарна сонячна радіація знаходиться в прямій залежності від температурного режиму пори року, досягаючи піку (близько 700 Вт/м² на добу) в липні. На рисунку 2.1 наведені

графіки інтенсивності сумарної сонячної радіації протягом доби в середньосезонні місяці року.

Як на південному сході країни, сумарна сонячна радіація знаходиться в прямій залежності від температурного режиму пори року, досягаючи свого піку (близько 660 Вт/м на добу) в липні.

Зауважимо, що частина розсіяної сонячної радіації в різних регіонах України досить значна, причому в холодну пору року в деяких регіонах є навіть переважаючою; це необхідно враховувати при виборі типу геліотехнічного обладнання - плоскі сонячні колектори (СК) можна ефективно застосовувати по всій території України, СК з концентратами сонячної енергії - тільки на півдні чи півдні - сході України.

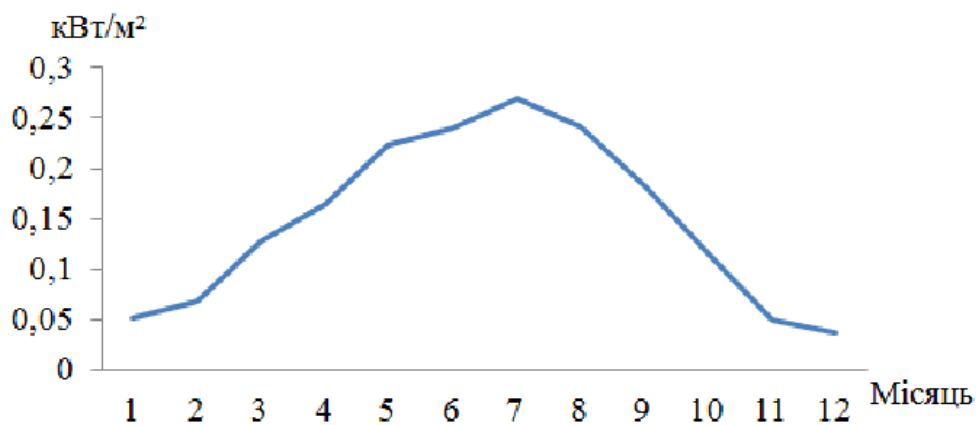


Рисунок 2.9. - Середньорічне надходження сумарної сонячної радіації в місті Запоріжжя.

В таблиці 2.5, приведені основні кліматичні характеристики м. Запоріжжя $\varphi_p = 48,5^\circ$ пн.ш. [13].

Таблиця 2.5 - Основні кліматичні характеристики м. Запоріжжя

| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------------------|----|----|-----|-----|------|----|----|----|------|-----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Середня денна температура, °С | -5 | -4 | 0,8 | 9,4 | 16,0 | 20 | 21 | 20 | 15,4 | 8,4 | 2 | -2 |

Продовження таблиці 2.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Амплітуда коливання температури, °С | 5 | 5 | 5 | 8 | 10 | 9 | 9 | 10 | 11 | 7 | 3 | 3 |
| Тривалість світового дня, год | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 16 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| Коефіцієнт сонячного випромінювання | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| Швидкість повітряних мас, м/с | 5,4 | 5,7 | 5,2 | 5,0 | 4,4 | 3,8 | 3,7 | 3,8 | 4,1 | 4,6 | 4,9 | 5,2 |

Місто Запоріжжя знаходиться по обидва береги річки Дніпро, в південно-східній частині України. Клімат міста помірно-континентальний з м'якою зимою та спекотним літом. Середньорічна температура повітря складає 8,5°С; найнижча вона у січні (мінус 5,5°С), найвища у липні (21,3°С).

Температуру зовнішнього повітря для і-тої години j-того місяця можна визначити згідно з формулою у додатку [14]:

$$t_{ij} = t_j + 0,5 k_i \cdot A_j \quad (2.9)$$

де t_j – середньодобова температура повітря j-того місяця, °С;

A_j – середньодобова амплітуда коливань температури у j-тому місяці, °С;

k_i – коефіцієнт перерахунку для і-тої години.

Коефіцієнт перерахунку для і-тої години наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 Коефіцієнт перерахунку для i -тої години

| Коефіцієнт | Години | | | | | | | | | |
|------------|--------|------|-----|------|------|------|----|----|------|------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| K_i | 0 | 0,26 | 0,5 | 0,71 | 0,87 | 0,97 | 1 | 1 | 0,97 | 0,87 |

Розрахунок установки гарячого водопостачання виконується за годинними сумами прямої та розсіяної сонячної радіації та температурою зовнішнього повітря. Інформація на цю тему наведена в [14].

В атласі [13] приведена інформація про інтенсивність сонячної радіації при безхмарному небі. Перерахуємо відомі довідкові дані для м. Київ $50,5^\circ$ пн.ш., для Запоріжжя с широтою $48,5^\circ$ пн.ш.

Перерахунок будемо вести за лінійною емпіричною залежністю для горизонтальної поверхні:

$$E_{mp} = E_{m\bar{o}} \cdot (1 + 0,024 \cdot (\varphi_{\bar{o}} - \varphi_p)) \quad (2.10)$$

де E_{mp} – максимальне розрахункове значення інтенсивності сонячної радіації, (Вт/м²);

$E_{m\bar{o}}$ – базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві, (Вт/м²);

$\varphi_{\bar{o}} = 50,5^\circ$ – широта м. Запоріжжя;

$\varphi_p = 48,5^\circ$ – розрахункова широта.

З урахуванням того, що широти φ_p та $\varphi_{\bar{o}}$ відомі, то рівняння (2.10) можна переписати у вигляді:

$$E_{mp} = E_{m\bar{o}} \cdot 1,048 \quad (2.11)$$

Дані базової інтенсивності сонячної радіації для 11-12 годин дня, приведені в таблиці 2.7 [13].

Таблиця 2.7 - Базова інтенсивність сонячної радіації для 11-12 годин дня

| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $E_{m\bar{o}}$, Вт/м ² | 315 | 490 | 655 | 765 | 865 | 880 | 845 | 785 | 675 | 510 | 355 | 280 |

За формулою 2.3 розраховуємо значення потужності сонячної радіації:

Для 1 місяця:

$$E_{mp}=315 \cdot 1,048=330,12 \text{ Вт/м}^2.$$

Для наступних місяців розрахунок проводиться аналогічно, результати розрахунку зведено до таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Інтенсивність сонячної радіації в м. Запоріжжя

| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E_{mp} , Вт/м ² | 330 | 513 | 686 | 801 | 906 | 922 | 885 | 822 | 707 | 534 | 372 | 293 |

Розрахункова продуктивність сонячного колектору визначають за формулою:

$$P=I_C \cdot \eta_{СК} \quad (2.12)$$

де $I_{СК}$ – Інтенсивність сумарної сонячної радіації на похилу поверхню (α 45°) кВт/м²;

$\eta_{СК}$ – ККД сонячного колектору;

$\eta_{СК}=(0,28\dots 0,4)$ в залежності від сезону.

Підставивши числові значення в (2.4), одержимо

$$P= 0,0522 \cdot 0,33=0,0174$$

Добова потреба в тепловій енергії на ГВП:

$$Q^{доб.}_{норм} = C \cdot G \cdot (50-15) \cdot 10^{-6} \quad (2.13)$$

$$Q^{доб.}_{норм} = 4,19 \cdot 3335 \cdot (50-15) \cdot 10^{-6} = 0,5 \text{ ГДж/доб.} (139 \text{ кВт} \cdot \text{год/доб.})$$

де добову витрату гарячої води приймають за СНиП 2.04.01. -85. [2]

$G_{доб.} = 3335 \text{ л/доб.}$;

температура гарячої води $T_{г.в.} = 50^\circ\text{C}$;

температура водопровідної води $T_{в.в.} = 15^\circ\text{C}$.

Добова потужність на ГВП:

$$P_{ГВП} = \frac{Q_{норм.}^{доб.}}{24}; \quad (2.14)$$

$$P_{ГВП} = \frac{139}{24} = 5,82 \text{ кВт.}$$

де $P_{ГВП}$ - добова потужність на ГВП.

Необхідна площа сонячного колектору:

$$S_{СК} = \frac{P_{ГВП}}{\Pi}; \quad (2.15)$$

$$S_{СК} = \frac{5,82}{0,0174} = 334,2 \text{ м}^2.$$

Середня вироблена енергія 1 м² сонячного колектору за місяць, тис. кВт·год:

$$W_{СК} = \Pi \cdot N_g \cdot N_i \quad (2.16)$$

$$W_{СК} = 0,0173 \cdot 31 \cdot 9 = 4,8 \text{ тис.кВт·год}$$

де $W_{СК}$ - вироблена енергія сонячного колектору за місяць;

Π - розрахункова продуктивність сонячного колектору;

N_d - число днів у місяці;

N_i - число годин інсоляції.

Необхідну площу сонячного колектору визначаємо по формулі (2.7).

$$S_{СК} = \frac{2,649}{0,0798} = 33,2 \text{ м}^2$$

Приймаємо необхідну площу сонячного колектору для червня 33,2 м².

Результати розрахунку теплових характеристик сонячного колектору занесені до таблиці 2.9.

Необхідна теплова енергія на ГВП за місяць:

$$W_{ГВП} = Q_{норм}^{доб.} \cdot N_{р.д} \quad (2.17)$$

$$W_{ГВП} = 139 \cdot 21 = 2919 \text{ кВт·год}$$

де $N_{р.д.}$ - число робочих днів у місяці;

$W_{ГВП}$ - необхідна теплова енергія на ГВП.

Таблиця 2.9 - Теплові характеристики СК

| Місяць | Кількість днів | Кількість годин інсоляції | Середня інтенсивність сумарної сонячної радіації на похилу поверхню ($\alpha 45^\circ$) I , кВт/м ² | Середня розрахункова продуктивність сонячного колектору Π , кВт/м ² | Необх ідна $S_{СК}$, м ² | Середня вироблена енергія 1м ² сонячного колектору $W_{СК}$, кВт·год/м ² |
|--------|----------------|---------------------------|---|--|--------------------------------------|---|
| 1 | 31 | 9 | 0,0522 | 0,0173 | 334,3 | 4,84 |
| 2 | 28 | 9 | 0,0672 | 0,0224 | 259,3 | 5,64 |
| 3 | 31 | 14 | 0,1274 | 0,042 | 137,8 | 18,23 |
| 4 | 30 | 14 | 0,1638 | 0,0546 | 106,4 | 22,93 |
| 5 | 31 | 14 | 0,224 | 0,0742 | 77,8 | 32,20 |
| 6 | 30 | 16 | 0,2394 | 0,0798 | 72,6 | 38,30 |
| 7 | 31 | 16 | 0,2688 | 0,0896 | 64,7 | 45,83 |
| 8 | 31 | 16 | 0,2422 | 0,0812 | 71,4 | 41,03 |
| 9 | 30 | 11 | 0,1834 | 0,0616 | 94,2 | 20,33 |
| 10 | 31 | 11 | 0,1162 | 0,0392 | 147,9 | 13,37 |
| 11 | 30 | 11 | 0,049 | 0,0168 | 345 | 5,54 |
| 12 | 31 | 9 | 0,0364 | 0,0126 | 460 | 3,52 |

Електроенергія на підігрів води:

$$W_E = W_{ГВП} - W_{СК} \cdot S_{СК} \quad (2.18)$$

$$W_E = 2919 - 4,8 \cdot 72,6 = 2573,04 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{міс.}$$

де W_E - електроенергія на підігрів води кВт·год;

$W_{СК}$ - вироблена енергія сонячного колектору за місяць.

Вартість електроенергії грн.:

$$B_E = T \cdot W_E \quad (2.19)$$

де T – тариф на електроенергію (1,48 грн./кВт·год)

$$B_E = 1,48 \cdot 2572,04 = 3808 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків потреби в тепловій енергії занесені до таблиці 2.6.

Для обчислення щомісячного приходу енергії на 1 м² використовується емпірична формула [9]:

$$E_{міс} = \frac{7200}{\pi} \cdot E_{мп} \cdot \tau_c \cdot \psi_c \cdot n_{міс} \quad (2.20)$$

де $E_{мп}$ – максимальне розрахункове значення інтенсивності сонячної радіації, Дж/(м²міс). (з таблиці 2.4)

τ_c – тривалість світового дня, год. (з таблиці 2.1)

ψ_c – коефіцієнт сонячного випромінювання. (з таблиці 2.1)

$n_{міс}$ – кількість днів у місяці.

Щомісячний прихід енергії на 1 м², горизонтальної поверхні визначаємо за формулою 2.13, для розрахунків складемо зведену таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 - Потреба в тепловій енергії на ГВП

| Місяць | Необхідна теплова енергія на ГВП, кВт·год | Електроенергія на підігрів води кВт·год | Вартість електроенергії |
|--------|---|---|-------------------------|
| 1 | 2919 | 2573,04 | 3808,0992 |
| 2 | 2780 | 2376,8 | 3517,664 |
| 3 | 2641 | 1339 | 1981,72 |
| 4 | 3197 | 1559 | 2307,32 |
| 5 | 2502 | 201,8 | 298,664 |
| 6 | 2502 | 234 | 346,32 |
| 7 | 3197 | 76,6 | 113,368 |
| 8 | 2919 | 11,74 | 17,3752 |
| 9 | 2919 | 1467 | 2171,16 |
| 10 | 3197 | 2242,2 | 3318,456 |
| 11 | 2919 | 2523 | 3734,04 |
| 12 | 3058 | 2804,11 | 4150,0828 |
| За рік | - | | 24810,1428 |

Таблиця 2.11 - Щомісячний прихід енергії на 1 м² горизонтальної поверхні

| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E_{mp} , Вт/м ² | 330 | 513 | 686 | 801 | 906 | 922 | 885 | 822 | 707 | 534 | 372 | 293 |
| τ_c , год | 8,76 | 10 | 11 | 13 | 15 | 16 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9,3 | 8,4 |
| ψ_c | 0,18 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 |
| $n_{міс}$, шт. | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| $E_{міс}$, 10 ⁸ Дж/(м ² день) | 0,37 | 0,8 | 2,2 | 3,3 | 5,3 | 6,1 | 6,6 | 5,9 | 3,7 | 1,9 | 0,7 | 0,3 |

1 місяць:

$$E_{міс} = \frac{7200}{\pi} \cdot 330,1 \cdot 8,76 \cdot 0,18 \cdot 31 = 0,37 \cdot 10^8, \text{ Дж.}$$

Для наступних місяців розрахунок проводиться аналогічно, результати розрахунку занесені у таблиці 2.7.

Прихід енергії на 1 м² горизонтальної поверхні протягом всього року дорівнює:

$$E_{року} = \sum_1^{12} E_{міс} = 10^8 \cdot (0,370 + 0,819 + 2,245 + 3,374 + 5,375 + 6,190 + \\ + 6,603 + 5,977 + 3,748 + 1,951 + 0,690 + 0,315) = 3,766$$

2.5 Розрахунок оптимального кута установки сонячного колектору

Кут схилення визначається за приблизною формулою Купера [9,10]:

$$\delta_c = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{284 + n}{365} \cdot 360\right) \quad (2.21)$$

де n – порядковий номер дня в році;

1 місяць:

$$\delta_c = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{284 + 15}{365} \cdot 360\right) = -21,27^\circ$$

Для наступних місяців розрахунок проводиться аналогічно. Значення δ_c наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Кут схилення Сонця

| | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| δ_c , град | -21,27 | -13,29 | -2,82 | 9,41 | 18,79 | 23,31 |
| Місяці | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| δ_c , град | 21,52 | 13,78 | 2,22 | -9,60 | 319,00 | -23,34 |

Для забезпечення найліпших умов поглинання енергії сонячним колектором при цілорічному використанні, його поглинальна поверхня має бути орієнтована на південь із нахилом β_{opt} , що дорівнює тепловим розрахункам з посилення [11]:

$$\beta_{opt} = \varphi_p - \delta_c \quad (2.22)$$

Остаточо із врахуванням рекомендацій приймемо $\beta = 45^\circ$.

Використовуючи кут схилення Сонця та широту регіону, можна знайти кут заходу (сходу) Сонця для горизонтальної поверхні.

Кут $\omega_{згп}$ являє собою кут між південним напрямком та напрямком заходу Сонця. $\omega_{згп}$ розраховується за формулою 2.16:

$$\omega_{згп} = \arccos(-tgj_p \cdot tg\delta_c). \quad (2.23)$$

1 місяць:

$$\omega_{згп} = \arccos(-tg48,5 \cdot tg(-21,31)) = 63,90^\circ.$$

Результати розрахунку $\omega_{згп}$ за місяцями зведено до таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 - Кут між південним напрямком та напрямком заходу Сонця

| | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $\omega_{згп}$, град | 63,90 | 74,52 | 86,81 | 100,80 | 112,62 | 119,15 |
| Місяці | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $\omega_{згп}$, град | 116,46 | 106,10 | 92,51 | 78,98 | 10,72 | 60,82 |

Кут заходу Сонця для нахиленої поверхні підраховується за формулою:

$$\omega_{\text{зг}} = \arccos(-\text{tg}(\varphi_p - \beta) \cdot \text{tg}\delta_c) \quad (2.24)$$

1 місяць:

$$\omega_{\text{зг}} = \arccos(-\text{tg}(48,5 - 45) \cdot \text{tg}(-21,27)) = 88,64 \text{град.}$$

Результати розрахунку $\omega_{\text{зг}}$ за місяцями зведено до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 - Кут між південним напрямком та напрямком заходу Сонця, для нахиленої поверхні

| | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $\omega_{\text{зг}}$, град | 88,64 | 89,17 | 89,83 | 90,58 | 91,19 | 91,51 |
| Місяці | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $\omega_{\text{зг}}$, град | 91,38 | 90,86 | 90,14 | 89,41 | 86,95 | 88,49 |

Для розрахунків приймемо $\omega_{\text{зг}} = 90^\circ$ впродовж всього року.

Коефіцієнт $X_{\text{пр}}$, враховуючий вплив кута установки нахиленої поверхні β на добове сприйняття прямої радіації, можна визначити як:

$$X_{\text{пр}} = \frac{\cos(\varphi_p - \beta) \cdot \cos \delta_c \cdot \sin \omega_{\text{зг}} + \frac{\omega_{\text{зг}}}{180} \cdot \pi \cdot \sin(\varphi_p - \beta) \cdot \sin \delta_c}{\cos \varphi_p \cdot \cos \delta_c \cdot \sin \omega_{\text{зг}} + \frac{\omega_{\text{зг}}}{180} \cdot \pi \cdot \sin \varphi_p \cdot \sin \delta_c} \quad (2.25)$$

Враховуючи, що кут установки нахиленої поверхні β приблизно дорівнює широті місцевості φ_p , а $\omega_{\text{зг}} = 90^\circ$, після спрощень можна отримати:

$$X_{\text{пр}} = \frac{\cos \delta_c}{\cos \varphi_p \cdot \cos \delta_c + \frac{\pi}{2} \cdot \sin \varphi_p \cdot \sin \delta_c} \quad (2.26)$$

1 місяць:

$$X_{\text{пр}} = \frac{\cos(-21,27)}{\cos 48,5 \cdot \cos(-21,27) + \frac{\pi}{2} \cdot \sin 48,5 \cdot \sin(-21,27)} = 4,89.$$

Результат розрахунку коефіцієнта $X_{\text{пр}}$, враховуючого вплив кута установки

нахиленої поверхні β на добове сприйняття прямої радіації протягом року наведений в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 - Коефіцієнт $X_{пр}$ прямого надходження Сонця

| Місяці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $X_{пр}$ | 4,89 | 2,60 | 1,65 | 1,17 | 0,94 | 0,85 | 0,89 | 1,05 | 1,41 | 2,16 | 3,93 | 6,45 |

Важливою характеристикою радіаційного режиму є відношення дифузійної складової до сумарної радіації

$$\psi_{диф} = \frac{E_{диф}}{E} \quad (2.27)$$

Як показують спостереження це відношення в межах України від широти місцевості практично не залежить і при ясному небі є достатньо сталою величиною. В зимні місяці можна приймати $\psi_{диф} = 0,21$.

Значний вплив на значення $\psi_{диф}$ має хмарність. Так, при середній хмарності взимку частка дифузійної складової коливається в межах $\psi_{диф} = 0,6 \div 0,8$, а влітку $\psi_{диф} = 0,3 \div 0,55$. Через невизначеність зміни $\psi_{диф}$ у хмарну погоду доцільно обчислити потужність сонячної радіації при ясному небі, а вплив хмарності і прозорості атмосфери урахувати за допомогою коефіцієнту сонячного сяйва ψ_c . Під коефіцієнтом сонячного сяйва розуміють відношення сонячного сяйва при даних умовах до можливого.

Частина падаючої сонячної радіації E_1 відбивається від поверхні Землі. Відношення $I_a = E_1/E$ характеризує відбивну здатність підстилаючої поверхні і носить назву альbedo Землі. В літні місяці альbedo Землі достатньо стає і його значення коливається в межах $0,16 \div 0,26$. В зимові місяці при голому ґрунті $i_a = 0,07 \div 0,1$, а при сніговому покриві може досягати значення 0.89. В теплотехнічних розрахунках приймають влітку $I_a = 0,2$, а взимку $I_a = 0,7$.

Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії з горизонтальної поверхні на похилу поверхню X_i сонячного колектору дорівнює сумі трьох складників відповідних прямому, розсіяному та відбитому сонячному випромінюванню:

$$X_i = (1 - \psi_{\text{диф}}) \cdot X_{\text{пр}} + \psi_{\text{диф}} \cdot \frac{1 + \cos(\beta)}{2} + I_a \cdot \frac{1 - \cos(\beta)}{2} \quad (2.28)$$

де $\psi_{\text{диф}}$ – середньомісячна денна кількість розсіяного сонячного випромінювання

I_a - коефіцієнт відбиття поверхні землі й навколишніх тіл (альbedo)

$\psi_{\text{диф}} = 0,21$ – для всього року;

$I_a = 0,7$ - для зими; $0,2$ - для літа;

1 місяць:

$$X_1 = (1 - 0,21) \cdot 4,89 + 0,21 \cdot \frac{1 + \cos(45)}{2} + 0,7 \cdot \frac{1 - \cos(45)}{2} = 4,142$$

Для наступних місяців коефіцієнт X_i визначається аналогічно, результати розрахунків зведено до таблиці «Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії» таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії

| Місяць | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $X_{\text{пер.}}$ | 4,1 | 2,3 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,3 | 1,9 | 3,3 | 5,3 |

Кінцеву середньомісячну потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$, що приходить на нахилену поверхню обчислюють за формулою:

$$E_{\text{нп}} = X \cdot E_{\text{міс}} \quad (2.29)$$

де $E_{\text{міс}}$ – щомісячний прихід сонячної енергії на 1 м^2 , Дж/($\text{м}^2 \cdot \text{міс}$).

Значення $E_{\text{міс}}$ узяті з таблиці 2.3 «Базова інтенсивність сонячної радіації для 11-12 годин дня»

1 місяць:

$$E_{\text{нп}_1} = 4,142 \cdot 0,370 \cdot 10^8 = 1,532 \cdot 10^8 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{день}}$$

Значення $E_{\text{нп}}$ для всього року приведені в таблиці 2.17 та на рисунку 2.10.

Таблиця 2.17 - Середньомісячна потужність сонячної радіації

| Місяць | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| $E_{\text{мп}}$ $10^8 \text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{міс})$ | 1,5 | 1,9 | 3,5 | 3,8 | 5,1 | 5,4 | 6 | 6,2 | 4,9 | 3,8 | 2,3 | 1,7 |

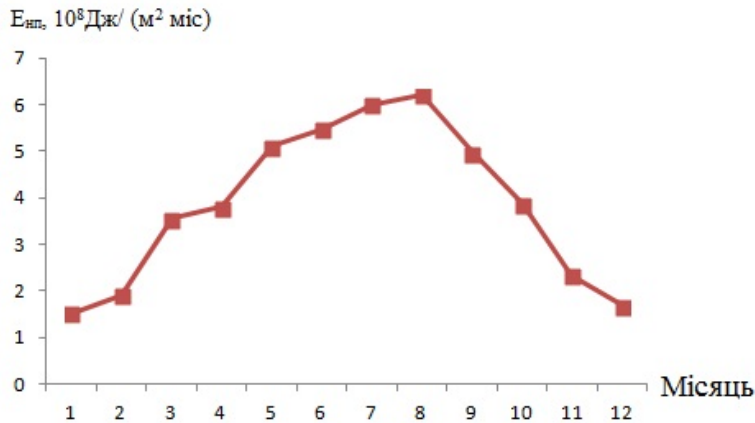


Рисунок 2.10 – Графік середньомісячної потужності сонячної радіації
Кількість енергії, що приходить на 1 м^2 нахиленої поверхні за рік:

$$E_{\text{рік}} = \sum_{i=1}^{12} E_{\text{мп}_i} \quad (2.30)$$

$$E_{\text{рік}} = 10^8 \cdot (1,532 + 1,912 + 3,565 + 3,811 + 5,115 + 5,471 + 6,008 + 6,210 + 4,963 + 3,874 + 2,339 + 1,694) = 46,495 \cdot 10^8 = 4,65$$

2.6 Розрахунок теплового навантаження системи ГВП

Місячне теплове навантаження $Q_{\text{міс}}$ визначається за формулою:

$$Q_{\text{міс}} = G \cdot C \cdot \Delta t \cdot z \quad (2.31)$$

де $Q_{\text{міс}}$ – місячна потреба теплоти, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \text{міс})$.

G – витрати теплоносія в день, $\text{кг}/\text{день}$;

C – середня теплоємність робочого тіла у заданому діапазоні температур, $\text{Дж}/(\text{кг град})$;

Δt – різниця температур теплоносія, $^{\circ}\text{C}$;

z – кількість днів у місяці.

Заданося: $t_1 = 8^\circ\text{C}$

$t_2 = 60^\circ\text{C}$.

$C = 4190 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{град})$

$G = 800 \text{ кг}/\text{день}$

1 Місяць:

$$Q_{\text{міс}_1} = 800 \cdot 4190 \cdot 55 \cdot 31 = 5,715 \cdot 10^9$$

Результати розрахунку середньомісячного теплового навантаження зведено до таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 Середньомісячне теплове навантаження

| Місяць | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $Q_{\text{міс}}$ ГДж/ ($\text{м}^2\text{міс}$) | 5,71 | 5,16 | 5,71 | 5,53 | 5,71 | 5,53 | 5,71 | 5,71 | 5,53 | 5,71 | 5,53 | 5,71 |

2.7 Розрахунок необхідної площі геліоколекторного поля

Проектування геліоколекторного поля є одним з етапів проектування геліосистеми в цілому. На відміну від котлів або теплових насосів питома продуктивність геліосистеми невелика. Потужність, що отримується від сонячного випромінювання, безпосередньо залежить від площі поглинаючої панелі сонячного колектору. Більшість споживачів вимагають більшу кількість тепла, ніж може видати один сонячний колектор стандартного типу.

Практично неможливо виготовляти сонячні колектори будь-якого розміру і форми, оскільки існують вимоги до монтажу і міцності матеріалів що використовуються при виробництві. Тому більшість сучасних сонячних систем представляють собою з'єднання між собою певної кількості окремих сонячних

колекторів. Причому їх кількість визначається потребою конкретного об'єкта в тепловій енергії.

Процес проектування геліоколекторного поля полягає у визначенні розміщення сонячних колекторів і оптимальної настройки циркуляції теплоносія.

При проектуванні великих геліосистем з числом колекторів від 12 шт. або через конструктивні особливості планованого місця установки необхідно використовувати змішану схему підключення геліоколекторного поля.

При підключенні двох і більше колекторних груп об'єднаних між собою послідовно, рекомендується рівномірно розділяти кількість колекторів у кожній з груп. Наприклад, при попередньому розрахунку необхідно встановити 17 сонячних колекторів то доцільно буде встановити на один колектор менше або більше. У такому випадку можна встановити два ряди колекторів по 8 або 9 шт. У такому випадку немає необхідності встановлювати додаткові балансувальні клапани. Групи повинні підключатися за принципом Тіхельмана. У такому випадку кожен геліоколекторний ряд має однакове гідравлічний опір, отже і рівномірний об'ємний потік теплоносія.

За неможливості встановлення колекторів у рівномірні групи необхідно використовувати балансувальні клапани для кожної групи. Величина об'ємного потоку теплоносія повинна бути пропорційна величині площі кожної групи. Простіше кажучи, якщо 10 колекторів підключені в дві групи послідовно з'єднаних колекторів 6 і 4 шт. то об'ємний потік розділяється для кожної групи у відсотковому співвідношенні 60 % для шести сонячних колекторів і 40 % для чотирьох.

Для оптимального проектування геліоколекторного поля необхідно розглядати різні варіанти підключення колекторних груп. Серед них необхідно вибрати оптимальний варіант, який не потребує складної балансування геліоколекторного поля.

Наприклад, якщо у змішаній схемі верхня колекторна група має таку ж кількість колекторів, як і сума двох нижніх, то гідравлічний опір буде різним і

буде потрібно складна балансування груп.

У такому випадку, можна підключити дві нижні групи послідовно. Це дозволить уникнути балансування колекторних груп .

Площу сонячного колектору обрали 72,6 м² ,це можна прослідити з рисунку 2.11.

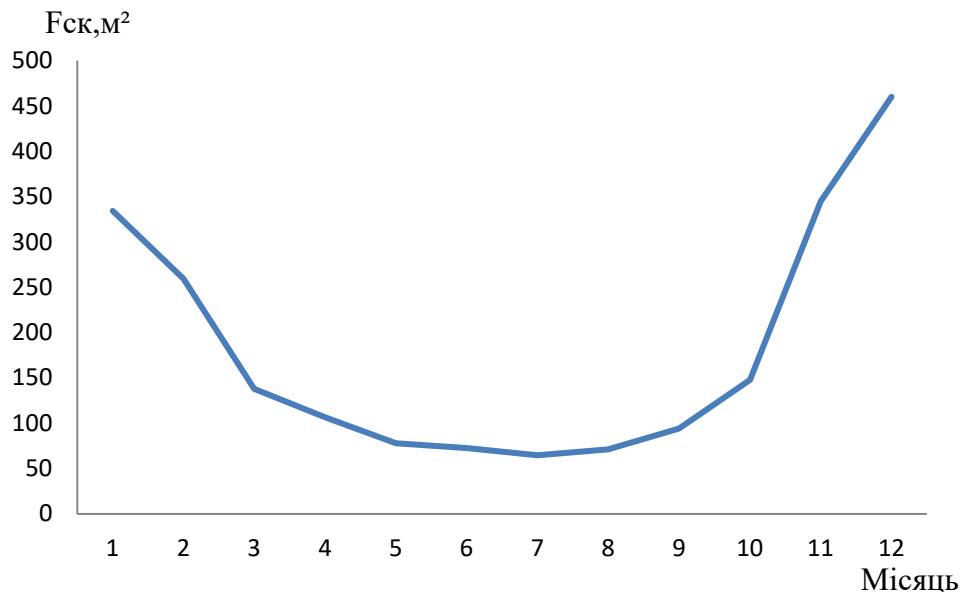


Рисунок 2.11 – Площа необхідного сонячного колектору за місяцями

Як видно з рисунку 2.7 доцільно забезпечувати споживачів гарячою водою не цілорічно, а лише в період з червня по серпень. Тим самим забезпечуючи мінімальні капітальні втрати на впровадження системи гарячого водопостачання. В зимові місяці та в міжсезоння догрів води забезпечується дублюючим джерелом енергії.

Кількість сонячних колекторів:

$$N_{ск} = \frac{F_{ск}}{b_{ск} \cdot l_k}, \quad (2.32)$$

де $b_{ск}$ - площа теплоприймальної пластини СК 1,6 м²

$$F_{\Sigma} = 23 \cdot 1 \cdot 1,6 = 73,6 \text{ м}^2$$

В світі щорічно зростають потреби в енергії, а кількість традиційного палива невпинно зменшується. Сонячна теплова енергія за цих обставин набуває

все більшої зацікавленості громадськості. Отримання енергії від Сонця має низку переваг:

1. Сонячна енергія доступна в кожній точці нашої планети, розрізняючись по щільності потоку сонячного випромінювання не більше ніж в два рази. Тому вона приваблива для всіх країн, відповідаючи їх інтересам в напрямку енергетичної незалежності;

2. Сонячна радіація - це екологічно чисте джерело енергії, що дозволяє використовувати його у все більш зростаючих масштабах без негативного впливу на довкілля;

3. Сонячне випромінювання – це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне через мільйони років.

Основними напрямками використання сонячній енергії вважаються:

1. Здобуття тепла шляхом прямої абсорбції сонячного випромінювання;
2. Перетворення сонячної радіації на електричну енергію.

2.8 Обґрунтування вибору геліоколектору

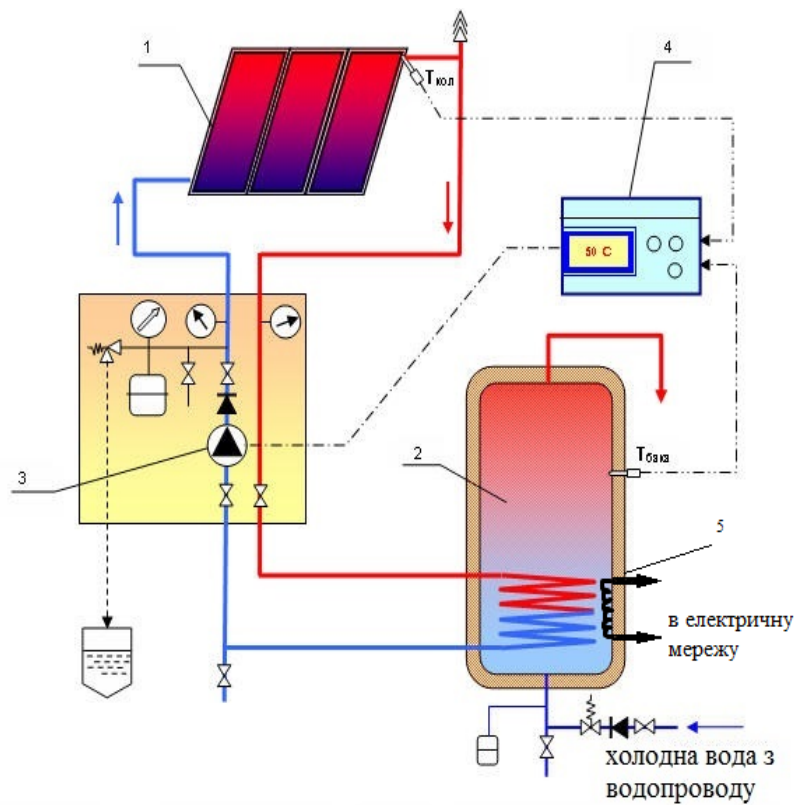
На теперішній час промисловістю випускається велика кількість різноманітних за характеристиками і змістом геліоколекторів. Наразі гостро стоїть питання оптимізації параметрів та вибору найбільш підходящого варіанту.

Удосконалення плоских колекторів розвивається по двох напрямках:

1) випуск недорогих низькотемпературних колекторів для одержання гарячої води при температурі 50—60°C, для побутових потреб у теплий період року;

2) створення колекторів з поліпшеними характеристиками при підвищених значеннях температур.

Принципова схема двоконтурної системи представлена на рис. 2.12.



1. Колектори; 2. Бак-акумулятор; 3. Циркуляційний насос з набором вимірювальних приладів і клапанів (або насосна станція); 4. Мембранний розширювальний бак колекторного контуру; 5. Електронагрівач

Рисунок 2.12 - Принципова схема двоконтурної системи сонячного гарячого водопостачання з примусовою циркуляцією

Зазвичай такі системи уявляють собою комплект, основне обладнання сонячного колектору наведено у таблиці 2.19 що складається з наступних основних елементів:

Таблиця 2.19 - Основне обладнання сонячного колектору

| Назва обладнання | Тип та марка | Кількість, шт |
|--------------------|--------------------------|---------------|
| Сонячний колектор | Sunrise PK ST NL | 20 |
| Бак акумулятор | Atmosfera, ємність 5800л | 1 |
| Робоча станція | PC - 116 | 1 |
| Розширювальний Бак | на 300 л | 1 |

Сумарна потужність сонячного колектору 59 140 кВт·год/рік, та об'єм баку 5800 м³; Приблизна вартість обладнання становить 86 тис. грн. Додаткове обладнання для монтажу: Гофрована труба з нержавіючої сталі, теплоізоляційні матеріали, фітинги, електрокомплектуючі, витратні матеріали, теплоносій. Приблизна вартість додаткового обладнання 10 тис. грн.

Для ТОВ «Інтеренергосервіс» вибираємо сонячний колектор плоский Sunrise PK ST NL 1,66 м², в кількості 20 шт (рисунок 2.19). Тип покриття - Standart виробляється з чорним селективним покриттям і застосовується в сезонних сонячних умовах у період року з квітня по жовтень. Вони задовольняють потреби щодо забезпечення гарячої води на 80-100 %. Сонячний колектор плоский.

- модель: sunrise pk st nl 1,66;
- розмір : 772x2125x90 мм;
- виробник sunrise;
- країна виробник Болгарія;
- підключення: компресійний фітінг ø 22;
- корпус алюмінієвий.

Надійний корпус витримує суворі умови навколишнього середовища і забезпечує довгий термін експлуатації продукту. Конструкція рами забезпечує легку фіксацію і кілька можливостей монтажу колектору.



Рисунок 2.13 – Загальний вид геліоколектору Sunrise PK ST NL

Поглинач виготовлений з елементів покритих міддю, для хорошої передачі тепла від сонця до теплоносія. Силіконові ущільнення стійкі до

ультрафіолетового випромінювання. Спеціально розроблені профілю та ущільнення забезпечують герметичність алюмінієвих конструкцій. Зроблено зі стійкого до сонця силікону високої якості. Ізоляційна мінеральна вата з винятковими теплоізоляційними можливостями тримає теплові втрати навіть в суворих кліматичних умовах.

Форма трубки абсорбера виконана у вигляді арфи, забезпечує малий гідравлічний опір і економічною витратою енергії. Кожен колектор перевіряється на герметичність. У виробництві використовується захисне скло сонячних колекторів DurasolarP+. Завдяки призматичної форми він захоплює навіть непрямі промені сонця і направляє їх прямо на поглинач. Це дозволяє сонячним променям потрапляти в колектор без відображення.

Будучи з низьким вмістом заліза ($\text{FeO} \leq 0.02\%$), скло має більш високу швидкість передачі енергії, ніж звичайні скла, витримують сніг і град. Силіконові ущільнення стійкі до ультрафіолетового випромінювання. Спеціально розроблені профілю та ущільнення забезпечують герметичність алюмінієвих конструкцій. Зроблено зі стійкого до сонця силікону високої якості.

Найпростіша система, яка не потребує використання додаткових джерел енергії, складається з накопичувальної ємності та панелі.

2.9 Впровадження системи регулювання теплового навантаження

Відомо, що централізовані котельні не в змозі оперативно реагувати на зміни зовнішньої температури повітря, а тому споживачеві потрібно оплачувати надлишкове тепло коли температура повітря зросла, а центральна котельня не встигла зменшити температуру теплоносія [5].

З цих міркувань використання систем регулювання теплоспоживання у сукупності з системою обліку спожитої теплової енергії є дуже привабливим. Такі системи здатні оперативно реагувати на зміни температури повітря та

зменшувати споживання теплової енергії, а теплові лічильники встановлені на вводах теплотраси будуть фіксувати зниження споживання тепла ТОВ «Інтеренергосервіс» не залежно від режиму роботи центральної котельної.

Для визначення ефекту енергозбереження від впровадження автоматизованої системи регулювання теплового навантаження будівлі з урахуванням погодних умов проведемо дослідження.

Осереднене споживання теплової енергії за опалювальний період в середньому за досліджувані роки, складає 917,59 ГКал.

Усереднене значення тарифу на теплову енергію за встановлений період складає 1877,68 грн. / ГКал.

Визначимо грошові витрати на теплову енергію в середньому за рік :

$$P = 917,59 \cdot 1877,68 = 71278,39 \text{ грн,} \quad (2.33)$$

Визначимо почасове середнє значення споживання теплової енергії :

$$Q_o = \frac{Q}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3}; \quad (2.34)$$

де Q - споживання теплової енергії за опалювальний сезон;

n_1 - кількість тижнів опалювального сезону;

n_2 - кількість днів в тижні;

n_3 - кількість годин в добі.

Отримаємо:

$$Q_o = \frac{917,59}{28 \cdot 7 \cdot 24} = 0,2 \text{ Гкал/рік,}$$

При використанні автоматизованої системи регулювання теплового навантаження будівлі з урахуванням погодних умов, з урахуванням оптимізованого розташування пацієнтів по палатах скористаємося статистичним даним середньодобової температури м. Запоріжжя для визначення орієнтовного графіка навантаження на майбутні періоди (рисунок 2.5). При експлуатації опалювальних установок із-за наявності теплової інерції будівель враховуються не миттєві, а середньодобові значення температур зовнішнього повітря.

Середньодобові значення температур за 10 років сортувалися за величиною, після чого вироблявся розрахунок відносної частоти стояння кожної з середньодобових температур протягом середньостатистичного опалювального сезону. Аналіз даних показує, що близько 15% опалювального сезону утримується температура вище чим 8°C , що вказує на можливість енергозбереження при правильному регулюванні навантаження на опалювання. Таким чином враховуючи все вище сказане задаємо графік навантаження. Зробимо диференціацію часу опалювання на робочий і вихідний день. Крім того, в робочий день система опалювання працюватиме на повне навантаження протягом 12 годин (06:00-18:00), інші 12 годин і 24 години у вихідні дні для підтримки декілька меншої температури (на рівні $+19^{\circ}\text{C}$) система опалювання працюватиме з 80 % навантаженням.

Введемо такий графік навантаження :

Понеділок, вівторок, середа, четвер, п'ятниця (5 робочих днів) 12 годин - 100%; 12 годин - 80% навантаження.

Вихідні: 24 години - 80% навантаження.

Такий графік характерний у разі, якщо автоматика не враховує погодних умов. Враховуючи те, що близько 15% опалювального сезону утримується температура вище 8°C , автоматика обмежувати теплове навантаження. Приймаємо зниження теплоспоживання на 10%. Розрахуємо споживання теплової енергії з урахуванням можливості регулювання теплового навантаження.

$$Q_p = Q_o \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (n_3 + n_3 \cdot 0,8) + Q_o \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot 0,8, \text{Гкал/опал.період}; \quad (2.35)$$

$$Q_p = 0,2 \cdot 28 \cdot 5 \cdot (12 + 12 \cdot 0,8) + 0,2 \cdot 28 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 0,8 = 655,87 \text{ Гкал/опал.період}$$

З урахуванням погодних умов:

$$Q_{p+n} = Q_p - Q_p \cdot 0,1, \text{ Гкал/опал.період}; \quad (2.36)$$

$$Q_{p+n} = 655,87 - 655,87 \cdot 0,1 = 590,28 \text{ Гкал/опал.період};$$

Річна економія теплової енергії за рахунок проведення теплового навантаження складає:

$$\Delta Q = Q - Q_{p+n}; \text{ Гкал/опал.період}; \quad (2.37)$$

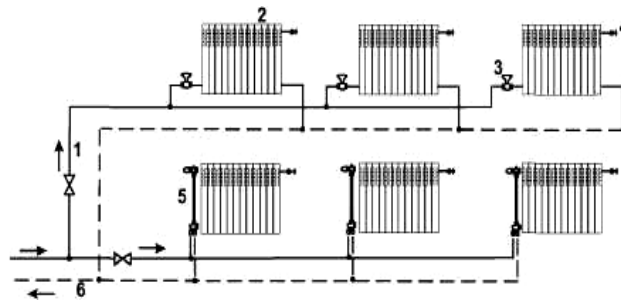
$$\Delta Q = 917,59 - 590,28 = 327,31 \text{ Гкал/опал.період.}$$

2.10 Модернізація міжповерхової розводки труб опалення

Для збереження теплової енергії дуже важливо правильно оцінити потреби в теплі в порівнянні з реальною витратою теплоносія. Тому необхідно встановлювати лічильники тепла на введеннях в об'єкт. У такому разі розрахунок вестиметься відповідно до реальної витрати теплоносія. Для приведення потоку і температури до необхідного споживання можуть бути використані електронні програмовані регулювальники і 2-ходовий клапан з електроприводом редуктора розміщуваний на зворотному трубопроводі системи опалювання, який управляє температурою потоку.

Горизонтальні двотрубні системи (рисунок 2.14) бувають з верхньою і нижньою розводкою. Нижня розводка дає ще одну перевагу: ділянки системи опалювання можна вводити в роботу поетапно, у міру будівництва поверхів. Вертикальні двотрубні схеми можуть використовуватися у будинках зі змінною поверховістю.

Найбільше поширення отримали двотрубні схеми опалювання. У двотрубній системі (рисунок 2.14) кожен нагрівальний прилад приєднується до двох труб: по одній підводиться гаряча вода, а по іншій йде охолоджена вода, при цьому усі опалювальні прилади виявляються принципово паралельні і рівноправні по відношенню один одному.



1 - стояк; 2 - нагрівальні прилади; 3 - регулюючий кран; 4 - випуск повітря,
5 - регулююча арматура; 6 - магістраль зворотної води

Рисунок 2.14 - Схема горизонтальної двотрубної схеми опалювання

Залежно від місця прокладення магістральних трубопроводів системи підрозділяються на системи з верхньою розводкою (рисунок 2.15), якщо гаряча(що подає), магістраль проходить вище за усі опалювальні прилади, і з нижньою розводкою (рисунок 2.16), коли і що подає і зворотна магістралі проходять нижче усіх нагрівальних приладів.

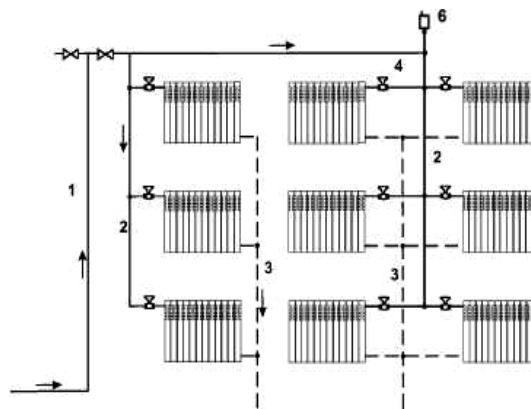
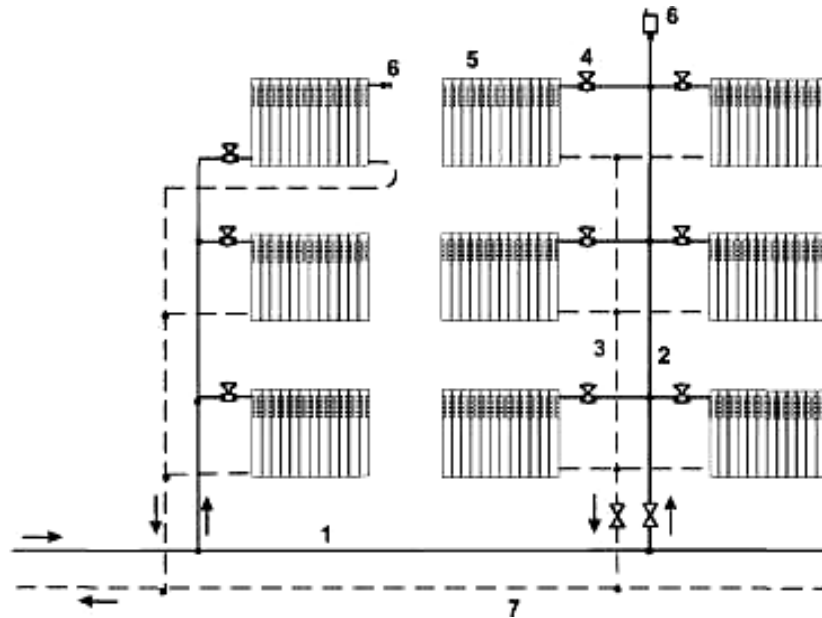


Рисунок 2.15 - Двотрубна вертикальна схема водяного опалювання з верхньою розводкою

На рисунку 2.16 приведена схема вертикальної двотрубної системи опалювання з верхньою розводкою з одностороннім і двостороннім приєднанням нагрівальних приладів. Гаряча вода з теплового пункту подається в головний стояк, потім по горизонтальній магістралі розводиться до стояків і від них до нагрівальних приладів. Охолоджена вода з нагрівальних приладів збирається в загальний зворотний стояк і далі через зворотну магістраль поступає в тепловий пункт. Горизонтальні магістралі прокладаються з ухилом 0,002. Ухили

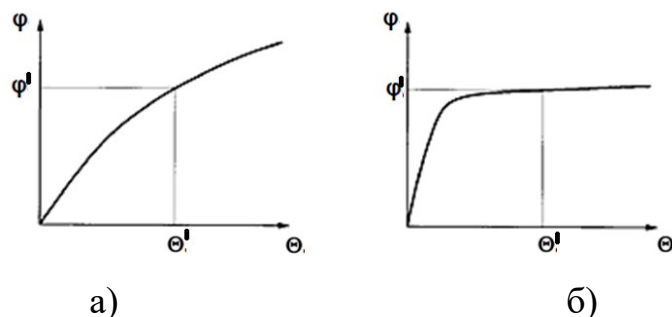
горизонтальних труб повинні забезпечити вихід повітря з системи до верхніх точок, де він буде видалений.

У системі з нижньою розводкою магістральна пінія розташовується в нижній частині системи.



1 - магістраль гарячої води; 2 - стояки гарячої води; 3 - стояки зворотної води; 4 - крани приладів; 5 - нагрівальні прилади; 6 - випуск повітря; 7 - зворотна магістраль

Рисунок 2.16 - Двотрубна вертикальна схема водяного опалювання з нижньою розводкою

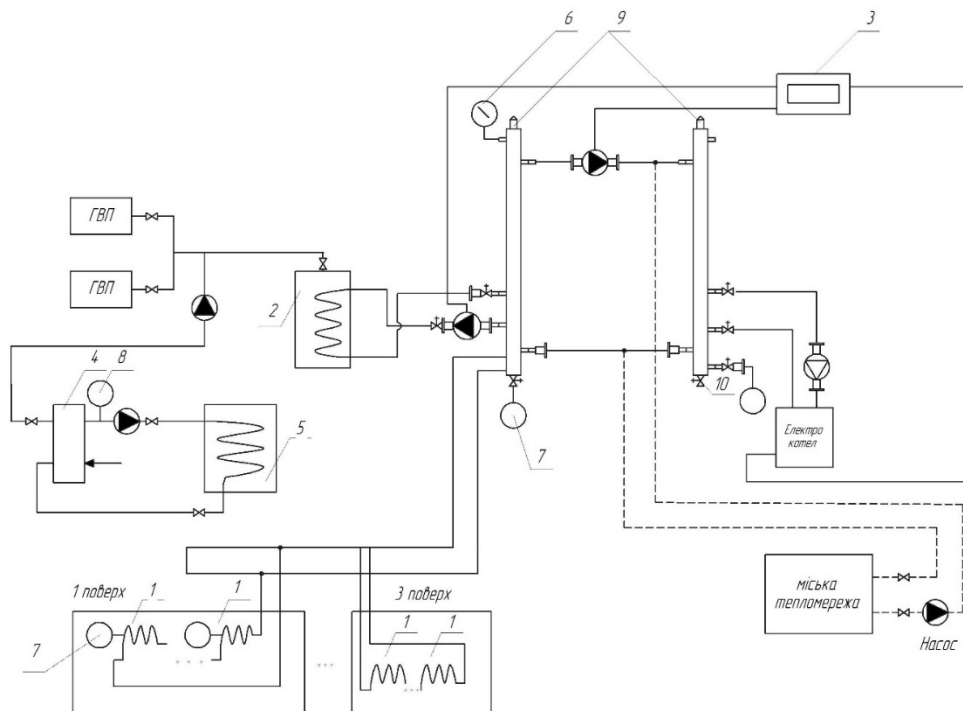


а) однотрубна система, б) двохтрубна система,

Рисунок 2.17 - Графіки ефективності двотрубної і однотрубної схем підключення

Як видно на графіках (рисунок 2.17) кути нахилу кривих дуже різні, а це означає, що для двотрубної системи зміни в тепловіддачі (Q) досить велике при зміні потоку, тоді як для однотрубної системи ми бачимо, що навіть великі зміни величини потоку практично не впливають на тепловіддачу.

Враховуючи усе вище згадане, спроектована структура системи опалювання і ГВП ТОВ «Інтеренергосервіс» показана на рисунку 2.18.



1 - радіатор опалення; 2 - бойлер ГВП; 3 - контролер управління системою тепlopостачання; 4 - бак-акумулятор ГВП; 5 - геліоколектор; 6 - манометр; 7 - термостат радіатора; 8 - датчик температури ГВ; 9 - клапан видалення повітря; 10 - спускний вентиль

Рисунок 2.18 - Структура системи опалювання і ГВП ТОВ «Інтеренергосервіс»

Для двотрубної системи опалювання зменшення навантаження не впливає на падіння температури в системі, в той же час для однотрубної системи невелике теплове навантаження викликає невеликий спад температури між тією, що подає і зворотною трубопроводом, тому що уся вода проходить через байпас в стояках. Висока різниця температур в двотрубних системі і малої різниці в однотрубній.

Той факт, що для 2-трубної системи зміна величини потоку має відчутний вплив на тепловіддачу, також говорить про важливість можливості регулювання потоку означає необхідність наявності попереднього налаштування вентилів при використанні їх в двотрубні системи опалювання.

Завдяки застосуванню розвиненої схеми автоматичного контролю режимів роботи устаткування і температурних параметрів в усіх значущих точках системи, вдається оптимізувати розподіл тепла і, відповідно, витрати енергоресурсів.

2.11 Обґрунтування вибору електрокотлу

Для компенсації нестачі опалювальної потужності використовуємо настінний електричний опалювальний котел Logamax E213. Котел може працювати в діапазоні потужностей : 4-60 кВт (рисунок 2.19).

Основна перевага Logamax E213 полягає в простоті монтажу, налаштування і мінімальній кількості додатково необхідних елементів системи опалювання при підключенні.



Рисунок 2.19 – Загальний вид електрокотлу Logamax E213

Електричні котли не вимагають окремого приміщення для установки, вони безшумні і малогабаритні, тому підходять для установки в житлових приміщеннях. Для Logamax E213 не вимагається встановлювати димар, тому що цей вид котлів не виділяє шкідливих речовин, а також немає необхідності очищення і утилізації продуктів згорання.

Електричний опалювальний котел Logamax E213 є сучасним екологічним джерелом тепла і призначений для пристрою системи опалювання житлових будинків, квартир і подібних об'єктів. Котел може бути підключений до будь-якої системи центрального або поверхового опалювання, змішаних або накопичувальних систем. Він може бути встановлений у вже існуючих закритих системах опалювання з котлами для твердого палива.

Діапазон потужності котлів Logamax E213 складається з 12 типоразмерів електродкотлу Logamax E213 в діапазоні потужностей 4-60 кВт (таблиці 2.20, 2.21). Електродкотел можна приєднати до будь-якої схеми центрального або поверхового опалювання.

Електричний котел Logamax E213 складається з корпусу котла, електричного блоку (електрошафи), панелі управління, насоса, перемикача тиску води, запобіжного клапана і розширювального бака (залежно від типу котла). Рама електричного котла кріпиться на стіні за допомогою кронштейнів, що є частиною постачання. Корпус котла зварений із сталевих пластин і оснащений теплоізоляцією. У корпусі котла встановлені електричні нагрівачі елементи (від їх кількості залежить потужність котла). Обшивка котла виготовлена із сталі і покрита комакситовою фарбою.

На панелі розташовані елементи управління і сигналізації. Запобіжник знаходиться у верхній частині електричного пристрою. Триступінчатий насос забезпечує циркуляцію котельної води по усій системі опалювання. Котловою термостат регулює температуру води в корпусі котла, блокувальний термостат захищає корпус котла від перегрівання.

Таблиця 2.20 - Параметри лінії для живлення електрокотлу

| Потужність електрокотлу, кВт | Перетин кабелю для однофазних котлів, мм ² | Переріз кабелю для трифазних котлів, мм ² |
|------------------------------|---|--|
| до 4 | 4,0 | 2,2 |
| до 6 | 6,0 | 2,4 |
| до 10 | 10,0 | 2,45 |
| до 12 | 16,0 | 2,5 |
| до 16 | 18,8 | 4,0 |
| до 22 | 19,0 | 6,0 |
| до 27 | 21,0 | 10 |
| до 30 | 22,0 | 16 |
| До 45 | 28,0 | 25 |
| До 60 | 31,1 | 35 |

Таблиця 2.21 - Параметри живлячої мережі електрокотлу

| Потужність електрокотлу, кВт | Для однофазних котлів, А | Для трифазних котлів, А |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 4 | 25 | 10 |
| 6 | 32 | 16 |
| 10 | 50 | 20 |
| 12 | 63 | 25 |
| 14 | 68 | 25 |
| 16 | 75 | 32 |
| 22 | 79 | 40 |
| 27 | 83 | 50 |
| 30 | 87 | 63 |
| 45 | 90 | 80 |
| 52 | 94 | 100 |
| 60 | 98 | 125 |

Вихідну температуру води і тиск в системі показує комбінований вимірювальний пристрій - термоманометр. Датчик контролю тиску контролює мінімальний тиск води в котлі (у опалювальній системі). При меншому тиску котел працювати не буде. У комплект постачання котла Logamax E213(4 - 60 кВт) входить насос і запобіжний клапан.

2.12 Розрахунок оптимального співвідношення між джерелами теплоти плануванням експерименту

Комбіновану систему тепlopостачання розраховували за допомогою планування експерименту.

Планування експерименту - вибір плану експерименту, що задовольняє заданим вимогам, сукупність дій спрямованих на розробку стратегії експериментування (від отримання апріорної інформації до отримання працездатною математичної моделі або визначення оптимальних умов). Це цілеспрямоване управління експериментом, що реалізовується в умовах неповного знання механізму досліджуваного явища [6].

У процесі вимірювань, наступної обробки даних , а також формалізації результатів у вигляді математичної моделі , виникають похибки і втрачається частина інформації, що міститься у вихідних даних. Застосування методів планування експерименту дозволяє визначити похибка математичної моделі і судити про її адекватності. Якщо точність моделі виявляється недостатньою , то застосування методів планування експерименту дозволяє модернізувати математичну модель з проведенням додаткових дослідів без втрати попередньої інформації і з мінімальними витратами.

Мета планування експерименту - знаходження таких умов і правил проведення дослідів при яких вдається отримати надійну і достовірну

інформацію про об'єкт з найменшою витратою праці, а також представити цю інформацію в компактній і зручній формі з кількісною оцінкою точності [7].

Серед основних методів планування, що застосовуються на різних етапах дослідження, використовують:

1) планування відсіває експерименту, основне значення якого виділення з усієї сукупності факторів групи істотних факторів, що підлягають подальшому детальному вивченню;

2) планування експерименту для дисперсійного аналізу, тобто складання планів для об'єктів з якісними факторами;

3) планування регресійного експерименту, що дозволяє отримувати регресійні моделі (поліноміальні і інші);

4) планування екстремального експерименту, в якому головне завдання - експериментальна оптимізація об'єкта дослідження;

5) планування при вивченні динамічних процесів і т.ін.

Під плануванням експерименту розуміється процедура вибору числа дослідів та умов їх проведення, необхідних для вирішення поставленого завдання з необхідною точністю. Всі змінні, що визначають досліджуваній об'єкт, змінюються одночасно за спеціальними правилами. Результати експерименту представляються у вигляді математичної моделі, що володіє певними статистичними властивостями, наприклад мінімальною дисперсією оцінок параметрів моделі.

Для експериментаторів, які не займаються плануванням багатфакторного експерименту, найбільш звичним методом дослідження є однофакторний експеримент. Він полягає в тому, що варіюється один фактор на декількох рівнях, а всі інші фактори підтримуються постійними.

Вплив інших факторів оцінити не можна. Висновки про вплив досліджуваного фактору можуть суттєво відрізнятися в залежності від рівня фіксування інших факторів.

Однак на практиці доводиться мати справу з багатфакторними об'єктами, де однофакторний експеримент неефективний.

У багатофакторних планах одночасно варіюється кілька факторів, а не кожен окремо.

План повинен бути складений так, щоб при статистичній обробці була можливість добре проаналізувати експеримент, перевірити чи існують ефекти досліджуваних факторів, визначити величину цих ефектів (не побачити неіснуючі і не "прогледіти" дійсні ефекти), знайти найменший значущий ефект і т.ін. Оцінки ефектів факторів можна вважати достовірними тільки тоді, коли ні неоднорідність експериментальних одиниць, ні інші невраховані фактори не в змозі привести до отриманого результату.

У плануванні експерименту сам експеримент розглядається як об'єкт дослідження та оптимізації. Тут здійснюється оптимальне управління веденням експерименту, в залежності від характеру досліджуваного об'єкта і цілей дослідження обґрунтовано вибираються тип планування експерименту, метод обробки даних.

Планування багатофакторних експериментів - новий підхід до організації та проведення екстремальних досліджень складних систем. Мета планування експерименту - витяг максимуму інформації при заданих витратах на експеримент або мінімізація витрат при отриманні інформації, достатньої для вирішення завдань. Планування експерименту дозволяє урівняти число дослідів поставленому завданню.

Планування багатофакторних експериментів з скороченням перебору варіантів є потужним засобом підвищення ефективності досліджень і зменшення витрат часу на експеримент. На прикладі плану 2^{7-4} для восьми факторів, кожен з яких змінюється на двох рівнях, кодованих +1 і -1, ці зміни наведені у таблиці 2.22.

У порівнянні з повним перебором цей план скорочує число дослідів в 16 разів. Якби ставилося повний факторний експеримент, то це вимагало б $N = 2^7 = 128$ дослідів; а в даному плані $N = 8$.

Таблиця 2.22 - Дробовий факторний план 2^{7-4}

| Номер експ-ту | Фактори | | | | | | | |
|------------------|---------|-------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| | X_0 | X_1 | X_2 | X_3 | $X_4(X_1X_2)$ | $X_5(X_1X_3)$ | $X_6(X_2X_3)$ | $X_7(X_1X_2X_3)$ |
| 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 |
| 2 | +1 | -1 | +1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 |
| 3 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 |
| 4 | +1 | -1 | -1 | +1 | +1 | -1 | -1 | +1 |
| 5 | +1 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | -1 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 | -1 | +1 |
| 7 | +1 | +1 | -1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 |
| 8 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | +1 | -1 |

Незважаючи на малу кількість дослідів, такий дробовий факторний план має такі властивості:

1. Симетричністю щодо центру експерименту: алгебраїчна сума елементів вектор-стовпця для кожного фактору дорівнює 0.

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} = 0 . \quad (2.38)$$

2. Ортогональним будь-яких двох векторів-стовпців плану: сума почленного добутків і їх елементів дорівнює нулю.

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} X_{ui} = 0, j \neq u, u = 1, 2 \dots k . \quad (2.39)$$

3. Нормуваннями: сума квадратів елементів кожного стовпця дорівнює числу дослідів.

$$\sum_{i=1}^N X_{ij}^2 = N . \quad (2.40)$$

Задачу складання багатofакторного плану можна вирішити у програмі Excel.

Обираємо для нашого планування експерименту min та max від централізованої котельні, сонячного колектору та електрочотлу.

Таблиця 2.23 - Планування експерименту min та max значень потужності

| Назва досліджу | Max, кВт·год | Min, кВт·год |
|---------------------|--------------|--------------|
| Центральна котельня | 729410 | 694660 |
| Сонячний колектор | 34750 | 17982 |
| Електрокотел | 34750 | 16768 |

Де від центральної котельні max=729410 (річна витрата на опалення та ГВП, кВт·год, данні наведені у таблиці 1.8 «Споживання енергоресурсів»), min=694660 (річна витрата тільки опалення, кВт·год, данні наведені у таблиці 1.8.). Від сонячного колектору max=34750 (річна витрата на ГВП, кВт·год), min=17982 (вироблена енергія сонячного колектору, кВт·год, данні наведені у таблиці 2.5.) Від електрокотлу max = 34750 (річна витрата на ГВП, кВт·год), min=16768. Розподілимо данні для планування експерименту у таблицю 2.24.

Таблиця 2.24 - Планування експерименту виробленої теплової енергії при min та max

| Номер експерименту | Центральна котельня, кВт·год | Сонячний колектор, кВт·год | Електрокотел, кВт·год | Q_{Σ} , кВт·год |
|--------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | 729410 | 34750 | 34750 | 798910 |
| 2 | 694660 | 34750 | 34750 | 764160 |
| 3 | 729410 | 17982 | 34750 | 782142 |
| 4 | 694660 | 17982 | 34750 | 747392 |
| 5 | 729410 | 34750 | 16768 | 780928 |
| 6 | 694660 | 34750 | 16768 | 746178 |
| 7 | 729410 | 17982 | 16768 | 764160 |
| 8 | 694660 | 17982 | 16768 | 729410 |
| Σ | | | | 6113280 |

Сума теплового постачання

$$\sum_{i=1}^8 X_{ij}^2 = 6113280 \text{ тис. кВт}\cdot\text{рік.}$$

Розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії проводиться за допомогою формули 3.3

- Вільний член рівняння:

$$Q_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{X}_{ij}}{N};$$

$$Q_0 =$$

$$\frac{798910+764160+782142+747392+780928+746178+764160+7294100}{8} = 764160$$

тис. кВт·год;

- коефіцієнт регресії i -го фактору:

$$Q_1 = \frac{\sum_{u=1}^N X_u}{N};$$

$$Q_1 = 10425 \text{ тис.кВт}\cdot\text{год};$$

$$Q_2 = 8340 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год};$$

$$Q_3 = 15985 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год.}$$

Таким чином, рівняння регресії має вигляд $Q_{\Sigma} = 764160 + 10425 \cdot Z_{ц,к} + 8340 \cdot Z_{с,к} + 15985 \cdot Z_{е,к}$

З метою зниження теплових витрат на гаряче водопостачання від центральної котельні та для підвищення тим самим енергетичної ефективності будівлі рекомендовано розглянути ряд заходів. Методом планування експерименту при пошуку оптимальних вимог, для центральної котельні, сонячного колектору та електрододогрівача, розглянути скільки потребується грошей для модернізації ГВП. Визначимо \min та \max в тис.грн. для центральної котельні, сонячного колектору та електрододогрівача.

При застосуванні переборного методу можна отримати найбільш економічно - доцільну вартість 1Гкал, для цього планується перебір всіх

можливих варіантів сполучення різних джерел теплової енергії. При цьому вартість $G_{\text{кал}}$ від сонячного колектору змінюється в залежності від площі СК. Електроенергія для гарячого водопостачання для догріву води застосовуємо нічний тариф з коефіцієнтом 0,4 до існуючого тарифу. У таблиці 2.25 зобразимо упорядкований переборний метод з вартістю $G_{\text{кал}}$ теплової енергії.

Таблиця 2.25 - Упорядкування переборного методу

| Номер комбінації | Витрати |
|------------------|---------|
| 1 | 2 |
| 11 | 1404,2 |
| 1 | 1382,4 |
| 2 | 1377 |
| 12 | 1372,8 |
| 7 | 1370,7 |
| 6 | 1367,8 |
| 21 | 1364 |
| 14 | 1356,8 |
| 15 | 1351 |
| 18 | 1346,9 |
| 17 | 1345,9 |
| 23 | 1298,1 |
| 31 | 1256,3 |
| 26 | 1213,3 |
| 29 | 1198,4 |
| 27 | 1185,6 |
| 28 | 1191,7 |
| 30 | 1210,1 |
| 25 | 1218,9 |

Продовження таблиці 2.25

| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
|---|---|

| | |
|----|--------|
| 24 | 1257,3 |
| 22 | 1338,6 |
| 16 | 1346,1 |
| 19 | 1348,8 |
| 20 | 1355,2 |
| 5 | 1364,3 |
| 13 | 1364,2 |
| 4 | 1368,8 |
| 3 | 1372,5 |
| 8 | 1376 |
| 9 | 1382,9 |
| 10 | 1392,2 |

Центральна котельня: $\min=1075,1$ тис.грн, так як згідно таблиці 1.8, річне споживання опалення від центрального теплопостачання дорівнює 597,3Гкал (1075,1 тис.грн.), $\max= 1128,96$ тис.грн., так як \max це сума 1075,1 тис.грн на опалення, та 53,82 тис. грн.. на гаряче водопостачання, згідно з таблиці 1.8. Сонячний колектор: $\min=24,7$ тис.грн це вироблена енергія СК у рік яка дорівнює 17,98 кВт згідно таблиці.2.5 помножено на тариф 0,75. Дорівнює 13,4 тис.грн. та помножити на добову витрату гарячої води 11,2 л/люд.,згідно СНиП 2.04.01.-85 [2]. $\max =920$ тис.грн. це максимальна необхідна площа СК= 460 м² , згідно таблиці.2.5, помножено на 2000 тис. грн. за 1 колектор.

Електрододогрівач: $\min=53,82$ тис.грн. це необхідна теплова енергія на ГВП за рік 34750 кВт·год згідно таблиці2.6, помножено на тариф 0,75 дорівнює 26 тис. грн. та додати опалюваний об'єм будівлі 8,5 тис.м³ . $\max =1075,1$ це сума витрат на опалення та на ГВП за рік, тис.грн, згідно таблиці.1.8.

Витрати, грн / Гкал

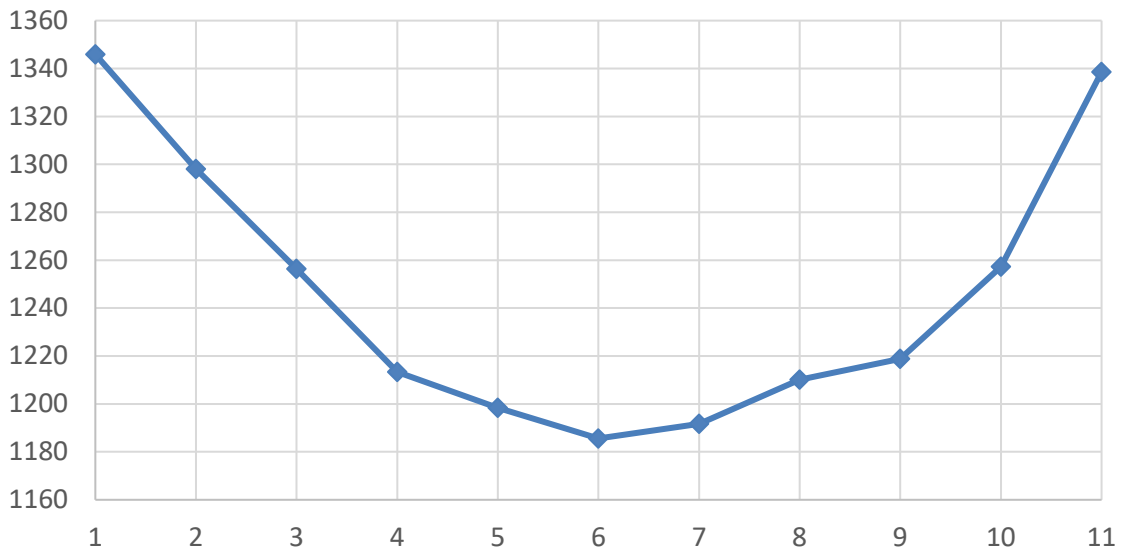


Рисунок 2.20 - Результат методу перебору комбінацій

Таким чином методом перебору за критерієм мінімізації собівартості 1Гкал теплової енергії встановлено оптимальне співвідношення між джерелами теплоти: найменші витрати на теплову енергію для підприємства спостерігаються при забезпеченні його теплотою від різних джерел, а собівартість теплової енергії при цьому в самому вигідному варіанті складе 1185,6 грн / Гкал.

Що у процентному співвідношенні між джерелами теплової енергії буде $Q_{ц.к} = 30\%$, $Q_{с.к} = 24\%$, $Q_{е.к} = 46\%$ (рисунок 2.21).

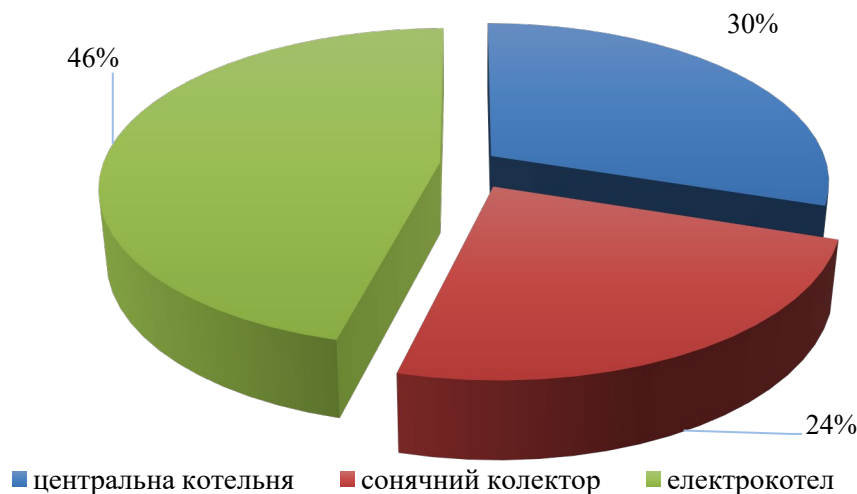


Рисунок 2.21 - Співвідношення вироблення між джерелами теплової енергії

Проаналізувавши експеримент можна зробити висновок: перевіривши ефекти досліджуваних факторів, найбільша величина цих ефектів приходить на центральну котельню, вона буде постачати 46% тепла, а найменший значущий ефект приходить на сонячний колектор – 24%.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

3.1. Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності інвестицій

Суть магістерської роботи полягає у дослідженні шляхів зниження витрат ТОВ «Інтеренергосервіс» на оплату енергоресурсів. Передбачене наступне:

- провести організаційні збори персоналу для проведення організаційних бесід щодо енергозбереження;
- встановити систему обліку енергоносіїв;
- провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами, а також встановити екрани за радіаторами опалювання;
- провести утеплювання будівлі ТОВ «Інтеренергосервіс»;
- впровадити заходи підвищення енергоефективності системи теплопостачання в частині запровадження комбінованої системи на базі електричного котлу та геліоколектору.

Організаційні збори відносяться до безвитратних заходів. Тому за цим пунктом не проводимо розрахунок витрат. Утеплювання будівлі власними силами потребує утеплювання вікон. Тому проведемо розрахунок капіталовкладень на утеплювання вікон.

Одне металопластикове вікно стандартної конструкції встановлене в ТОВ «Інтеренергосервіс» має розміри 1,8 х 1,5м. Кількість вікон у ТОВ «Інтеренергосервіс» становить 80 одиниць. Як що у вікнах гумовий ущільнювач не забруднено та не зруйновано, то такі вікна утеплювати не потрібно. Встановлення нових ущільнювачів буде проводитись слюсарями ТОВ «Інтеренергосервіс», а чистка ущільнювачів буде проводитись молодшим персоналом.

Огляд вікон персоналом ТОВ «Інтеренергосервіс» вказав на те, що 53 вікна потребують заміну ущільнювача а інші вікна його чистку.

На одно вікно потрібно 5 метрів гумового ущільнювача. Ціна ущільнювача 3,20 грн за 1 метр. Розрахуємо ціну необхідної кількості матеріалу:

$$K_y = 53 \cdot 5 \cdot 3,2 = 848 \text{ грн}; \quad (3.1)$$

Розрахуємо кошти для закупівлі та монтажу необхідного обладнання, яке потрібно для реалізації системи обліку енергоносіїв, перелік обладнання зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Перелік обладнання для системи комерційного обліку енергоносіїв

| № п.п. | Найменування обладнання | Одиниці вимірювання | Кількість одиниць, м | Ціна за одиницю, грн | Разом, грн |
|--------|--|---------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1 | Сервер | шт. | 1 | 6000 | 6000 |
| 2 | Модуль ADAM 4521 | шт. | 1 | 1700 | 1700 |
| 3 | Лічильник електроенергії ВРГС-1 | шт. | 2 | 800 | 1600 |
| 4 | Лічильник теплової енергії Метран-400 | шт. | 4 | 1300 | 5200 |
| 5 | Витратомір US-800 | шт. | 2 | 1600 | 3200 |
| 6 | Кабель віта пара | м | 1000 | 5 | 5000 |
| 7 | Програмне забезпечення (ОС, SCADA) | Комплект | 1 | 7200 | 7200 |
| 8 | Обладнання кабінету для встановлення серверу | | | 8 000 | 8 000 |
| 9 | Пусконалаштувальні роботи | | | 10 000 | 10 000 |
| Разом: | | | | | 47900 |

Розрахуємо витрати на заміну чавунних радіаторів опалення сучасними – сталевими, та встановлення відбиваючих екранів.

Кількість радіаторів опалення у ТОВ «Інтеренергосервіс» становить 175 одиниць. Вартість радіатору RADIK типу 22 з вбудованим термостатом становить 370 грн. Вартість відбивача для одного радіатору опалення становить 10 грн. Вартість демонтажу старого радіатору 30 грн, вартість монтажу радіатору типу RADIK 50 грн, вартість встановлення відбивача 5 грн.

Розрахуємо вартість заміни радіаторів та встановлення відбивачів:

$$K_3 = 175 \cdot 30 + 175 \cdot 370 + 175 \cdot 50 + 175 \cdot 10 + 175 \cdot 5 = 81375,00 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Разом капіталовкладення за перший етап:

$$K_I = 848 + 81375,00 = 82223,00 \text{ грн}; \quad (3.3)$$

Об'єкт споживає 627,2 Гкал теплової енергії на рік. У рамках програми енергозбереження передбачається впровадити енергозберігаюче обладнання. Визначити ефективність інвестицій в проект

Таблиця 3.2. - Вихідні дані для першого етапу енергозбереження

| Показники | Одиниці вимірювання | Позначення | Значення показника |
|--|---------------------|------------|--------------------|
| 1. Капіталовкладення в проект | грн | K | 82223,00 |
| 2. Річна норма амортизації основних засобів | % | H_A | 12,5 |
| 3. Норма відрахувань на техобслуговування і ремонт | % | H_P | 7,0 |
| 4. Ціна теплової енергії для підприємства | грн. / Гкал | C_Q | 1788,49 |
| 5. Ставка податку на прибуток | % | $C_{НП}$ | 19,0 |
| 6. Ставка податку на майно | % | $C_{НИ}$ | 2,0 |
| 7. Норма дисконту | % | E | 10,0 |

Потенціал енергозбереження, приріст прибутку і дохід від інвестицій (у розрахунку на рік).

Економія теплопостачання на об'єкті:

$$\Delta Q = 0,2 \cdot Q, \text{ Гкал}; \quad (3.4)$$

де Q – спожите тепло, Гкал.

$$\Delta Q = 0,2 \cdot 627,2 = 128,84 \text{ Гкал};$$

Вартість зекономленої енергії:

$$\Delta E = C_Q \cdot \Delta Q, \text{ грн}; \quad (3.5)$$

де C_Q – ціна теплової енергії для підприємства, грн / Гкал

$$\Delta E = 1788,49 \cdot 128,84 = 224285,05 \text{ грн};$$

Амортизація основних засобів:

$$A = 0,01 \cdot H_A \cdot K, \text{ грн}; \quad (3.6)$$

де H_A річна норма амортизації основних засобів, %.

$$A = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 82223,00 = 10277,88 \text{ грн};$$

Витрати на техобслуговування та ремонт:

$$P = 0,01 \cdot H_P \cdot K, \text{ грн}; \quad (3.7)$$

де H_P - норма відрахувань на техобслуговування і ремонт, %

K - капіталовкладення в проект, грн.

$$P = 0,01 \cdot 7,0 \cdot 82223,00 = 5755,61 \text{ грн};$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку):

$$\Delta C = \Delta E - (A + P), \text{ грн}; \quad (3.8)$$

$$\Delta C = 224285,05 - (10277,88 + 5755,61) = 82251,56 \text{ грн};$$

Приріст чистого прибутку підприємства:

$$ЧП = \Delta C \cdot (1 - 0,01 \cdot C_{НП}), \text{ грн}; \quad (3.9)$$

де $C_{НП}$ ставка податку на прибуток, %.

$$ЧП = 8251,56 \cdot (1 - 0,01 \cdot 19) = 6683,76 \text{ грн};$$

Річний дохід інвестиційного проекту:

$$D_l = ЧП + A, \text{ грн}. \quad (3.10)$$

$$D_l = 6683,76 + 10277,88 = 16961,64 \text{ грн}.$$

Критерії ефективності інвестицій визначаємо за спрощеною методикою, вважаємо, що річний прибуток постійний ($D_1 = D = \text{const}$). Розрахунок виконуємо в такій послідовності.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання:

$$T = 100 / H_A, \text{ років}; \quad (3.11)$$

$$T = 100 / 12,5 = 8 \text{ років};$$

Знаходимо значення множників, що дисконтуються з додатка з відомим значенням E і T :

$$\alpha_{(8,0,1)} = 5,3349 \text{ років};$$

Чистий дисконтований дохід проекту:

$$ЧДД = 16961,64 \cdot 5,3349 - 82223,00 = 8265,65 \text{ грн}; \quad (3.12)$$

Індекс прибутковості проекту:

$$ID = ЧДД / K + 1; \quad (3.13)$$

$$ID = 8265,65 / 82223,00 + 1 = 1,1;$$

Знаходимо граничне (мінімальне) значення множників, що дисконтуються, при якому проекті не збитковий:

$$\alpha_{T(PP)} = K / D, \text{ років}; \quad (3.14)$$

$$\alpha_{T(PP)} = 82223,00 / 16961,64 = 4,8 \text{ років};$$

При $T = 8$ років і $\alpha_{T(PP)} = 4,8$ року знаходимо, що шукане значення ставки знаходиться в інтервалі $0,55 - 0,58\%$. Методом лінійної інтерполяції знаходимо шукане значення внутрішньої норми доходності (ВНД):

$$\text{ВНД} = 0,55 + (0,58 - 0,55) \cdot \frac{4,9 - 4,8}{4,9 - 4,68} = 0,56 \quad (3.15)$$

Статичний термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{O(CT)} = K / D, \text{ років}; \quad (3.16)$$

$$T_{O(CT)} = 82223,00 / 16961,64 = 4,8 \text{ років};$$

Динамічний термін окупності знаходимо при $\alpha_{T(PP)} = 4,8$ року і нормі дисконту $E = 0,1$. Шукане значення потрапляє в інтервал 5-6 роки. Використовуючи формулу, знаходимо величину терміну окупності:

$$T_0 = 5 + (6 - 5) \frac{4,8 - 0,91}{4,9 - 0,91} = 5,97 \quad (3.17)$$

Граничні капіталовкладення в проект:

$$K_{ГР} = K + ЧДД, \text{ грн}; \quad (3.18)$$

$$K_{ГР} = 82223,00 + 8265,65 = 90488,65 \text{ грн};$$

Висновок по проекту. Всі розраховані критерії ефективності задовольняють умовам доцільності інвестиційного проекту:

$$ЧДД = 8265,65 \text{ грн} > 0;$$

$$ІД = 1,1 > 1;$$

$$ВНД = 0,56 > E = 0,10;$$

$$T_0 = 5,97 \text{ років} < T = 8 \text{ років}.$$

Отже, проект доцільний і може бути рекомендований до впровадження.

3.2 Розрахунок показників ефективності утеплення будівлі

Для утеплювання фасадів будівлі визначимо вартість конструкцій.

Площа усіх стін ТОВ «Інтеренергосервіс» за винятком вікон складає 5524 м². Утеплювання виконується базальтовим утеплювачем який має вигляд плити розміром 1x0,5x0,08 м та площею 0,5 м². Ціна однієї плити 35грн.

Розрахуємо кількість плит для утеплювання будівлі:

$$N_n = 5524 / 0,5 = 11048 \text{ од}; \quad (3.19)$$

Для кріплення однієї плити утеплювача потрібно 5 кліпс. Ціна одного комплекту для кріплення (200 од. кліпс) складає 68 грн.

Розрахуємо кількість комплектів кліпс для кріплення:

$$N_k = 11048 \cdot 5 / 200 = 278 \text{ од}; \quad (3.20)$$

Відділка фасадів виконується за допомогою алюмінієвих фасадів який має вигляд плити розміром 1x1м та площею 1 м².

Ціна 1м² фасаду з системами кріплення складає 65грн.

Розрахуємо кількість плит:

$$N_n = 5524 / 1 = 5524 \text{ од};$$

Витрати на монтаж утеплювача та фасаду складають оплату праці найманих робітників. Вартість монтажу 1 м² утеплювача складає 20 грн, вартість монтажу алюмінієвого фасаду складає 35 грн. Доставка матеріалу при великих об'ємах закупівлі безкоштовна.

Розрахуємо витрати на утеплювання фасадів будівлі та монтажу алюмінієвого фасаду:

$$K_y = 11048 \cdot 35 + 278 \cdot 68 + 11048 \cdot 20 + 5524 \cdot 65 + 5524 \cdot 35 = 1178944,00 \text{ грн.}$$

Термін окупності заходу рахуємо за формулою

$$T_{ок} = \frac{K}{E} \quad (3.21)$$

де K - капіталовкладення, що склали 1178,944 тис. грн;

E - економія, тис.грн. ;

$$E = 83,57 \cdot 1,788 = 150,43 \text{ тис.грн}$$

$$T_{ок} = \frac{1178,944}{150,43} = 7,84 \text{ років.}$$

З розрахунку можна зробити висновок, що утеплювання фасадів досить коштовний захід, а строк його окупності наближається до гранично допустимого.

3.3 Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності впровадження комбінованої системи теплопостачання

Передбачені наступні заходи:

- монтаж двохтрубної системи опалення;
- встановлення комбінованої системи теплопостачання на базі електрокотлу та геліоколектору.

Проведемо розрахунок витрат для монтажу двохтрубної системи опалення та встановлення електрокотлу та геліоколектору.

Довжина труб системи опалення у ТОВ «Інтеренергосервіс» становить приблизно 650м. Вартість металопластикової труби Stabi 32мм становить 56 грн за 1м. Вартість фасонних елементів становить 25 грн/од. Вартість демонтажу метра старої труби опалення 10 грн, вартість монтажу труби типу Stabi 32мм 35грн. Також необхідно врахувати що на один радіатор опалення приходиться 4 фасонних елементів.

Розрахуємо вартість заміни труб системи опалення:

$$K_o = 650 \cdot 10 + 2 \cdot 650 \cdot 56 + 2 \cdot 650 \cdot 35 + 4 \cdot 175 \cdot 25 = 142300,00 \text{ грн}; \quad (3.22)$$

Ціна електрокотлу Logamax E213 становить 18 000 грн, вартість монтажних робіт 4500 грн.

Ціна гелеоколектору з системою монтажу становить 16 000 грн за одну панель, вартість монтажних робіт однієї панелі становить 2200 грн. Для ТОВ «Інтеренергосервіс» потрібні 20 панелей.

Вартість встановлення електрокотлу та геліоколектору становить:

$$K_m = 18000 + 4500 + 20 \cdot 16000 + 20 \cdot 2200 = 386500 \text{ грн}; \quad (3.23)$$

Загальні витрати для реалізації другого етапу енергозбереження складуть:

$$Z = 142300,00 + 386500 = 528800 \text{ грн}; \quad (3.24)$$

У рамках третього етапу програми енергозбереження передбачається впровадити енергозберігаюче обладнання.

Потенціал енергозбереження, приріст прибутку і дохід від інвестицій (у розрахунку на рік).

Вартість зекономленої енергії враховується за собівартістю теплової енергії з комбінованої системи теплопостачання, що дорівнює 1185,6 грн /Гкал, а обсяг економії в грошовому еквіваленті визначається різницею між тарифом та собівартістю теплової енергії:

$$\Delta E = 602,4 \cdot 343,95 = 207195 \text{ грн};$$

Таблиця 3.3. - Вихідні дані для третього етапу енергозбереження

| Показники | Одиниці вимірювання | Позначення | Значення показника |
|--|---------------------|-----------------|--------------------|
| 1. Капіталовкладення в проект | грн | K | 528800 |
| 2. Річна норма амортизації основних засобів | % | H_A | 32,5 |
| 3. Норма відрахувань на техобслуговування і ремонт | % | H_P | 7,0 |
| 4. Ціна теплової енергії для підприємства | грн. / Гкал | C_Q | 1185,6 |
| 5. Ставка податку на прибуток | % | $C_{\text{НП}}$ | 19,0 |
| 6. Ставка податку на майно | % | $C_{\text{НИ}}$ | 2,0 |
| 7. Норма дисконту | % | E | 10,0 |

Амортизація основних засобів за формулою (3.6):

$$A = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 528800 = 23450,00 \text{ грн};$$

Витрати на техобслуговування та ремонт за формулою (3.7):

$$P = 0,01 \cdot 7,0 \cdot 528800 = 13132,00 \text{ грн};$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку) за формулою (3.8):

$$\Delta C = 65783,59 - (23450,00 + 13132,00) = 28249,00 \text{ грн};$$

Приріст чистого прибутку підприємства за формулою (3.9):

$$ЧП = 28249,00 (1 - 0,01 \cdot 19) = 22881,69 \text{ грн};$$

Річний дохід інвестиційного проекту за формулою (3.10):

$$D_1 = 22881,69 + 23450,00 = 46331,69 \text{ грн}.$$

Критерії ефективності інвестицій визначаємо за спрощеною методикою, вважаємо річний прибуток постійний ($D_1 = D = \text{const}$). Розрахунок виконуємо в такій послідовності.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання за формулою (3.11):

$$T=100/12,5 = 8 \text{ років};$$

Знаходимо значення множників, що дисконтуються з відомим значенням E і T :

$$\alpha_{(8,0,1)} = 5,3349 \text{ років};$$

Чистий дисконтований дохід проекту за формулою (3.12):

$$\text{ЧДД} = 46331,69 \cdot 5,3349 - 528800 = 59574,93 \text{ грн};$$

Індекс прибутковості проекту за формулою (3.13):

$$\text{ІД} = 59574,93 / 528800 + 1 = 1,32;$$

Знаходимо граничне (мінімальне) значення множників, що дисконтуються, при якому проект не збитковий за формулою (3.14):

$$\alpha_{T(PP)} = 528,800 / 130,57 = 2,55 \text{ років}.$$

При $T = 8$ років і $\alpha_{T(PP)} = 4,05$ року знаходимо, що шукане значення ставки знаходиться в інтервалі $0,55 - 0,60\%$. Методом лінійної інтерполяції знаходимо шукане значення ВНД за формулою (3.16):

$$\text{ВНД} = 0,55 + (0,6 - 0,55) \cdot \frac{4,95 - 4,05}{4,95 - 4,7} = 0,73;$$

Статичний термін окупності визначаємо за формулою за формулою (3.17):

$$T_{O(CT)} = 528,800 / 130,57 = 2,55 \text{ років};$$

Динамічний термін окупності знаходимо при $\alpha_{T(PP)} = 2,55$ років і нормі дисконту $E = 0,1$. Шукане значення потрапляє в інтервал 2-3 років. Використовуючи формулу, знаходимо величину терміну окупності за формулою (3.18):

$$T_o = 4 + (5 - 4) \frac{4,04 - 0,89}{4,11 - 0,89} = 2,55;$$

Висновок по проекту. Всі розраховані критерії ефективності задовольняють умовам доцільності інвестиційного проекту:

$$\text{ЧДД} = 59574,93 \text{ грн} > 0;$$

$$\text{ІД} = 1,32 > 1;$$

$$\text{ВНД} = 0,73 > E = 0,10;$$

$$T_o = 2,55 \text{ років} < T = 8 \text{ років}.$$

Отже, проект доцільний і може бути рекомендований до впровадження.

3.4 Зведені економічні показники впровадження запропонованих заходів в умовах ТОВ «Інтеренергосервіс»

Техніко-економічні показники впровадження запропонованих заходів з енергозбереження з урахуванням структури системи теплопостачання на їх основі та доцільного співвідношення між ними в умовах ТОВ «Інтеренергосервіс» зведено до таблиці 3.4.

Економічний ефект від запропонованих заходів з енергозбереження в графічному вигляді представлено на рисунку 3.1. Отже, на першому етапі, встановлено граничні значення витрат коштів на реалізацію кожного із запропонованих заходів з енергозбереження. На другому, методом перебору за критерієм мінімізації собівартості 1Гкал теплової енергії встановлено оптимальне співвідношення між джерелами теплоти. В результаті проведених розрахунків встановлено доцільність впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності на об'єкті дослідження, визначено ефекти від їх впровадження. Вартість впровадження 1-го етапу - 82223,00 грн. Економічний ефект від впровадження етапу складе - 16,96 тис. грн /рік. Термін окупності - 4,8 років.

Другий етап : капіталовкладення в проект 1178,944 тис. грн; економічний ефект на об'єкті 150,43 тис. грн; термін окупності 7,84 років. В роботі третім етапом виконано розрахунок комбінованої системи теплопостачання, яка складається з геліоколектору - Sunrise PK ST NL 1,66 м², в кількості 20 шт та електрокотлу фірми Logamax E213 потужністю 60 кВт. Капіталовкладення в проект 528,8 тис. грн; економічний ефект 207,195 тис. грн; термін окупності 2,55 років.

Таблиця 3.4 - Техніко-економічні показники запропонованих заходів з енергозбереження в умовах ТОВ «Інтеренергосервіс»

| № п/п | Економічні показники | Система обліку енергоносіїв, Заміна чавунних радіаторів | Утеплення будівлі | Монтаж системи опалення, Комбінована система теплопостачання | Система заходів |
|-------|--------------------------------|---|-------------------|--|-----------------|
| 1 | Капітальні витрати, грн. | 82,223 | 1178,944 | 528,8 | 1789,967 |
| 2 | Економічний ефект, грн. | 16,96 | 150,43 | 207,195 | 374,585 |
| 3 | Ефективність капіталовкла день | 0,21 | 0,13 | 0,39 | 0,21 |
| 4 | Термін окупності, років | 4,85 | 7,84 | 2,55 | 4,78 |

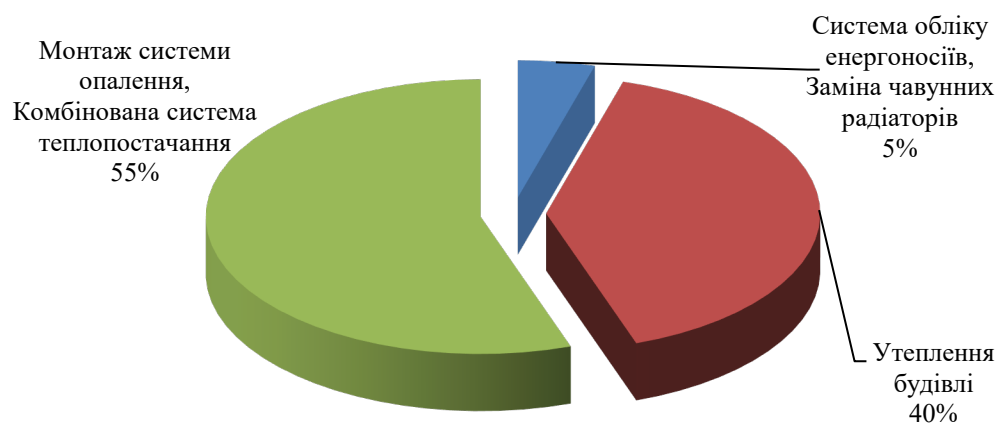


Рисунок 3.1 - Економічний ефект від запропонованих заходів з енергозбереження

Усі запропоновані заходи виявилися економічно доцільними.

ВИСНОВКИ

В першому розділі було проведено аналіз будівлі з позиції енергоефективності. В результаті було визначено рівень споживання теплової, електричної енергії, а також питної води та ін. Після визначення найбільших обсягів споживання енергетичних ресурсів, було намічено напрям роботи який передбачає розгляд комплекс заходів, спрямованих на підвищення ефективності системи енергоспоживання. Як показав аналіз структури енергоспоживання об'єкту найбільш значними статтями витрат являються витрати на опалювання та гарячу воду.

В другому розділі було проведено розрахунки доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності. Визначені можливості впровадження сонячного колектору (СК), та з'ясовано рівень енергії сонячного колектору, який на рік становить 17,98 тис.кВт·год. Також встановлено, що при впровадженні СК потреба в тепловій енергії на ГВП буде становити 12,57 тис. грн., що на 17,33 тис. грн менше ніж йде від підігрів від котельні. Також прорахували вибір кута установки сонячного колектору який дорівнює 45°.

Також було проведено розрахунок комбінованої системи теплопостачання методом планування експерименту, встановлено оптимальне співвідношення між теплотою, що поступає від центральної котельні, сонячного колектору та електрокотлу. Метод перебору дав такий результат: найменші витрати на теплову енергію для підприємства спостерігаються при забезпеченні теплотою на 30% від центральної котельні, майже 24% від сонячного колектору, та 46% від електрокотлу.

У роботі сформульовано план дій за енергозбереженням, який умовно поділений на етапи.

Перший етап:

- провести збори персоналу для проведення організаційних бесід з енергозбереження;

- встановити на вводах теплотраси систему обліку теплової енергії
- провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами, а також встановити екрани за радіаторами опалювання

- капіталовкладення в проект 82223,00 грн;
- економія теплопостачання на об'єкті 16,96 тис. грн /рік;
- термін окупності 4,8 років.

Другий етап:

- провести утеплення будівлі.
- капіталовкладення в проект 1178,944 тис. грн;
- економічний ефект на об'єкті 150,43 тис. грн;
- термін окупності 7,84 років.

Третій етап:

- змонтувати двохтрубну систему опалення;
- встановити електрокотел та геліоколектор.
- капіталовкладення в проект 528,8 тис. грн;
- економічний ефект 207,195 тис. грн;
- термін окупності 2,55 років.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: [Текст] : учеб. / Е.Я. Соколов. – 7 изд., стер. М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472с.
2. Теплоснабжение [Текст] : учеб. / А.А. Ионин, Б.М. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336с.
3. Дубинин, А. М. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий: учебное пособие / А.М. Дубинин. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. – 161с.
4. Иванов, В. Г., Солдатов, А. В., Клименко В. Н., и др. Охрана труда. Инженерные решения практических задач. [Текст] : учеб. / Укр. инж.-пед. акад. - Х.: , 2005. - 283 с.
5. Варфоломеев, Ю. М., Кокорин, О. Я. Отопление и тепловые сети [Текст]: учеб. / – М.: Инфра-М, 2006. – 48 с.
6. Энергосбережение в бюджетной сфере. [Текст] : учеб. / А. И. Евиланов, М. В. Кулик, В. Я. Злобинский. – К. : Знання, 1999г. – 472 с.
7. Качан, Ю. Г. Основы энергосбережения [Текст] : Навчальний посібник / Ю. Г. Качан. – Запорожье: ЗГИА, 2005. – 183 с.
8. Никельберг, В. Д. Монтаж освещения промышленных и жилых зданий [Текст] : учеб. пособие / В. Д. Никельберг, В. Н. Кожухаров. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 194 с.
9. Сибикин, Ю. Д. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий [Текст] : учеб. / Ю. Д. Сибикин. – М. : Наука, 2002. – 248 с.
10. Фаликов, В.С. Энергосбережение в системах тепловодоснабжения зданий: Монография. – М.: ГУП “ВИМИ”, 2001. - 96с.
11. Шелигинский, А.Я. Борисов, К.Б. Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях промышленных, общественных и жилых зданий. [Текст]: учеб. / – М.: МЭИ, 1999. – 88 с.

12. Энергосбережение в Украине: оборудование, материалы, услуги/ [Текст] : учеб. / ред. О. И. Гололобов.- К.: Арт-Пресс, 2000. - 250 с.
13. Розенгарт, Ю. И. Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование [Текст] / Ю.И Розенгарт , Б.И Якобсон., З.А. Мурадова - Киев: «Вища школа», 1988 - 328с.
14. Деев, Л. В. Котельные установки и их обслуживание [Текст] / Л.В Деев, Балахничев Н.А. - М.: «Высшая школа», 1990 - 214с.
15. Справочник эксплуатационника газовых котельных [Текст] : учеб. пособие / Под ред. Столпнера Е.Б. - Ленинград: «Недра», 1976 - 528с.
16. Александров, В. Г. Паровые котлы средней и малой мощности [Текст]: учеб. / В.Г. Александров. - М.: «Энергия», 1966 - 246с.
17. Гусовский, В. Г. Газогорелочные устройства и системы отопления нагревательных и термических печей [Текст] : учеб. / В.Г. Гусовский, А.Е. Лифшиц, В.М Тымчак. - М.: «Металлургия». 1967 - 260с.
18. Кацнельсон, В.Д., Испытания котлоагрегатов с мощными плоскофакельными горелками [Текст] : учеб. / В.Д. Кацнельсон, А.А. Шатиль, А.И. Тарасов.- К.: Электрические станции, 1978 - 138с.
19. Винтовкин, А. А., Современные горелочные устройства (конструкции и технические характеристики) [Текст] : учеб. / Справочное издание А.А. Винтовкин, , М.Г. Ладыгичев, В.Л. Гусовский, А.Б. Усачев. / А.А.Винтовкин и др. - М.: Машиностроение -1, 2001 - 496 с.
20. Воливахин, В. И. Доменное производство [Текст] : учеб. / В.И Воливахин - М.: «Металлургия», 1976. - 248 с.
21. Иванов, Ю. В. Газогорелочные устройства [Текст] : учеб. / Ю.В. Иванов - М.: «Недра», 1972 - 376с.
22. Петкин, А. М. Экономия энергоресурсов: резервы и факторы эффективности [Текст] : учеб. / А.М. Петкин, - М.: «Техника», 1982 - 216с.
26. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетики [Текст] : учеб. / Г. Ф. Быстрицкий – М. : КноРус, 2011. – 352 с.