

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

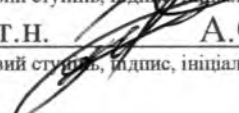
Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз шляхів зменшення енерговикористання першого корпусу Пологівської районної лікарні

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1449з
спеціальності теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації
_____ (код і назва спеціалізації)

Гонтарьов Кирило Вячеславович
(ініціали та прізвище)

Керівник д.т.н., професор  Є.О.Адоньєв
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент доцент, д.т.н.  А.О.Чейлитко
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
« 01 » грудень 2020 року

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

Гонтарьов Кирило Вячеславович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз шляхів зменшення енерговикористання першого корпусу Пологівської районної лікарні

керівник роботи Адоньєв Євген Олександрович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року № 601-с

2 Строк подання студентом роботи 05 грудня 2020 р.

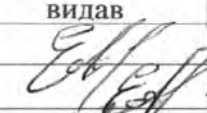

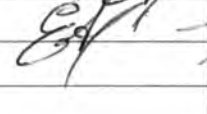
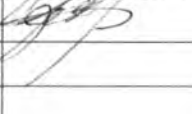
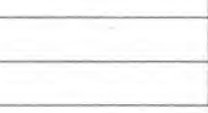
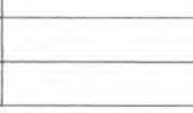
3 Вихідні дані до роботи м.Пологи, Периметр будівлі складає 274,5 метрів.

Кількість поверхів – 5. Висота будівлі складає 19,1 метр. Площа забудови – 1446 м². Зовнішні стіни з силікатної цегли товщиною 510 мм.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів, Визначення енергетичної ефективності будівлі, Умови експлуатації системи опалення, Принципова дія системи опалення, що рекомендована до експлуатації, Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графік температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводі, огороджуючі конструкції будівлі

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Адоньєв Є.О.		
2	Адоньєв Є.О.		
3	Адоньєв Є.О.		

7 Дата видачі завдання 05 травня 2020 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

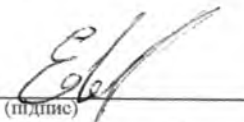
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Потреба підвищення енергоефективності існуючої забудови в Україні	05.05.2020	
2	Аналіз шляхів зменшення енерговикористання першого корпусу пологівської районної лікарні	01.08.2020	
3	Охорона праці	05.11.2020	
4	Оформлення пояснювальної записки	01.12.2020	
5	Підготовка презентації	10.12.2020	

Студент


(підпис)

К.В. Гонтарьов
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)


(підпис)

Є.О. Адоньєв
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Ю.М. Каюков
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Гонтарьов К.В. Аналіз шляхів зменшення енерговикористання першого корпусу Пологівської районної лікарні.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник докт тех. наук, професор Адоньєв Є.О. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

В роботі розглянуто питання підвищення енергетичної ефективності громадської будівлі. Запропоновано перелік заходів для зниження використання енергетичних ресурсів комунальним некомерційним підприємством «Пологівська багатoproфільна лікарня інтенсивного лікування».

Ключові слова: енергоаудит, підвищення енергетичної ефективності будівлі, огорожуючі конструкції, інженерні мережі.

ABSTRACT

Gontaryov K.V. Analysis of ways to reduce the energy use of the first building of the Pologovsky District Hospital.

Qualification graduation work for the degree of higher education of master's degree in specialty 144 - Thermal power engineering, scientific supervisor doct. of Sciences, Professor Adonyev E.O. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Heat and Hydropower, 2020.

The paper considers the issue of increasing the energy efficiency of a public building. A list of measures to reduce the use of energy resources by the municipal non-profit enterprise "Pologi Multidisciplinary Intensive Care Hospital" is proposed.

Keywords: energy audit, increase of energy efficiency of the building, enclosing constructions, engineering networks.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПОТРЕБА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧОЇ ЗАБУДОВИ В УКРАЇНІ	8
1.1 Європейські вимоги до об'єктів щодо енергоефективності	10
1.2 Методологія енергоаудиту.....	12
1.3 Розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів	18
2. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ПЕРШОГО КОРПУСУ ПОЛОГІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ЛІКАРНІ	24
2.1 Загальна інформація про об'єкт	27
2.2 Визначення енергетичної ефективності будівлі	31
2.3 Умови експлуатації системи опалення	41
2.5 Принципова дія системи опалення, що рекомендована до експлуатації	60
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	65
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	65
3.2 Заходи з поліпшення умов праці	67
3.3 Виробнича санітарія	69
3.4 Електробезпека	71
3.5 Пожежна безпека.....	72
3.6 Розрахунок ізоляції котла	73
ВИСНОВКИ	78
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	79

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному світі наявність і доступність паливно-енергетичних ресурсів, безперебійність постачання й ефективність їх використання багато в чому визначають стійкість та темпи розвитку будь-якої країни. Не є винятком і Україна, де на сьогодні складається все більш напружена ситуація з забезпеченням енергетичними ресурсами, від успішного вирішення якої може залежати швидкість та якість розвитку країни у майбутньому.

Українська промисловість та побутовий сектор у зараз є надзвичайно енерговитратними, при цьому країна є залежною від енергоносії в, що видобуваються за її межами, та не має можливості суттєво впливати на рівень цін на імпортовані енергетичні ресурси, в першу чергу на природний газ, та суттєво диверсифікувати його постачання. Це відображається і на економічному розвитку кожного з секторів економіки, і на собівартості продукції підприємств, і на життєвому рівні людей, що вимушені з кожним роком платити за опалення та комунальні послуги все більше.

Існуюча наразі ситуація ставить питання економії енергетичних ресурсів в один ряд з ключовими питаннями економічної безпеки держави, а впровадження енергозберігальних заходів на усіх рівнях господарського механізму визначає першочерговим завданням, від термінів та якості вирішення якого залежить функціонування та навіть виживання всієї країни.

Пошук шляхів оптимізації енергоспоживання в муніципальному секторі є актуальним та надзвичайно важливим напрямком розвитку країни, адже вважається, що потенціал енергозбереження у муніципального сектору сягає 40 %.

Метою дипломної роботи є дослідження можливості підвищення енергетичної ефективності громадської будівлі.

Об'єктом дослідження є багатоповерхова будівля комунального некомерційного підприємства «Пологівська багатопрофільна лікарня інтенсивного лікування».

Предметом дослідження є теплові процеси в споруді, як в складній інженерній системі.

Методи дослідження. Використано розрахунково-дослідницький метод, заснований на результатах досліджень і експлуатаційних даних.

Практична цінність роботи. Встановлено оптимальний перелік першочергових заходів для підвищення енергетичної ефективності будівлі.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні дослідження виконанні безпосередньо автором спільно із співробітниками Запорізького національного університету.

Об'єм та структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, розділів, загальних висновків, списку літератури із джерел. Загальний об'єм роботи становить сторінок, таблиць.

1 ПОТРЕБА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧОЇ ЗАБУДОВИ В УКРАЇНІ

Розвиток світової економіки супроводжується зростанням енергоспоживання, обмеженістю усіх видів палива, перш за все нафти та природного газу, невідповідністю між наявністю власних енергоносії в країні і потребою в них та посиленням конкуренції на енергетичних ринках.

Паралельно з бурхливим розвитком світової економіки та побутового сектору відбувається майже безперервне збільшення світового енергоспоживання, яке на початку XXI століття у всіх регіонах тільки зростає (порівняно 1995 роком кінцеве енергоспоживання у світі збільшилося на 35%, при цьому за останні 10 років на 12% [1]).

Зростання потужностей світової енергетики супроводжувалось структурною перебудовою паливно-енергетичного балансу, зміною ролі та значення окремих енергоносії в. Якщо у 1900 році існувала практично однорідна структура енергоспоживання, яка складалася на 96% з вугілля і малоцінних твердих палив, то в подальшому відбулося її ускладнення внаслідок скорочення використання вугілля і активного впровадження нафти, газу та електроенергії.

Нафта, природний газ, вугілля і первинна електроенергія, що виробляється на гідро- та атомних електростанціях, утворюють групу основних або класичних енергоносії в, крім них існують такі допоміжні, як торф, дрова, рапс, енергія сонця та інші види палива та альтернативної енергії, питома вага яких не перевищує 5-10%.

Сучасна світова енергетична система набула більш інтегрованого характеру, що виявляється в тому, що кінцеві споживачі споживають усе більше енергоносії в, імпортованих із інших країн, при цьому енергоефективність та енергозбереження зараз є одними із найважливіших пріоритетів соціально-економічного розвитку у глобальному, національному та регіональному вимірах.

Ефективна реалізація відповідної політики за цими напрямками дозволяє значною мірою вирішувати як наявні проблеми глобального масштабу (обмеженість запасів паливно-енергетичних ресурсів, зростання негативного впливу використання енергії на довкілля і пов'язані з цим кліматичні зміни), національного масштабу (досягнення відповідного рівня енергетичної безпеки та енергетичної незалежності, високого рівня конкурентоспроможності національних економік), так і проблеми регіонального розвитку (досягнення високого рівня соціально-економічного розвитку та сталого економічного зростання).

Важливість політики енергозбереження та енергоефективності розвинути країни світу зрозуміли після нафтових криз 1970-х рр., коли протягом декількох місяців ціни на основний енергетичний ресурс – нафту – збільшилися в декілька разів. Саме з цього часу більшість розвинутих країн світу втілюють програми з підвищення енергоефективності.

В умовах обмеженості енергоресурсів та їх нерівномірного розподілу на планеті боротьба за доступ до останніх буде посилюватися в майбутньому. Нерівномірність географічного розподілу природних енергетичних ресурсів спричиняє постійну загрозу міжнародних конфліктів, які можуть прийняти форму воєнних зіткнень. У майбутньому за рахунок енергозбереження темпи зростання енергоспоживання в порівнянні з темпами зростання ВВП у багатьох країнах повинні знизитися. Зараз збільшення середньосвітового енергоспоживання на душу населення в основному пов'язане зі швидким зростанням цього показника в країнах Латинської Америки, Східної та Південно-Східної Азії . За прогнозами, через 20 років 70% приросту споживання енергії припадатиме на країни, що розвиваються, що може загострити енергетичні проблеми в світі.

1.1 Європейські вимоги до об'єктів щодо енергоефективності

В ЄС застосовується комплексний підхід до формування правової бази у сфері енергоефективності. Основними видами правових документів, які застосовуються в ЄС, вважаються:

- постанови (є обов'язковими для застосування усіма країнами ЄС);
- директиви (є обов'язковими для держав-членів в частині результатів, які повинні бути досягнуті та повинні бути відображені в національній правовій базі);
- рішення (обов'язкові тільки для суб'єктів, яким вони адресовані);
- рекомендації та положення (не мають обов'язкового характеру і є декларативними документами).

Одним із основних документів ЄС в галузі енергоефективності був «План дій з енергоефективності на 2007-2020 рр.» Серед його основних цілей є:

- відносна економія енергоспоживання не менше ніж на 20% за рахунок зростання енергоефективності порівняно зі звичайним сценарієм розвитку;
- досягнення 20%-ї частки відновлюваних джерел енергії в загальному обсязі енергоспоживання ЄС до 2020 року;
- зниження викидів парникових газів на 20% по відношенню до базового (базовий рівень визначається за Кіотським протоколом 1990 р.);
- зростання енергоефективності в секторі ЖКГ на 20%;
- модернізація та підвищення енергоефективності сектору електрогенерації за рахунок зростання ККД на 20%;
- досягнення країнами ЄС до 2010 року 10%-го обсягу поєднання електроенергетичної та газотранспортної систем.

У червні 2012 року прийнята Директива ЄС з енергетичної ефективності (Директива ЄС 2012/27/EU), яка визначає загальний комплекс заходів з підвищення енергоефективності та містить наступні положення:

1. Реконструкція будівель. Країни-члени ЄС повинні проводити реконструкцію як мінімум 3% площі опалюваних будівель, які займають органи державної влади;

2. Збільшення ефективності енергетичних систем. Енергетичні компанії, які потрапляють під дію цієї директиви, повинні досягнути певного рівня енергетичної ефективності процесів виробництва та транспортування енергії (однією з вимог є щорічне скорочення загального енергоспоживання на 1,5 % відносно рівня 2009 року в період з 2014 по 2020 роки);

3. Енергоаудит. Широкий перелік організацій та компаній, значних споживачів енергії, яким необхідне проходження процедури енергоаудиту (процедура енергетичного обстеження повинна бути проведена не пізніше 3 років з моменту вступу в дію Директиви (2012 рік) та проводитися кожні 4 роки кваліфікованими енергоаудиторами);

4. Підвищення ефективності систем опалення та кондиціонування повітря. До грудня 2015 року усі країни-члени ЄС повинні завершити та надати Єврокомісії звіти про поточний стан справ та плани у сфері комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, у сфері опалення та кондиціонування;

5. Розробка механізмів фінансування. Органи державної влади повинні розробити та впровадити певні механізми фінансування (інвестування) підвищення енергоефективності;

6. Загальноєвропейські та національні цілі. Загальною метою зі зниження енергоспоживання в ЄС є визначений Директивою рівень в 20 % до 2020 року. Водночас, кожна з країн-членів ЄС повинна встановити власні цілі зі збільшення енергетичної ефективності та актуалізувати свої Стратегії кожні три роки (2014, 2017 та 2020).

Екологічне будівництво разом з підвищенням енергоефективності будівель входить до загального напрямку Глобального зеленого нового курсу (ГЗНК), спрямованого на сприяння оздоровленню фінансової системи, подолання рецесії в економіці, переведення після кризового розвитку на

шлях екологічно чистого і стабільного розвитку, збільшення кількості робочих місць згідно з програмою ООН про довкілля (ЮНЕП) [2]. З цією метою пропонується пакет державних інвестицій, фіскальних стимулів, реформ ціноутворення у напрямі переходу до екологічно орієнтованої «зеленої» економіки, створення відповідної інфраструктури та підвищення зайнятості у трансформованих секторах економіки. Порівняно з традиційним будівництвом, використання «зелених стандартів» дорожчій, але перспективніший шлях підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств та зменшення негативного впливу їх діяльності на навколишнє середовище.

1.2 Методологія енергоаудиту

Методологія проведення енергоаудиту залежить від інформації, яку прагне одержати й за яку готовий платити клієнт, а також від складу використовуваного в ході обстеження контрольованого устаткування. З одного боку, енергоаудит може бути простим оглядом енергоспоживання, що ґрунтується на даних лічильників підприємства. З іншого боку, енергоаудит може бути комплексним і трудомістким процесом визначення та ідентифікації всіх напрямків витрат енергії й передбачати встановлення нового постійного вимірювального устаткування, тестування й вимірювання протягом тривалого періоду часу і в результаті детальної перевірки дозволить сформулювати детальні рекомендації. Природно, що останній тип аудиту буде значно дорожчим, ніж перший.

Професійний енергетичний аудитор повинен вміти провести обстеження підприємства, яке випускає будь-яку продукцію. Це означає, що методика проведення аудиту не повинна залежати ні від виду продукції, що випускається підприємством, ні від технології, що застосовується. Ця методика також не повинна залежати від структури обстежуваного підприємства.

Методика проведення аудиту повинна ґрунтуватися на певному стандартному (типовому) алгоритмі, що, по-перше, забезпечить якомога ефективнішу роботу самого аудитора (не треба «винаходити велосипед» - що, як і в якій послідовності обстежувати, просто треба швидко виконувати пункти стандартної програми), а по-друге, оскільки програма стандартна, забезпечити можливість настільки ж ефективного підключення інших аудиторів на певних (стандартних) етапах роботи. Практично всі енергоаудити можна поділити на такі типи: простий енергоаудит (обхід), попередній енергоаудит (місцевий, спрощений, міні-аудит), комплексний енергоаудит (детальний, максі-аудит).

Існує безліч способів проведення енергоаудиту, і вибір одного з них залежить від таких чинників:

- кваліфікація енергоаудитора;
- наявні вимірювальні пристрої (стаціонарні й переносні);
- розуміння, чого вимагає й за що готовий платити клієнт.

Простий енергоаудит - найменш витратний і дозволяє визначити загальні можливості енергозбереження. У ході аудиту проводиться візуальне обстеження об'єкту для визначення потенціалів енергозбереження за рахунок оптимізування експлуатації устаткування, так само відбувається збір інформації для визначення потреби проведення детальнішого аналізу. Таким чином, простий енергоаудит

- складає загальне уявлення про об'єкт енергоаудиту,
- робить загальні висновки про споживання енергії,
- дозволяє підготувати комерційну пропозицію для проведення детальнішого аналізу.

Для проведення попереднього аудиту необхідне використання вимірювальних засобів і обладнання для тестування, щоб дати кількісну оцінку споживачів енергії та втрат, а також визначити очікуваний економічний ефект від впровадження енергозберігаючих заходів. Склавши кілька перших звітів з енергоаудиту, енергоаудитор усвідомить актуальність і

важливість рекомендацій щодо економії енергії, як, наприклад, використання світильників з низьким споживанням енергії, поліпшений тепловий контроль і теплоізоляція. Після цього аудитор може легко досліджувати інші аналогічні об'єкти й визначити можливості застосування технологій енергозбереження, які він з успіхом використав.

Цей технічний прийом часто використовується компаніями, які продають енергозберігаюче обладнання, для знаходження ринків збуту. Крім того, такий прийом може використовуватися «внутрішніми» енергоменеджерами компанії, у якій всі об'єкти мають подібні енергетичні проблеми. Наприклад, енергоменеджер компанії, яка володіє мережею готелів, міг би визначити перелік енергозберігаючих заходів, які можна застосувати до всіх готелів даної мережі.

Цей метод рекомендується також застосовувати професійним консультантам з енергетичних питань. Таким чином, попередній енергоаудит:

- забезпечує базове енергетичне обстеження;
- дає карту розподілу енергії;
- приділяє особливу увагу стандартним заходам щодо економії енергії;
- дозволяє визначити економічний ефект впровадження енергозберігаючих заходів.

Комплексний енергоаудит іде на один крок далі, ніж попередній енергоаудит. У цьому випадку проводиться оцінка того, скільки енергії витрачається в кожному процесі, як, наприклад, освітлення, технологічні потреби й т. ін. Для виявлення тенденцій енергоспоживання й розроблення попередніх прогнозів на рік необхідне проведення аналізу моделі, наприклад, комп'ютерне моделювання, що враховує різні змінні фактори (погодні умови й т. ін.).

Цей метод ґрунтується на визначенні кількості використаної енергії й порівнянні цієї величини з промисловими нормативами й теоретичним

енергоспоживанням. Метод допомагає виявити потенційну економію енергії. В першу чергу доцільно підрахувати кількість енергії, спожитої всіма основними видами обладнання і порівняти цю величину із загальним енергоспоживанням на підприємстві.

Виконавши цю роботу, аудитор виявляє шляхи економії енергії, засновані на модернізації обладнання, новому технічному обслуговуванні та режимі експлуатації, реструктуризації споживання енергії на об'єкті (децентралізоване електропостачання, використання альтернативних процесів виробництва, комбіноване виробництво теплової й електричної енергії та ін.). Наведена методологія дозволяє провести високоякісний енергоаудит, заснований на науковому підході, дослідженні й вимірюванні різних параметрів режимів об'єкту енергоаудиту, а також на досвіді експерта.

Таким чином, комплексний енергоаудит:

- забезпечує детальне енергетичне обстеження;
- для точного визначення енергоспоживання використовує такі прийоми, як регресійний аналіз і енергетичний баланс;
- розглядає широке коло можливостей енергозбереження, включаючи структурні зміни, такі як когенерація, децентралізація або використання альтернативних джерел пального.

У реальному житті частіше зустрічається поєднання першого і другого методів проведення енергетичного обстеження. Такий підхід має на увазі використання складних аудиторських прийомів, але замість пошуку широкого кола можливостей економії енергії він фокусується на невеликій кількості технологій енергозбереження.

Третій метод орієнтований на створення автоматизованого робочого місця енергоменеджера. Всі об'єкти, на яких проводиться енергоаудит, повинні мати вимірювальне обладнання. Це можуть бути лише комерційні лічильники підприємства. Деякі підприємства можуть мати велику мережу додаткових лічильників, і завжди існує можливість використання тимчасового переносного вимірювального обладнання.

У комерційних стосунках енергоаудитору дуже важливо дати клієнтові те, чого він хоче, але не більш того, за що він бажає заплатити. На додаток до загального обсягу наданої клієнту необхідної інформації аудитор також повинен враховувати те, яким чином ця інформація повинна бути представлена. Здійснюючи енергоаудит, аудитор завжди повинен пам'ятати про те, чого потребує клієнт і про наявні ресурси (час і гроші).

Ці моменти вплинуть на:

- детальність енергоаудиту;
- кількість використовуваних вимірювальних приладів;
- наголос на застосуванні певного устаткування або на заходах щодо енергозбереження;
- розподіл енергії за центрами проведення перевірки;
- види використовуваних показників роботи;
- метод розрахунку енергоспоживання.

Будь-яку виробничу систему можна розбити на три основні складові:

- підсистема вироблення енергії (котел, компресор, помпа, електричний двигун або генератор);
- підсистема розподілу, перетворення і передачі енергії (трубопроводи, кабельні або повітряні лінії, ремінні передачі);
- навантаження, тобто елемент, заради якого працює все інше.

Таким останнім може бути деякий технологічний процес, де використовується вироблене тепло, або це може бути вентилятор, що обертається електричним двигуном через систему передач.

Методика визначення можливостей економії енергії, особливо економії, яка не вимагає витрат або яка потребує їх найменшої кількості, полягає в оцінці навантаження або втрат у навантаженні з подальшою оцінкою мережі розподілу. Внесення технічних змін безпосередньо в підсистему вироблення енергії часто вимагає значних інвестицій. Втрати енергії присутні у всіх компонентах системи, однак, вартість усунення цих втрат з різних елементів системи, як правило, дуже різниться. Розмірковуючи

про можливість енергопостачання, необхідно підходити до таких систем комплексно. Дуже мудро почати розгляд не спочатку (заміна електродвигуна або компресора обійдеться недешево!), а з кінця, - як правило, найдешевші можливості економії приховані саме в навантаженні. Наприклад, не варто змінювати нехай і не найсучасніший, але працюючий компресор холодильної камери з численними витокami холодного повітря з неї. Спочатку потрібно усунути ці витоки з камери (це практично нічого не буде коштувати, і тому фінансова ефективність цієї операції буде величезною). Потім потрібно усунути втрати із підсистеми розподілу, перетворення і передачі, і лише після того, як це буде зроблено, можна буде розглянути можливості усунення недоліків підсистеми вироблення енергії або заміни її новою.

Найбільш типові енергетичні установки і виробничі системи:

- котли;
- сушильне устаткування;
- устаткування технологічних ліній для подачі тепла;
- опалення приміщень і водопостачання;
- різання, подрібнення матеріалів;
- плавлення;
- відлив;
- холодильні установки;
- стиснене повітря;
- вентиляція;
- освітлення;
- помпи;
- інше устаткування з електроприводом.

Основна увага повинна приділятися найенергоємнішим виробничим системам, що, як правило, характеризуються такими показниками:

- високими або низькими температурами (у порівнянні з температурою навколишнього повітря);
- інтенсивністю виробництва;

– високим рівнем споживання води, пари, стисненого повітря і т. ін.

1.3 Розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів

До розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів необхідно виявити всі чинники, що негативно впливають на експлуатаційну надійність кожної будівлі і безперебійну роботу інженерних систем та зовнішніх теплових мереж, а також визначити конкретні причини наднормативного енергоспоживання, здійснити аналіз отриманої інформації, що повинен лягти в основу майбутньої програми з підвищення енергетичної ефективності будівлі, яка включає перелік ремонтних робіт, пов'язаних з підвищенням експлуатаційної надійності, і перелік термомодернізаційних заходів з орієнтовними термінами їх виконання і витратами на реалізацію.

Такі роботи необхідно виконати по кожній будівлі, яка включена до переліку об'єктів, що потребують термомодернізації та модернізації. Якщо в будівлі є проблеми щодо експлуатаційної надійності, то роботи з їх усунення повинні бути пріоритетними. Якщо таких проблем немає, або вони усунені, можна приступати до виконання заходів з термомодернізації та модернізації.

Розроблення найефективніших заходів з підвищення енергоефективності об'єктів виконують на основі аналізу результатів огляду технічного стану, заповнених опитувальних листів, результатів енергетичного обстеження (енергоаудиту) та теплотехнічних розрахунків, виконаних у відповідності до ДБН Б В.2.6-31:2006, ДСТУ-Н А.2.2-5:2007 [3,4].

До комплексу інженерно-технічних заходів, які необхідно здійснити для підвищення енергоефективності об'єкта, можна віднести:

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозбережних технологій;
- модернізацію систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж та внутрішніх інженерних систем;
- модернізацію систем вентиляції ;

– облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.

При впровадженні заходів з термомодернізації слід враховувати:

– місцеві кліматичні умови;

– геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі;

– нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;

– технічні характеристики інженерного обладнання.

Залежно від капіталоемності та очікуваної економії енергетичних ресурсів запропоновані заходи групують по пакетах.

Наприклад:

1. Підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозберіжливих технологій:

а) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із спіненого полістиролу з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;

б) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі мінераловатними плитами з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядження індустриальними елементами;

в) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із піноскла з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;

г) теплоізоляція дахового перекриття з улаштуванням теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати, піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожегобезпечних матеріалів;

д) теплоізоляція підвального перекриття з улаштування теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати; піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожегобезпечних матеріалів;

е) встановлення енергозберігальних вікон та дверей в житлових приміщеннях квартир.

ж) утеплення під'їздів (заміна вікон на енергозберігальні, встановлення входних утеплених дверей; утеплення тамбурів).

2. Модернізація систем тепло- та водопостачання внутрішніх інженерних систем:

а) часткова модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами);

б) комплексна модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку; балансування системи опалення; встановлення сучасних опалювальних приладів малої інерційності;

встановлення термостатичних регуляторів на опалювальних приладах; встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами).

3. Модернізація систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж:

– зниження тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи, в тому числі на теплові мережі з пінополіуретановою ізоляцією;

– оптимізація режимів роботи мереж теплопостачання шляхом впровадження систем автоматизованого управління і регульованого приводу насосних агрегатів, заміна насосів з підвищеною установленою потужністю;

реконструкція теплових пунктів з застосуванням ефективного тепломеханічного обладнання (пластинчастих водонагрівачів);

– встановлення сонячних колекторів для гарячого водопостачання

– встановлення електричних котлів з нічним акумулюванням теплової енергії;

– застосування в системах теплопостачання замість поверхневих теплообмінників трансзвукових струминно-форсуночних апаратів;

– використання апаратури контролю і діагностики стану внутрішньої поверхні обладнання і систем теплопостачання;

- застосування сучасних методів і технологій для очищення теплообмінного обладнання котлів, систем водопостачання від відкладень солей та продуктів корозії ;

- оптимізація процесів горіння в топках котлів та впровадження оптимальних графіків регулювання з використанням засобів автоматики і контролю;

- застосування в котельнях протитискових турбін, які встановлюються паралельно в дросельному пристрої.

4. Модернізація систем вентиляції (застосування систем вентиляції з утилізуванням тепла витяжного повітря, в тому числі і за допомогою теплового насосу, і використання утилізованого тепла на потреби гарячого водопостачання; встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти).

5. Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води

Саме утеплення огорожувальних конструкцій будівлі не призведе до бажаного зниження витрат на опалення будівлі, тому що кількість теплової енергії , яка витрачається на його опалення, буде такою самою, як і до утеплення. У квартирах стане тепліше, але без сучасних засобів автоматизації та регулювання тепловитрат не буде досягнуто зниження тепловитрат.

Для зниження тепловитрат необхідно:

- впровадження комплексу інженерного обладнання, що зв'язує теплові мережі із споживачами теплоти і призначений для приймання, приготування, розподілу, регулювання та обліку теплоносія;

- впровадження механізмів та пристроїв, призначених для обліку та регулювання енергопостачання в будинках, встановлення систем автоматичного регулювання теплового навантаження та заміна бойлерів гарячого теплопостачання;

- впровадження горизонтальних поквартирних систем опалення з індивідуальними поквартирними вузлами обліку теплової енергії .

При реконструкції та капітальному ремонті житлового будинку облік теплоспоживання системою опалення у квартирах слід здійснювати згідно з ДБН В.3.2-2.

Застосування приладів-розподільвачів теплової енергії на опалювальних приладах слід здійснювати згідно з ДСТУ EN 834 або ДСТУ EN 835. при термомодернізації, показав, що неможливо здійснити вибір оптимального рішення для окремої огороджувальної конструкції лише за прямою оцінкою фізико-механічних та техніко-економічних характеристик.

В результаті узагальнення цих характеристик, вимог, які пред'являються до конструктивно-технологічних рішень, може бути визначено набір можливих критеріїв для вибору оптимальних рішень.

Здійснювати вибір оптимального конструктивно-технологічного рішення з усіх можливих доцільно в 2 етапи. На першому етапі необхідно відкинути ті рішення, реалізація яких для даного типу будівлі технічно неможлива або потребує значних коштів [5].

На другому етапі здійснюється оцінка конструктивно-технологічних рішень на основі таких глобальних критеріїв, як надійність, екологічність, економічність, та відповідних підкритеріїв. Вага критеріїв та підкритеріїв визначена методом експертних оцінок з урахуванням призначення будівлі, для якої відбираються рішення.

У результаті постає задача вибору оптимального варіанту комбінації конструктивно-технологічних рішень – яка за найменші кошти забезпечить більшу економію теплової енергії. У роботі [6] сформована відповідна Методика вибору оптимального варіанту.

Методика заснована на тому, що для різних матеріалів і конструкцій збільшення рівня опору теплопровідності та відповідне збільшення їх вартості не завжди є пропорційними. Так збільшення опору теплопровідності вікна на $0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ призводить до збільшення його вартості на 40%, а збільшення опору теплопровідності фасаду (за рахунок збільшення товщини ізоляційного матеріалу) на 50% збільшує його вартість лише на 12%.

Показник «питомі втрати теплової енергії з 1м^2 опалювальної площі» залежить від опору теплопередачі окремих огороджувальних конструкцій. Однакове значення «питомих втрат» може бути досягнуто шляхом комбінації різних варіантів сполучення утеплення огороджувальних конструкцій.

Тобто – зменшили опір теплопередачі вікна порівняно з нормативним, проте збільшили опір теплопередачі стіни. Таким чином, досягли нормативного значення показника «питомі втрати теплової енергії з 1м^2 опалюваної площі», але зменшили вартість заходів. У результаті отримаємо різні варіанти утеплення огороджуючих конструкцій різної вартості.

2. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ ПЕРШОГО КОРПУСУ ПОЛОГІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ЛІКАРНІ

Енергоаудит проводиться для визначення ефективності використання паливо- енергетичних ресурсів, реального стану енергоспоживання будівлі, що включає аналіз технічних характеристик огорожувальних конструкцій, характеристик енергоспоживання інженерного обладнання, структури енерговитрат в продовж року, визначення потенціалу зменшення енергоспоживання, обґрунтування заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будинку.

Місто Пологи – самостійна адміністративно-територіальна одиниця, в межах якої громада здійснює місцеве самоврядування.

Пологи – місто районного значення у складі Пологівського району Запорізької області. Площа міста складає 1795 га, населення становить близько 20 тисяч осіб.

Місто Пологи розташоване на лівому березі річки Конка, засноване переселенцями сіл Пологи - Вергуни та Пологи - Яненки з Київщини. Слово «пологи» в багатьох місцях лівобережжя означає «степова западина», «поділ», «рослинні луги й сінокоси». В 1887 році, під час будівництва залізничної колії Катеринослав - Бердянськ, було засновано селище, яке згодом злилося зі слободою Нові Пологи. Робітниче селище увійшло до складу Олександрівського повіту Катеринославської губернії і отримало назву – Пологи.

17 вересня 1943 року місто Пологи було звільнене від німецько-фашистської окупації, тому місто святкує свій день народження саме 17 вересня. У 2017 році місто святкувало свій 130-річний ювілей від дня заснування.

Сьогодні місто Пологи є промисловим, торговельним, культурним, спортивним центром району.

Станція Пологи – важливий залізничний вузол, що з’єднує промислові райони Донбасу і Бердянська з одного боку, Кривого Рогу і Дніпра з іншого.

Головна мета міського голови Юрія Анатолійовича Коноваленка – забезпечити ефективний розвиток території, створення сприятливого середовища для праці, бізнесу, відпочинку і покращення добробуту громадян, підвищення рівня довіри до міської влади.

Проводиться системна робота щодо підвищення рівня комфорту проживання мешканців міста та впровадження загальноєвропейських стандартів. Особлива увага приділяється покращенню роботи житлово-комунального господарства громади. Комунальні послуги в місті надають підприємства: КУП «Житло – Сервіс» та ГКП ВКГ «Міськводоканал», а покращення міської інфраструктури забезпечує КП «Благоустрій – Пологи».

Медичну допомогу населенню міста надають заклади охорони здоров’я: центральна районна лікарня, залізнична лікарня, центр первинної медико-санітарної допомоги, районна стоматологічна поліклініка. З метою забезпечення у повному обсязі медикаментозного лікування діє розвинена мережа аптек.

Понад 15 років у місті постійно діють програми «Турбота», «Ветеран» та «Обдарована молодь», які забезпечують турботу міської влади про вразливі верстви населення, їх соціальне забезпечення, вшанування ветеранів війни, збереження і розвиток інтелектуального потенціалу міста та обдарованої молоді.

Збереження і розвиток національно-культурної самобутності, народних традицій та звичаїв, розвиток фізичного виховання та масового спорту в місті забезпечує комунальний заклад «Пологівський центр культури та дозвілля «Гірник», в якому працює бібліотека, народний театр, 11 колективів художньої самодіяльності, художньо-естетичне любительське об’єднання «Біла лілея», 2 дитячих спортивних секції з футболу.

Пологи – місто великих можливостей. Значні природні ресурси (поклади каолінової глини, піску), вигідне географічне розташування (90 км

по шосе до Запоріжжя, та 105 км залізницею), створюють передумови для перспективного розвитку туризму. Першим паростком туристичної індустрії є центр «Добра глина» на основі художньо – керамічної майстерні народних майстрів України Нагурних.

З метою досягнення задекларованих цілей розроблено відповідний стратегічний документ – План дій сталого енергетичного розвитку і клімату до 2030 року міста Пологи, який виступатиме орієнтиром для планування енергетичної політики міста і настановою для формування пріоритетів та заходів, орієнтованих на процеси енергозбереження, налагодження відносин з вітчизняними та іноземними партнерами у сфері ресурсозбереження та енергоефективності.

Клімат району помірно-континентальний посушливий, літо — сухе, зима — м'яка. Середньорічна кількість опадів становить 440— 450 мм. Потік арктичних мас повітря в межі району викликає похолодання навесні і восени. Влітку його вплив не значний. Основна маса вологи приноситься разом з потоком атлантичних повітряних мас. Це буває у весняно-літній період, коли слабшає вплив сибірського антициклону. Значна сухість клімату зумовлена вторгненням сухих мас повітря з північної Африки, Малої Азії. Балканського півострова, зима — м'яка. Загалом клімат сприятливий для вирощування всіх сільськогосподарських культур.

Територія району має рівнинну поверхню з загальним нахилом з південного сходу на північний захід. На території помітно виділяються підвищені і понижені ділянки, які відрізняються одна від одної своєю формою, віком і походженням.

Територія району має негусту річкову сітку, яка складається з 10 річок. Ці річки мілководні, часто влітку пересихають. Значення річок невелике. В основному вони використовуються для поливу городів, водопостачання і будівництва ставків. Під ставками зайнято більше тисячі гектарів. Наявні ставки відіграють значну роль у розвитку громадського тваринництва й риборозведення.

Джерелами централізованого водопостачання є 184 артезіанських свердловин. На території Басанської сільської ради здійснюється видобуток столової мінеральної води для промислового розливу.

На території Пологівського району протікають річки: Кінська, Мала Токмачка, Ожерельна, Гайчур, Вербова. Налічується 90 малих, середніх та великих ставків загальною площею 515,58 га, розташованих в селах району.

2.1 Загальна інформація про об'єкт

Районна лікарня міста Пологи знаходиться за адресою: вулиця ім. Героя України Сацького В.А., будинок 6, м. Пологи, Запорізька область. Рік побудови – 1980 р.

Сьогодні Комунальне некомерційне підприємство «Пологівська ЦРЛ» розраховане на 75 ліжок, у складі якої функціонують структурні підрозділи:

- консультативно-діагностична поліклінічна;
- терапевтичне відділення на 30 ліжок;
- педіатричне відділення на 15 ліжок;
- гінекологічне відділення на 10 ліжок;
- відділення відновного лікування на 20 ліжок;
- відділення невідкладної (екстреної) медичної допомоги.

Медична допомога в районі у звітній період на вторинному рівні надавалася ЦРЛ до складу якої входять структурні підрозділи: адміністративно-управлінська частина; діагностична служба; лікувальна служба на 75 ліжок, на яких всього від початку року проліковано – 728 хворих.

Консультативно-діагностична поліклініка розрахована на 140 відвідувань у зміну і за 2020 р. загальна кількість відвідувань до лікарів становить – 17160, у тому числі із приводу захворювань - 9224 звернень.

За штатним розписом затверджено всього 47,75 лікарських посад, фактично зайнятих 35,0 посад (27 ф.о.). Дефіцит лікарських кадрів складає 12,75 посад.

Здійснено розрахунок потреби твердого палива (вугілля) на опалювальний сезон – 378,4 тонни на загальну суму 1154,1 тис.грн, при цьому враховано його залишок на 01.01.2020 року – 29,2 тонни. При формуванні бюджету була затверджена сума на придбання вугілля – 1024,4 тис.грн.

На затверджену суму було проведено торги по придбанню вугілля марки ДГ-13-100 у кількості 372,0 тонн. Залишок вугілля на 01.04.2020р. – 0,4 тонн.

На рисунку 2.1 представлено загальний вигляд будівлі лікарні.



Рисунок 2.1 – Будівля районної лікарні м. Полоти

Периметр будівлі складає 274,5 метрів. Кількість поверхів – 5. Висота будівлі складає 19,1 метр. Площа забудови – 1446 м².

Зовнішні стіни з силікатної цегли товщиною 510 мм.

По проекту покрівля скатна безпосередньо над останнім поверхом.

Вікна передбачені в проекті – дерев'яні з подвійним склінням. частково вікна та двері замінені на металопластикові склопакети, Це призвело до зменшення тепловтрат будівлі за рахунок збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій будівлі.

Будинок обладнаний загально будинковим електролічильником.

Вхідні параметри для розрахунку наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Розрахункові параметри [ДБН В 2.6-31:2016]

Розрахунковий параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	°C	21,00
Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{з}$	°C	-19,00
Тривалість опалювального періоду	$z_{оп}$	доба	166
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{онз}$	°C	+0,6
Розрахункова кількість градусо-днів опалювального періоду	D_d	°C/доба	3386

Фактичні умови внутрішнього середовища наведено в таблиці 2.2, а геометричні параметри будівлі – в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2 - Фактичні умови внутрішнього середовища

	Фактична температура повітря, °С	Нормативна температура повітря (для опалювального періоду), °С	Фактична вологість повітря, %	Нормативна вологість повітря (для опалювального періоду), %
На вулиці	-	-21,00	55,00	-
В приміщенні	21,00	21,00	51,00	50,00

Таблиця 2.3 - Геометричні показники будівлі

Показники	Позначення та розмірність	Фактичне значення показника
Загальна площа	F_{Σ}, m^2	7632,3
В тому числі:		
- стін	$F_{ст}, m^2$	3762,7
- вікон і балконних дверей ($F_{сп в}, m^2$	230,0
- вікон дерево	$F_{дв}, m^2$	417,5
- дверей	$F_{д}, m^2$	24,8
- горищних перекриттів (холодного горища)	$F_{пк хг}, m^2$	1444,5
- перекриттів над техпідпіллями	$F_{ц1}, m^2$	-
- перекриттів над	$F_{ц2}, m^2$	1444,5
Площа опалювальних приміщень	m^2	7172,8
Опалювальний об'єм	m^3	23703,4
Коефіцієнт скління фасадів		0,17
Показник компактності будинку		0,32

2.2 Визначення енергетичної ефективності будівлі

Енергоаудит проводиться для визначення ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів, реального стану енергоспоживання будівлі, що включає аналіз технічних характеристик огорожувальних конструкцій, характеристик енергоспоживання інженерного обладнання, структури енерговитрат в продовж року, визначення потенціалу зменшення енергоспоживання, обґрунтування заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будинку.

Характеристика зовнішніх огорожуючих конструкцій (стін). Загальна площа стін складає – 3762,4 м², приведений (середньозважений) термічний опір – 0,98 (м²·°C)/Вт. Згідно ДБН В.2.6-31:2016 нормативне значення термічного опору для даного регіону складає – 2,8 (м²·°C)/Вт, отже характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам ДБН. Огорожуюча конструкція складається з наступних шарів: цегла 510 мм, розчин цементно-піщаний товщиною 20 мм(густина - 1600 кг/м³). Додаткова інформація: фасад стін будівлі є самонесучими, частково утепленими. Під час обстеження було виявлено незначні пошкоджені огорожуючих конструкцій (тріщини). Стан стін наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Фотографія стін будівлі

Значну частину будівельних конструкцій займають огорожувальні конструкції. До цих конструкцій пред'являються досить широкий спектр вимог.

Характеристики стін будівлі наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика стін лікарні

Загальна оцінка існуючого стану					Задовільний			
Зовнішня загальна площа, м ²					3762,7			
Товщина стіни, мм					530,00			
Конструкція стіни					Цегляні стіни 510 мм, штукатурка 20мм			
Наявність теплоізоляції					частково			
Приведений термічний опір зовнішніх стін (м ² ·°C)/Вт					1,14			
Нормативний термічний опір зовнішніх стін згідно					2,80			
Орієнтація	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-З	З	Пн-З
Площа стіни, м ²	1493,9	-	430,5	-	1446,8	-	391,5	-

Стан горища та покриття будівлі лікарні наведено у таблиці 2.5.

Характеристика покрівлі (даху). Загальна площа даху складає – 1444,5 м², приведений (середньозважений) термічний опір – 1,08 (м²·°C)/Вт. Згідно ДБН В.2.6-31:2016 нормативне значення термічного опору для даного регіону становить – 4,5, отже характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам ДБН. Загальний стан огорожуючих конструкцій (даху) можна охарактеризувати як прийнятний.

Огорожуюча конструкція складається з наступних елементів: залізобетон товщиною 220мм (густина - 2500 кг/м³), відсів.

Таблиця 2.5– Стан горища та покриття будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	задовільний
Загальна площа, м ²	1444,5
Тип горища	неопалюване
Висота горища, м	1,7
Конструкція перекриття між останнім пов. і горищем	Залізо-бетонні панелі з круглими пустотами
Конструкція покриття	шифер
Тип даху	скатний
Система водовідводу	Організований внутрішній
Наявність теплоізоляції	відсутня
Приведений термічний опір даху (м ² ·°С)/Вт	1,08
Нормативний термічний опір даху згідно із зміною №1 до ДБН В.2.6- 31 2016 (м ² ·°С)/Вт	4,50

Оцінка існуючого стану вікон будівлі занесемо до таблиці 2.6 та представлено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Фотографія вікон будівлі

Таблиця 2.6 – Стан вікон

Загальна оцінка існуючого стану		задовільний						
Загальна площа, м ²		639,9						
Тип матеріалу		ПВХ та дерево						
Тип рами		ПВХ профіль та дерев'яний						
Варіант скління		4М1-16-4М1 та подвійне в дереві						
Вологість столярних виробів, %		-						
Приведений термічний опір вікон (м ² °С)/Вт		0,38						
Нормативний термічний опір вікон згідно із змінною №1 до ДБН В.2.6- 31 2016 (м ² °С)/Вт		0,60						
Орієнтація	Пн	Пн - Сх	Сх	Пд- Сх	Пд	Пд -3	З	Пн- З
Площа ПВХ вікон, м ²	94,7	-	17,9	-	107,5	-	10,3	-
Площа дерев'яних вікон м ²	189,4	-	7,7	-	202,2	-	10,2	-

Характеристика віконних конструкцій та балконних дверей: загальна площа вікон становить – 639,9 м², приведений (середньозважений) термічний опір складає - 0,38 (м²·°С)/Вт, при коефіцієнті скління – 0,16. Згідно ДБН В.2.6-31:2016 нормативне значення термічного опору для даного регіону складає – 0,6(м²·°С)/Вт.

Характеристика технічного стану входних дверей занесено у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Стан входних дверей

Загальна оцінка існуючого стану	задовільний
Загальна площа, м ²	24,8
Тип матеріалу	Метал, дерево, ПВХ
Площа металевих та дерев'яних дверей, м ²	10,4
Площа ПВХ дверей, м ² Варіант скління	14,4
Приведений термічний опір дверей (м ² ·°C)/Вт	0,74
Нормативний термічний опір дверей згідно із зміною №1 до ДБН В.2.6- 31 2016 (м ² ·°C)/Вт	0,50

Загальна площа дверей складає – 24,8 м², приведений (середньозважений) термічний опір - 0,74 (м²·°C)/Вт. Згідно із зміною №1 до ДБН В.2.6-31:2016 нормативне значення термічного опору для даного регіону становить - 0,50 (м²·°C)/Вт. Загальний стан входних дверей можна охарактеризувати як прийнятний.

Характеристика цокольної частини будівлі відображена на рисунку 2.3 та у таблиці 2.8.



Рисунок 2.3 – Фотографія цокольної частини будівлі

Таблиця 2.8 - Цокольна частина будівлі

Загальна оцінка існуючого стану	Задовільний
Загальна площа, м ²	164,4
Середня висота цоколю, м	0,6
Наявність відмостки	Наявна
Ширина відмостки, мм	0,6-1,0м.
Товщина стіни, мм	530мм
Конструкція стіни	Цегла
Наявність теплоізоляції	Відсутня

Огороджуюча конструкція складається з наступних шарів: цегла 530 мм. Додаткова інформація: цоколь та відмостка мають доволі значні пошкодження.

В будівлі облаштовано техпідлогу. Характеристика підлоги будівлі відображена у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 Перекриття над неопалюваними підпіллями

Загальна оцінка існуючого стану	задовільне
Загальна площа, м ²	1444,5
Конструкція переkritтя	Залізобетон, дошка
Наявність теплоізоляції	відсутня
Вологість стін, %	-
Приведений термічний опір полу (м ² °C)/Вт	0,61
Нормативний термічний опір полу згідно із зміною №1 до ДБН В.2.6- 31 2016 (м ² °C)/Вт	3,30

Обстеження інженерних систем будинку розпочалося з обстеження системи опалення. Характеристики системи вентиляції наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Характеристика системи опалення

В дії, починаючи з	-
Тип постачання	Централізоване
Автоматичне регулювання	Ні
Енергоносії у джерелі теплоносія	Газ
Загальна оцінка існуючого стану	Прийнятний
Теплоносій	Вода
Матеріал труб	сталь
Термостатичні регулятори	Радіатори чавунні М140АО, регістри з ребристих та гладких труб – 241 шт.
Балансувальні клапани	відсутні
Стан теплової ізоляції	задовільний

Система опалення двотрубна з нижнім розведенням. Опалювальні прилади, що встановлені в будівлі – радіатори М-140АО, регістри з ребристих та гладких труб. Спостерігається повне або часткове гідравлічне розбалансування системи опалення у зв'язку з відсутністю балансувальних клапанів.

Впливові фактори енергоефективності водяної системи опалення представлено в таблиці 2.11

Також була обстежено систему вентиляції. Характеристики системи вентиляції наведено у таблиці 2.12.

Модернізація систем освітлення також відноситься до однієї з найпоширеніших рекомендацій за підсумками енергоаудиту, яка призводить до істотного зниження споживання електроенергії.

Таблиця 2.11 – Впливові фактори енергоефективності водяної системи опалення з опалювальними приладами

Впливовий фактор		Параметр			
		<i>str1</i>	<i>str2</i>	<i>ctr</i>	<i>emb</i>
Регулювання температури повітря приміщення	Відсутнє, з центральним якісним регулюванням теплоносія	-	-	0,80	-
Температурний напір (за температури повітря 20 °С)	60 К (95/70)	0,88	-	-	-
Специфічні тепловтрати через зовнішні огородження	Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни під вікном без радіаційного захисту	-	0,95	-	1,0

Таблиця 2.12 – Характеристика системи вентиляції

В дії, починаючи з	1980
Призначення вентиляційної системи	Припливно-витяжна
Спосіб спонукання	природне спонукання
Стан	задовільний

Заходи, запропоновані енергоаудиторами, прості: відмовитися у всіх можливих випадках від застосування звичайних ламп на користь енергозберігаючих, максимально автоматизувати систему освітлення встановленими датчиками, які будуть контролювати роботу освітлювальних приладів, включаючи їх тоді, коли це необхідно. Характеристика системи освітлення сходових клітин наведена у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Система освітлення сходових клітин

Освітлювальні прилади	Потужність ламп (Вт)	К-сть ламп на світил., (шт.)	Потужн. світил. (Вт)	К-сть світил (шт)	Всього (кВт)
Лампи	100	1	100	967	96,7
Лампи	22	3	66	20	13,2
Всього					109,9

Приведений опір теплопередачі - середньозважений по площі опір теплопередачі термічно неоднорідної огорожувальної конструкції, в якому враховується двомірне у перерізі конструкції перенесення теплоти і який визначається на підставі розрахунків чи результатів випробувань конструкції. Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій для Дніпровської дитячої клінічної лікарні зведемо до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій:	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Фактичне значення показника
стін	$R_{\Sigma PP-NP}$	2,80	0,98
вікон і балконних дверей	$R_{\Sigma PP-CP-B}$	0,60	0,38
вхідних дверей і воріт	$R_{\Sigma PP-D}$	0,50	0,74
горищних перекриттів (холодних горищ)	$R_{\Sigma PP-XI}$	4,50	1,08
перекриттів над неопалюваними підвалами та підпіллями	$R_{\Sigma PP-C2}$	3,30	0,61

Таблиця 2.15 – Енергетичні показники будівлі

Показники	Позначення і розмірність показника	Нормативне значення показника	Розрахунк ове (значення після модернізац ії)	Фактичне значення показника
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, кВт год/(м ² ·кВт) год/м ³	-		108,6
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат	E_{max} , кВт·год/м ²	50,00	-	-
Клас енергетичної ефективності		-	B	G
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів, років			25	
Відповідність проекту будинку нормативним			Так	Ні
Необхідність доопрацювання			Ні	Так

На даний момент будівля не відповідає існуючим нормативним вимогам та потребує комплексного підходу в реалізації енергоефективних заходів.

Таблиця 2.16 – Енергоспоживання у 2019-2020 році

Централізоване теплопостачання	
Витрати на опалення, грн.	975192,0
Споживання теплової енергії гКал	544,8
Електроенергія	
Витрати на енергію, грн.	430488
Енергоспоживання, кВт год	239160
Холодне водопостачання	
Витрати, грн.	77520,0
Споживання, м ³	4560

2.3 Умови експлуатації системи опалення

Експлуатація систем опалення повинна забезпечувати дотримання нормативних температурно – вологісних параметрів повітряного середовища у споживачів.

Види робіт для системи опалення: промивання системи проводиться після закінчення опалювального періоду, а також, після монтажу, капітального ремонту, текучого ремонту із заміною труб.

Системи промиваються водою в кількості, яка перевищує розрахункову витрату теплоносія в 3 – 5 разів, щороку після опалювального періоду, при цьому досягається повне освітлення води.

Для захисту від внутрішньої корозії системи повинні бути постійно заповненні хімічно очищеною водою або конденсатом.

Випробовування ні міцність і щільність обладнання систем проводяться щорічно після закінчення опалювального періоду для виявлення дефектів, а також перед початком опалювального періоду після закінчення ремонту.

Поточний ремонт систем проводить не рідше 1 разу на рік, як правило, у літній період, і закінчується не пізніше, ніж за 15 днів до початку опалювального періоду.

При експлуатації систем опалення забезпечується:

- рівномірне прогрівання всіх опалювальних приладів;
- залив верхніх точок системи;
- не перевищення допустимого для опалювальних приладів тиску води в системі;
- підтримання розрахункового коефіцієнта змішування на елеваторному вузлі або насосному змішувальному обладнанні;
- повна концентрація пари, яка поступає до нагрівальних приладів, виключення її прольотів;
- повернення конденсату з системи.

Для досягнення цих цілей необхідно виконання таких експлуатаційних вимог:

- тиск в зворотному трубопроводі для водяної системи встановлюється вище статичного не менше, ніж на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²), але який не перевищує максимально допустимого тиску для найменш міцного елемента системи;
- в водяних системах при температурі вище 100⁰С тиск в верхніх точках системи повинен бути вище розрахункового не менше, ніж на 0,05 МПа для запобігання кипіння води при розрахунковій температурі теплоносія;
- заповнення і підживлення незалежних систем водяного опалення виконується пом'якшеною деаерованою водою з теплових мереж;
- максимальна температура поверхні опалювальних приладів повинна відповідати призначенню опалювального приміщення і встановленим санітарним нормам і правилам.

В процесі експлуатації опалювальних систем персоналу слід виконувати наступні роботи:

- оглядати елементи систем, скритних від постійного нагляду, не рідше 1 раз на місяць;
- оглядати найбільш відповідальні елементи системи (насоси, арматуру тощо) не рідше 1 раз в тиждень;
- видаляти періодично повітря з системи опалення згідно інструкції с експлуатації;
- очищати зовнішню поверхню опалювальних приладів від пилу та бруду не рідше 1 раз в тиждень;
- промивати фільтри і грязьовики. Строки промивання грязьовиків встановлюються в залежності від ступеня забруднення, яка визначається по різниці показів манометра до і після грязьовика [46].

Пускові випробування проводять після монтажу нових систем або капітального ремонту. Призначені вони для визначення придатності системи до експлуатації. В процесі експлуатації в трубах відкладається шлам. Допустима зміна різних характеристик системи періодично перевіряється експлуатаційними випробуваннями. Всі види випробування проводять по спеціальній програмі, яка враховує цілі дослідження.

Пуск систем теплопостачання в експлуатацію проводить пускова бригада по програмі, складеній керівником прийомочної комісії. В програмі міститься пускова схема з описом планів пуску і розстановкою працюючих. За основу пускової схеми приймається виконавча схема змонтованої системи опалення. В плані пуску вказується послідовність операцій, тривалість видержки тиску в різні періоди. Пуск системи складається із операцій наповнення, промивки, прогріву і випробування.

Пуск системи починається з наповнювання водою через зворотний трубопровід. Відповідно на зворотному трубопроводі перекриваються всі спускні крани й засувки на відгалуженнях. Після заповнення всієї ділянки здійснюється витримка, в межах 2-3 год., для кінцевого виведення повітря, що накопичилося. В теплий період року система наповнюється холодною водою. При температурі зовнішнього повітря нижче $+1^{\circ}\text{C}$ воду рекомендується нагрівати до 50°C [10].

Наступним етапом є гідравлічне промивання системи опалення для видалення бруду і шламу. При цьому наповнити система водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи опалення за допомогою шланга. Під час наповнення системи водою повітря з системи випустити через повітровипускні крани до появи з них струменя води. Під час випробовування системи опалення основним завданням є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течії, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотуванням ізоляційною стрічкою, встановленням хомутів з гумовими прокладками тощо, фіксуючи при цьому місця де течії припинені цим способом.

Після зовнішнього огляду до початку малярних, тепло ізолювальних та інших робіт система опалення випробувати на міцність і герметичність. Для очного виявлення місць з дефектами кожен систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти спричинені температурним подовженням, перед початком випробувань систему заповнюється водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводу.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробовувати систему водяного опалення гідростатичним методом – тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск ($P=0,75$ МПа), але не менше за 0,2 МПа в нижній точці системи опалення.

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в два етапи: 1-й етап на протязі 30 хв. двічі піднімати тиск до розрахункової величини через кожні 10 хв. Наступні 30 хв. Падіння тиску в системі не повинно перевищувати 0,06 МПа. 2-й етап – наступні 2 год падіння тиску (від досягнутого на 1-му етапі) не повинно бути більше ніж 0,02 МПа.

В результаті виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне

випробування повторити. Після гідравлічного випробування водопровідну воду, що є в системі опалення, злити каналізацію.

Ефективність системи опалення визначити після її семигодинної безперервної роботи з теплоносієм в подавальному трубопроводі з температурою, не нижче 50°C і робочим тиском.

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування. Запущена в роботу система опалення має прогріватись протягом 24 год., після того провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В результаті огляду виявити рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові температури теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях, проконтролювати безшумність системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

Завдання наладки є забезпечення безперебійного приготування тепла при всіх режимах навантаження і встановити максимальну відповідність між виробленням тепла і його використанням. Договорене навантаження всіх ланок системи опалення досягається наладкою.

Налагодження може проводитись після монтування системи або ремонту діючих, така наладка називається пусковою. Під час експлуатації наладка використовується з метою покращення режимів споживання тепла.

Пускове налагодження потрібне для забезпечення розрахункового розподілення теплоносія і економічність роботи радіаторів. Досвід експлуатації показує, що розрахункова витрата тепла не завжди співпадає з дійсною необхідністю.

Налагоджувальні роботи виконують в три етапи:

- діагностують та випробовують систему теплопостачання з розробленням заходів, які забезпечують ефективність її роботи;
- реалізують розроблені заходи;
- виконують регулювання системи.

Проведемо розрахунок для побудови графіку температури води в подавальному і зворотному трубопроводі системи опалення при індивідуальному

якісному режимі регулювання. При цьому розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{\text{в.і}} = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура в подавальному трубопроводі системи опалення $\tau_{03} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура води у зворотному трубопроводі системи $\tau_{02} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, внутрішня і розрахункова температура в приміщеннях рівна $t_{\text{в}} = t_{\text{в.р}} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Визначаємо перепад температур води в опалювальній системі при розрахунковому режимі, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Theta = \tau_{03} - \tau_{02} ,$$

$$\Delta t_0 = 0,5(\tau_{03} - \tau_{02}) - t_{\text{в.р}} ,$$

де τ_{03} і τ_{02} температура води в подаючому і зворотному трубопроводі системи опалення.

$t_{\text{в.р}}$ – внутрішня розрахункова температура приміщення.

$$\Theta = 90 - 70 = 20 ,$$

$$\Delta t_0 = 0,5(90 + 70) - 21 = 59 .$$

Температура води в подавальному трубопроводі системи опалення визначається за формулою, $^{\circ}\text{C}$:

$$\tau_{03} = t_{\text{в.р}} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} + 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0 ,$$

де Q_0 – відносне теплове навантаження системи опалення.

$$\tau_{03} = 21 + 59 \cdot Q_0^{0,8} + 10 \cdot Q_0 .$$

Температура води у зворотному трубопроводі системи опалення визначається за формулою, °C

$$\tau_{02} = t_{a,\delta} + \Delta t_0 \cdot Q_0^{0,8} - 0,5 \cdot \Theta \cdot Q_0,$$

$$\tau_{02} = 21 + 59 \cdot Q_0^{0,8} - 10 \cdot Q_0.$$

Приймаючи значення Q_0 в діапазоні (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0) визначаємо τ_{03} і τ_{02} , а також визначаємо температуру зовнішнього повітря за формулою, °C

$$t_{\zeta} = t_{a,\delta} - (t_{a,\delta} - t_{\zeta,\delta}) \cdot Q_0,$$

$$t_{\zeta} = 21 - 43 \cdot Q_0.$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 - Розрахунок параметрів теплоносія

Q_0	t_{ζ} °C	τ_{02} °C	τ_{03} °C
0	21	21	21
0,2	12,4	35,3	39,3
0,4	3,8	45,3	53,3
0,6	-4,8	54,2	66,2
0,8	-13,4	62,4	78,4
1	-22	70	90

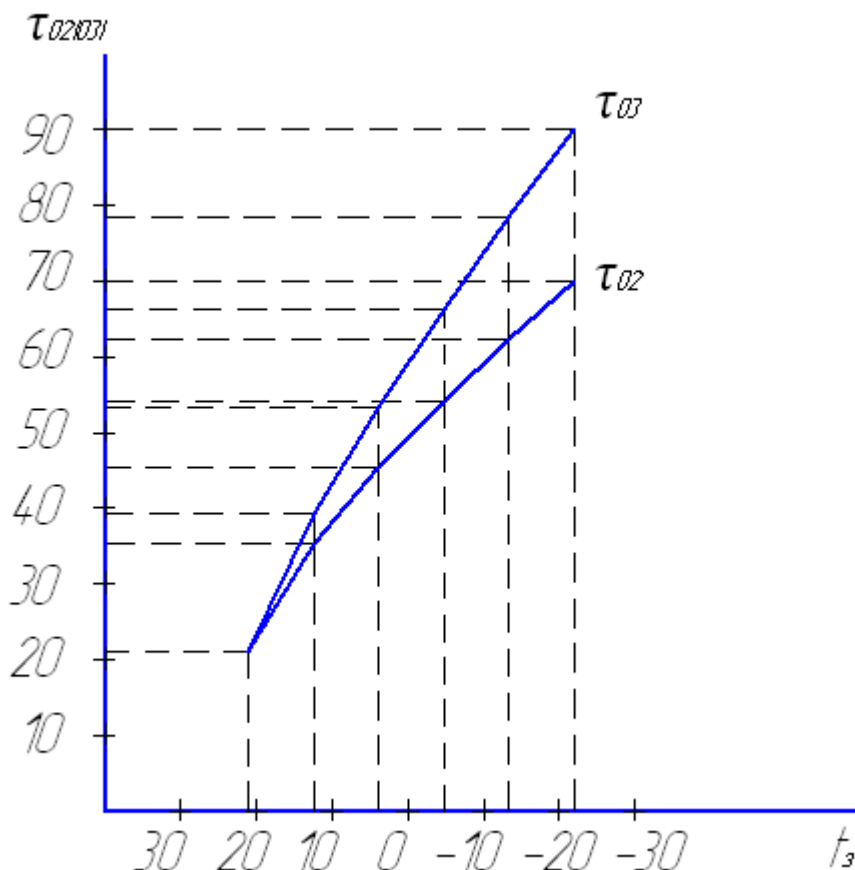


Рисунок 2.4 - Графік температури теплоносія в подаючому та зворотному трубопроводі

Систему опалення обслуговує бригада слюсарів-ремонтників, склад якої не менше двох осіб.

В об'єм робіт по обслуговуванню системи входять:

- підтримання в справному стані всього обладнання, будівельних та інших конструкцій теплових мереж шляхом проведення своєчасного їх огляду й ремонту;

- спостереження за роботою арматури та інших елементів обладнання із своєчасним усуненням несправностей;

- своєчасне відновлення зруйнованої ізоляції;

- усунення гідравлічних витрат в мережі, які перебільшують нормативні, за рахунок регулярного промивання й очищення трубопроводів;

- прийняття заходів по попередженню, локалізації та ліквідації несправностей і аварій в мережі.

Обхід системи проводить один раз в місяць. Під час обходу виконують такі роботи: перевіряють затягнення болтів всіх фланцевих з'єднань, змазують штоки засувки, видаляють повітря з мережі.

2.4 Оцінка надійності та довговічності

Надійність є комплексною властивістю, яка залежить від призначення об'єкту, його специфіки та умов експлуатації може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість або визначене поєднання цих властивостей – як для всього об'єкту, так і для його частин.

Вимоги по надійності системи опалення викладені в ГОСТ 27.002 обов'язковими показниками є:

- середня наробка обладнання на відмову;
- середній повний строк служби – 10 років;
- оцінка відповідності показника надійності, середню наробку, обладнання на відмову провести на етапі приймання, випробувань, експериментальним шляхом у відповідності з ГОСТ 27.410;
- на всі вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

Гарантійні строки експлуатації основного обладнання системи опалення:

- сталеві труби – 10-15 років;
- сталеві радіатори фірми “HERZ” – 10 років;
- регулюючі пристрої – більше 20 років;
- прилади контролю та обліку – більше 12 років.

Середні строки експлуатації складають: $(10+10+20+17+12)/5=14$ років.

Витрата води для даної системи

Лічильник холодної води типу ВТГ – 50. Технічні характеристики:

Діаметр умовного проходу, мм – 50.

Витрата води, м³/год:

- Q_{\min} – мінімальна – 2,4;
- $Q_{\text{ном}}$ – номінальна – 15;
- Q_{\max} – максимальна – 30.

Поріг чутливості, м³/год – 1,0.

Габаритні розміри, мм:

- довжина монтажна – 155;
- висота – 214;
- ширина – 160.

Балансувальний вентиль ASV-M призначений, насамперед, для підключення імпульсної трубки балансувального клапана до подаючого стояка. Клапани ASV-P і ASV-M також дозволяють відключити стояк від розподільчих магістралей і спустити з нього воду через дренажний кран, змонтований на корпусі ASV-P. ASV-P і ASV-M можуть бути додатково забезпечені вимірювальними ніпелями для визначення фактичної витрати теплоносія у стояках системи опалення та регульованого перепаду тисків. Ніпелі встановлюються на клапани замість пробок на їх корпусах за відсутності води в системі, а також на дренажному крані.

Технічні характеристики:

- максимальний робочий тиск – 10 бар;
- випробуваний тиск – 16 бар;
- максимальний перепад тиску на клапані – 1,2 бар (120кПа);
- максимальна температура теплоносія – 120 °С.

Матеріал деталей, що контактують з водою:

- корпус клапана, шпindel, конус та ін. – латунь;
- діафрагма і кільцеве ущільнення – синтетичний каучук EPDM;
- пружина – нержавіюча сталь.

Підбір балансувального вентиля ASV-M і автоматичного регулятора перепаду тиску ASV-P для одного із стояків двохтрубної водяної системи опалення. Вихідними даними для розрахунку є:

- розрахункова витрата теплоносія через стояк

$$G = 2156,041 \text{ кг/год} = 2,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

- втрати тиску на стояку $\Delta P_{\text{ст}} = 0,05 \text{ бар} = 5440,976 \text{ Па} = 5,44 \text{ кПа}$;
- умовний діаметр стояка $D_y = 35 \text{ мм}$;
- тиск в магістральних трубопроводах в точці приєднання стояка, бар:

$$\Delta P_o = \Delta P_M + \Delta P_{\text{ст}} + \Delta P_{\text{бк}} = 0,3 + 0,05 + 0,1 = 0,45,$$

де ΔP_o – різниця тисків в магістральних трубопроводах;

ΔP_M – втрати тиску в клапані ASV-M;

$\Delta P_{\text{ст}}$ – перепад тиску на стояку;

$\Delta P_{\text{бк}}$ – втрати тиску в балансувальному клапані ASV-P.

В якості балансувального вентиля вибираємо клапан ASV-M. Вибираємо автоматичний регулятор перепаду тиску ASV-PV, так як перепад тиску, який він повинен підтримувати, рівний 0,05 бар, тобто знаходиться в діапазоні налаштування клапана до 0,1 бар. Діаметр обох клапанів приймаємо по діаметру стояка $D_y = 32 \text{ мм}$.

Втрати тиску на клапані ASV-M $D_y = 32 \text{ мм}$ розраховуються за формулою, бар

$$\Delta P_M = (G / K_v)^2 = (2,2 / 6,3)^2 = 0,12.$$

Втрати тиску в клапані ASV-P становлять, бар

$$\Delta P_{\text{бк}} = \Delta P_o - \Delta P_{\text{ст}} - \Delta P_M = 0,5 - 0,05 - 0,12 = 0,33.$$

Умови роботи клапана визначаються по діаграмі, для чого точка 2,2 м³/год на шкалі витрати G з'єднується лінією з точкою 0,33 бар на шкалі втрат тиску в балансувальному клапані $\Delta P_{\text{бк}}$. Далі ця лінія продовжується до шкали K_v , де рахується необхідна пропускна здатність клапана ASV-P, рівна 4 м³/год. Далі від

цього значення K_v проводиться горизонтальна лінія до перетину з вертикальною шкалою значень K_v у % для клапана прийнятого діаметра $D_y = 32$ мм, де видна ступінь його відкриття – 60 %. На шкалі знизу діаграми напроти величини K_v у відсотках можна знайти величину зони пропорційності $X_p = 0,2$ кПа (0,02 бар) для вибраного клапана при заданих умовах роботи.

Клапани ASV-P спроектований таким чином, що він підтримує перепад тиску, на який виконане налаштування, при відкритті клапана на 62,5 %. При іншій ступені відкриття балансувальний клапан буде підтримувати перепад з відхиленням, рівним X_p .

Ефективну роботу опалювальної системи багато в чому визначає її збалансованість. Вона дозволяє запобігти ймовірність виникнення ситуацій, коли в один радіатор подається надлишковий обсяг теплоносія, в той час як в іншій його подається недостатня кількість. Для цього до складу опалювальної системи повинні входити балансувальні клапани, принцип роботи яких дозволяє провести гідравлічне балансування (ув'язку) потоків теплоносія по різних елементах опалювальної системи або ж стабілізувати в них циркуляційний тиск або температуру [6].

Регулятор витрати, що наведений на рисунку 2.5, застосовується в установках для обігріву та охолодження приміщень (будівель) з циркуляційними насосами. Регулятор автоматично обмежує величину об'ємної витрати в зазначеному нижче діапазоні до заданого значення, в якому враховуються і компенсуються всі втрати тиску в контурі. Завдяки цьому потреба в подальших вимірах відпадає, і ефективність регулювання зберігається при будь-яких умовах роботи. Регулятор витрати підтримує величину об'ємної витрати відповідно до попередньої установкою, при цьому мембрана сприймає імпульс тиску до регулювальної вставки (за допомогою імпульсної трубки), а також після вставки через внутрішній контрольний канал. Попереднє налаштування проводиться за процентною шкалою відповідно до необхідного витратою, при монтажі можна відрегулювати максимальне споживання по діаграмі.

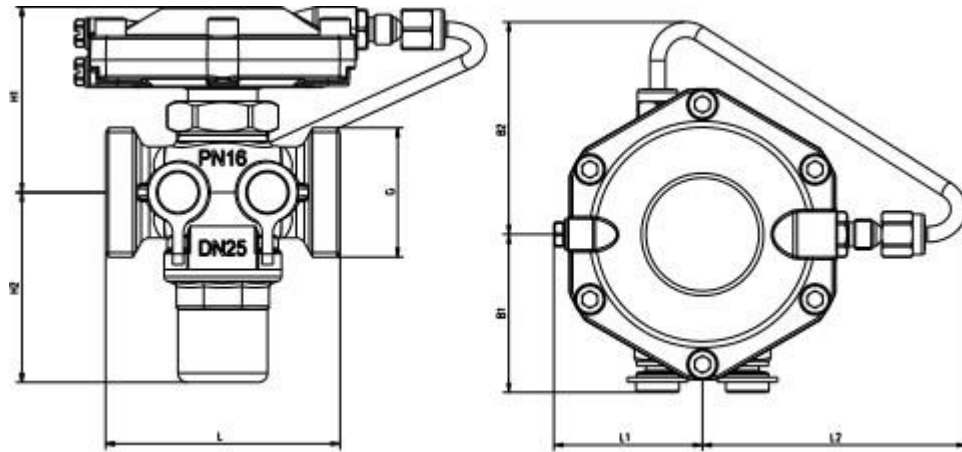


Рисунок 2.5 – Герц - Регулювальний клапан (4001)

Таким чином, можна збалансувати, наприклад, контури систем охолодження, опалення та гарячого водопостачання, без урахування розподілу втрат тиску в них. Як доповнення до регулятора витрати на трубопроводі, що подає може встановлюватися балансувальні-який регулює клапан ГЕРЦ-Штремакс TSV або балансувальні вентилі. Контрольні вимірювання об'ємної витрати можна зробити за допомогою вбудованих вимірювальних клапанів швидкого підключення, встановлених безпосередньо на регуляторі витрати.

Для підтримки працездатності арматури при експлуатації необхідно не допускати забруднення внутрішніх порожнин. Попадання забруднень можна уникнути шляхом установки брудоуловлювач (фільтра) ГЕРЦ (рис. 2.5) перед регулятором витрати.

Технічні параметри:

- максимальний робочий тиск 16 бар;
- максимальний перепад тиску на клапані 2 бар;
- мінімальна робоча температура 2 ° C (чиста вода);
- мінімальна робоча температура -20 ° C (з антифризом);
- максимальна допустима робоча температура 100 ° C.

Регулятор перепаду тиску (рис.2.6) - пропорційний регулятор прямої дії, працює без додаткових джерел енергії. Необхідне значення перепаду тисків регулюється безступінчатий, в діапазоні від 50 до 300 мбар, або від 250 до 600 мбар. Необхідне значення настройки або значення підтримуваного перепаду тиску можна знайти за допомогою діаграми регулювання. На підприємстві встановлено мінімальне значення. Необхідна задана величина встановлюється за допомогою спеціального інструменту. У комплект поставки входить імпульсна трубка (1000 мм), яку необхідно підключити до лінії подачі.

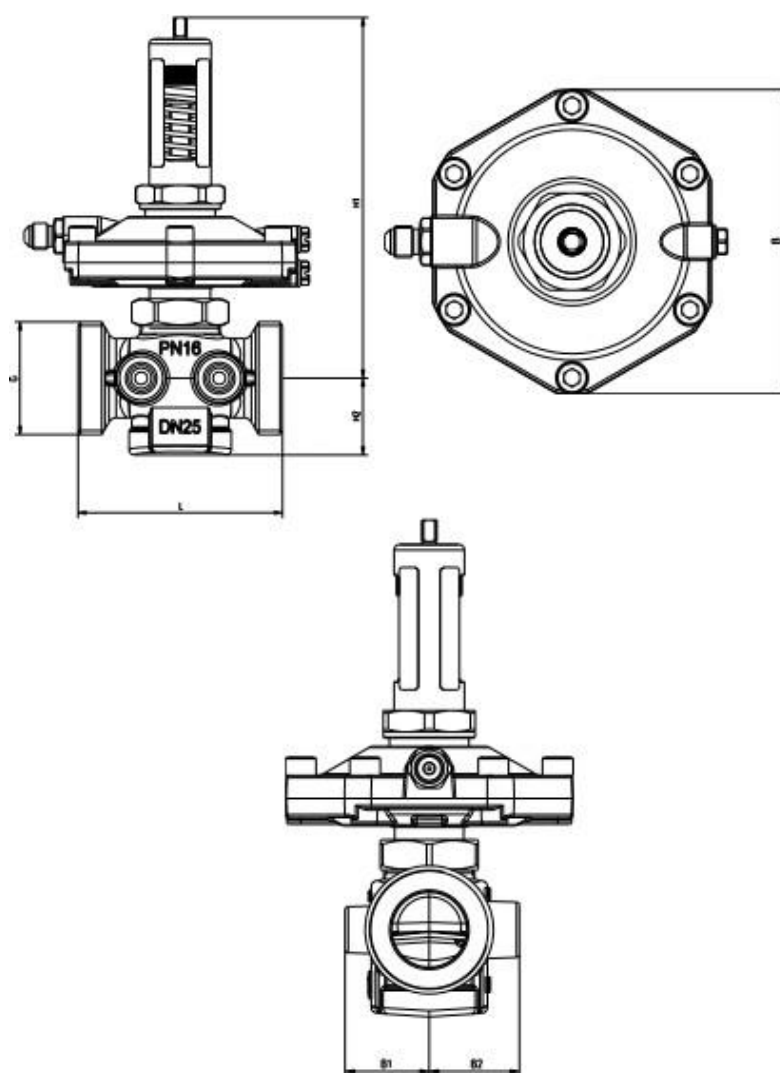


Рисунок 2.6 – Герц - Регулювальний клапан (4002_4X-6X)

Для підтримки працездатності арматури при експлуатації необхідно не допускати забруднення внутрішніх порожнин. Попадання забруднень виключається шляхом установки перед регулятором фільтра ГЕРЦ (рис. 2.6).

Технічні характеристики:

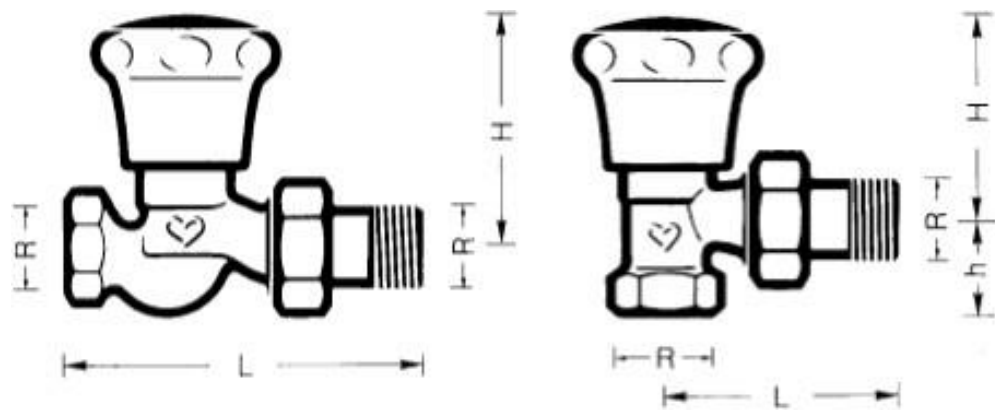
- максимальний робочий тиск 16 бар;
- максимальний перепад тиску на клапані 2 бар;
- мінімальна робоча температура 2 °С (чиста вода);
- мінімальна робоча температура - 20 ° С (з антифризом);
- максимально допустима робоча температура 100 ° С;
- діапазон регулювання 4002 4x 5 - 30 кПа;
- діапазон регулювання 4002 6x 25 - 60 кПа.

Установки водяного опалення в яких повинне бути точне гідравлічне налаштування (рис. 2.7). Монтаж на установку для кондиціонування повітря, для точного регулювання реєстрів охолодження і обігрівання, а також в якості балансування клапана для стояків.

Технічні характеристики:

- максимальна робоча температура 110 С;
- максимальний робочий тиск 10 бар.

На рисунку представлені дві моделі різних типів HERZ AS 6823 та HERZ AS 6824. Різниця між цими двома ручними балансувальними клапанами наведено у таблиці 2.18.



а) клапан балансувальний ручний типу 6823; б) клапан балансувальний ручний типу 6824.

Рисунок 2.7 – Клапан Герц –AS

Таблиця 2.18 – Габаритні розміри в мм

DN	Виконання	Номер замовлення	R	L	H макс.	h	Номер артикулу
25	Прохідний	1 6823 73	1"	29	83	-	6823
32	Стандартна модель	1 6823 74	1 ¼"	55	117	-	
25	Модель для приміщень громадських будівель	1 6823 86	1"	29	115	-	6823 F
25	Кутовий	1 6823 73	1"	6	73	34	6824
32	Стандартна модель	1 6823 74	1 ¼"	0	102	41	
25	Модель для приміщень громадських будівель	1 6823 86	1"	6	100	14	6824 F

Для замикання і регулювання систем з гарячою і холодною водою, а так само для балансування трубопроводів використовуються балансувальні клапани типу Stroemax 4017 M, що наведені на рисунку 2.8.

Клапан закривається обертанням за годинниковою стрілкою.

Якість теплоносія має відповідати вимогам ONORM H 5195, до VDI 2035. Допускається використання суміші етилен-, пропиленгликоля в процентному співвідношенні 25-50% з водою [8].

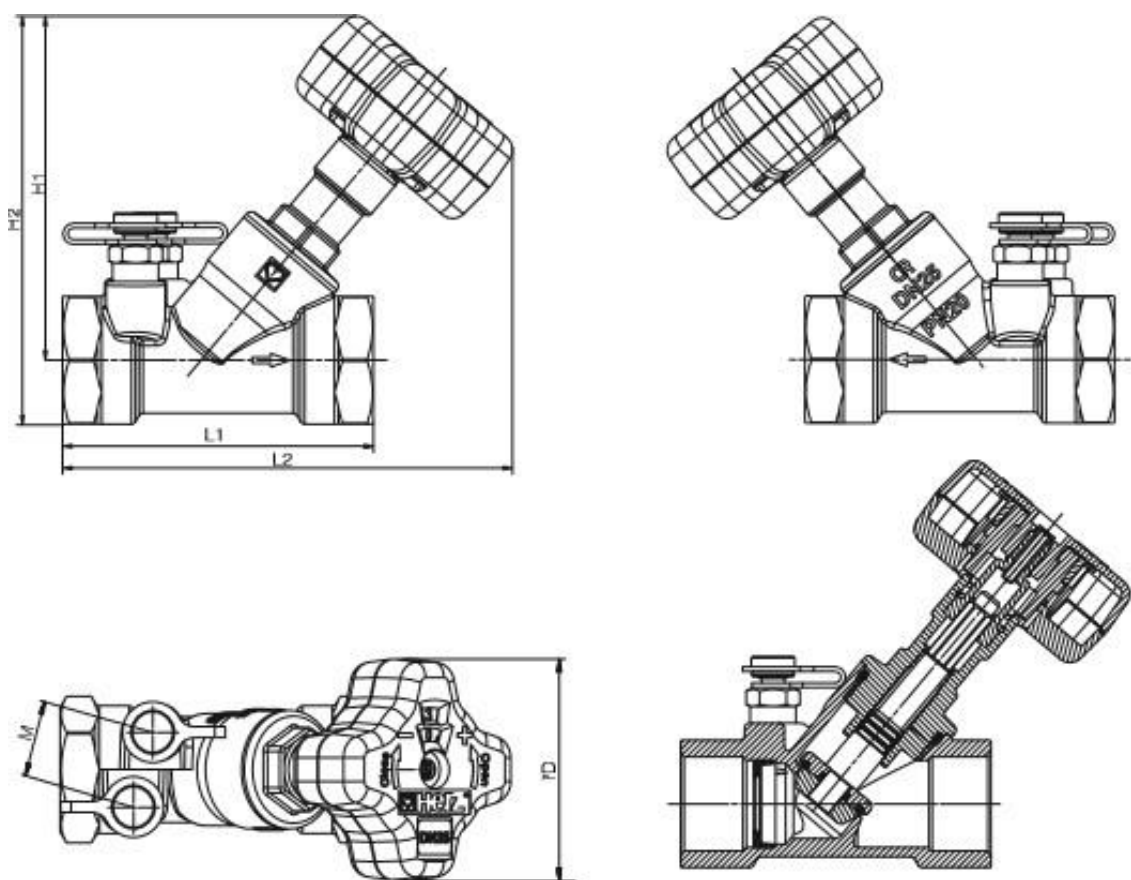


Рисунок 2.8 – Stroemax 4017 M

Для підтримки працездатності арматури при експлуатації необхідно не допускати забруднення внутрішніх порожнин. Попадання забруднень виключається шляхом установки перед арматурою фільтра. При виконанні монтажних робіт зусилля інструменту має додаватися безпосередньо до шестигранник муфти щоб уникнути пошкодження корпусу вентиля.

Вентильні муфти виконані з конічною різьбою під застосування ущільнювачів, робота повинні виконуватися сертифікованими фахівцями. При обмежених умовах під час монтажу кран-букса може бути демонтована. При повторній установці завдяки наявності ущільнювального O-Ring кільця на кран-буксі немає необхідності в додаткових ущільнювачів матеріалах і надмірному зусиллі при закручуванні.

Вимірювальні клапани використовуються для системи питного холодного і гарячого водопостачання. Для гідравлічного балансування систем опалення або охолодження, регулювання розподільників, стояків, теплообмінників, теплових і охолоджувальних реєстрів [9].

Термостат HERZ є датчиком і регулюючим органом одночасно (рис 2.9). За рахунок змін тиску рідинного наповнювача, що знаходиться всередині гідравлічного датчика HERZ, приводиться в рух шпindelь клапана. Термостат HERZ не вимагає технічного догляду.

За допомогою установки одного обмежувального штифта (або двох) виконується обмеження або блокування повороту маховика, яка невидима для необізнаного людини.

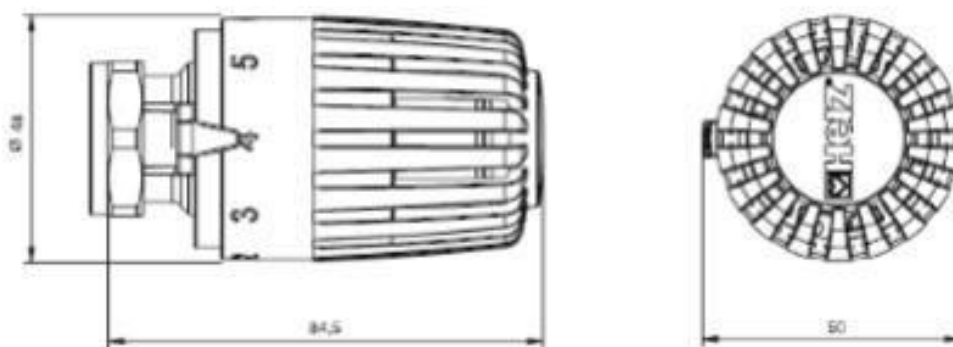


Рисунок 2.9 – Термостатична головка Project

Термоголовка HERZCULES, яка зображена на рисунку 2.10, призначена для монтажу на всіх клапанах ГЕРЦ з метою автоматичного регулювання температури в службових, житлових та інших приміщеннях, де існує можливість крадіжки, пошкодження або несанкціонованого доступу системи (навчальні заклади, казарми, приміщення загального користування і т.п.).

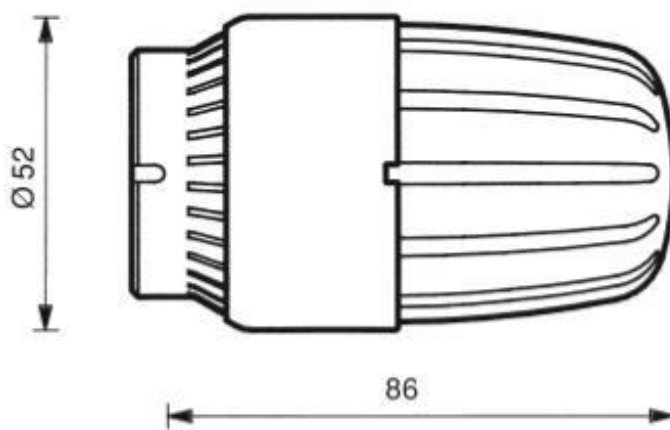


Рисунок 2.10 – Термостатична головка HERZCULES

Термоголовка ГЕРЦКУЛЕС є датчиком прямого регулювання і служить для перетворення зміни об'єму рідини в чутливому елементі під впливом зміни температури в приміщенні в механічний вплив на шпindelь клапана.

Термоголовка є автоматичним регулятором прямої дії, що слугує для регулювання подачі води до приладу опалення (рис. 2.11). Зміна положення шпинделя клапана здійснюється за рахунок зміни об'єму рідини в чутливому елементі.

Бажана температура в приміщенні обирається поворотом маховичка і підтримується автоматичним відкриттям і закриттям клапана.

Поворот термостатичної головки проти годинникової стрілки збільшує, за годинниковою стрілкою - зменшує кімнатну температуру [6].

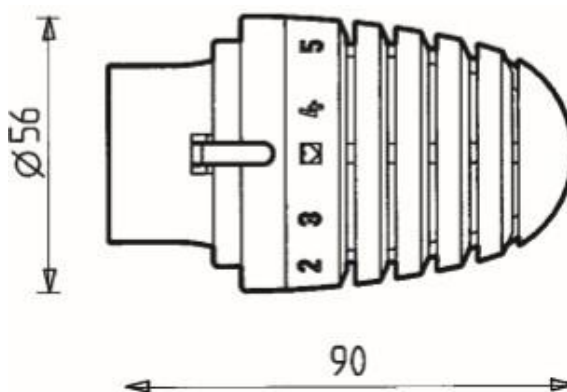


Рисунок 2.11 – Термостатична головка DeLuxe

За допомогою установки, яка відповідає цифрі шкали настройки навпаки покажчика можна встановити в приміщенні температурні величини; при цьому можливі відхилення від температури на кілька градусів залежно від способу монтажу і виконання приладу.

У термостатичних головок серії DeLuxe пластикові поверхні мають глянцеове покриття. Допускається протирати ці клапани вологою ганчіркою. Ні в якому разі не можна застосовувати для цих цілей жорсткі предмети, чистячі засоби, господарські очисники або хімічні засоби для чищення, такі, як гас, бензин, ацетон і ін.

2.5 Принципова дія системи опалення, що рекомендована до експлуатації

Внутрішні системи холодного водопостачання виконанні за допомогою сталевих труб $d_y20\text{мм}$, $d_y25\text{мм}$, $d_y32\text{мм}$, $d_y40\text{мм}$ в конструкції підлоги, попередньо ізольовані. Внутрішні системи гарячого водопостачання виконані за допомогою поліетиленових труб HERZ $d_y15\text{мм}$ [6].

Система водопостачання будинку складається:

- мережа трубопроводів гарячої та холодної води;
- регулюючих пристроїв.

Основними задачами правильної експлуатації водопостачання являються:

- забезпечення якості води у відповідності з вимогами ГОСТ 28-74-82 і ТУ для очистки місцевих стічних вод;
- забезпечення надійності і безперебійної роботи споруд з заданим технологічним режимом їх роботи;
- ліквідація в найкоротші строки аварій і пошкоджень і вивчення причин їх появи з метою попередження в майбутньому;
- своєчасне і доброякісне проведення текучого і капітального ремонтів в порядку і в строки, встановлені діючими інструкціями про планово – попереджувальні ремонти;

- боротьба з витіками, втратами і нераціональним використанням води;
- забезпечення високої рентабельності роботи.

Після виконання всіх монтажних робіт систему піддають випробуванням на справність водорозбірної і запірної арматури, змивних та інших пристроїв обладнання і на герметичність. Випробування на герметичність виконують до закладення трубопроводів у стінах (при прихованій прокладці) і до накладення ізоляції і забарвлення. Випробовують трубопроводи гідравлічним способом відповідно до ГОСТ 3845-82 тиском, що перевищує робоче на 0,5 МПа, але не більше 1 МПа протягом 10 хв.; зниження тиску при цьому допускається не більше ніж на 0,1 МПа [46].

Запроектвану систему водопостачання передбачено для забезпечення холодною та гарячою водою в житловій будівлі та підтримання необхідної температури гарячої води у кожній квартирі незалежно від інших.

Для сталевих трубопроводів холодного водопостачання передбачена ізоляція з пінополіетилену фірми HERZ. Водопровідна мережа будинку прийнята з нижньою розводкою. Основна магістраль прокладається нижче стелі підвалу на 0,5 м з уклоном 0,02 в сторону вводу.

До магістральної лінії приєднуються стояки. Стояки монтуються у санітарних кабінах біля входу. Від стояків передбачено розводку труб до водорозбірної арматури.

Підводки до санітарно – технічних приладів прокладаються на висоті 0,3 м від підлоги і вертикальними трубопроводами з'єднуються з водорозбірною арматурою.

Для управління потоками води, передбачено установку кульових кранів.

Технічне обслуговування систем водопостачання забезпечувати безперебійну і надійну роботу всіх споруд при високих техніко-економічних і якісних показниках з урахуванням вимог охорони водою від забруднення стічними водами і раціонального використання водних ресурсів.

З метою своєчасного виявлення можливих пошкоджень й інших недоліків на мережах або спорудах ВК їхнім власником повинні виконуватися відповідні технічні огляди.

Результати даних оглядів і профілактичного обслуговування фіксуються у встановленому законодавством порядку (складаються дефектні відомості), розробляється проектно-кошторисна документація і проводяться поточний і капітальний ремонти.

Технічна експлуатація мереж і споруд ВК може проводитись як власником мереж і споруд ВК (його окремими підрозділами), так і іншими організаціями на підставі цивільно-правових договорів з експлуатаційного обслуговування. З метою запобігання аварій і переривання в наданні послуг з водопостачання та водовідведення рекомендується укладати договори на технічне обслуговування зі спеціалізованим підприємством водопровідно-каналізаційного господарства.

Роботи з усіх видів ремонтів мереж і споруд ВК можуть виконувати підрядні будівельно-монтажні, ремонтно-будівельні організації, підприємства-виробники обладнання або підрозділи підприємства-замовника (власника мережі або споруди ВК), якщо вони мають обладнання, досвід та відповідні ліцензії на виконання цих робіт. З метою забезпечення якісного поточного та капітального ремонту рекомендується укладати відповідні договори зі спеціалізованим підприємством водопровідно-каналізаційного господарства.

Водопровідні вводи підприємств, відомчих, житлових будинків громадян, а також прилади й пристрої на них, у тому числі колодязі, запірні арматура, водолічильники, витратоміри та інші прилади обліку (надалі водолічильники), стабілізатори тиску й обмежувачі витрат, належать абонентові та ним експлуатуються.

Трубопроводи, прокладені вздовж стін усередині будинків, у техпідвалах і техканалах, пристрої та прилади на них належать абонентові та ним експлуатуються.

Водопровідні лінії, які проходять в техпідпіллях та приєднані до внутрішньої мережі будинку, повинні перебувати на балансі абонента, який

відповідає за їхню технічну справність. Спеціалізоване підприємство водопровідно-каналізаційного господарства може надавати абонентові, за його рахунок, матеріально-технічну допомогу в ліквідації аварій.

Ступінь надійності залежить від складності інженерної системи і від надійності кожного елемента, який складає дану систему.

Визначення терміну служби конструктивних елементів.

Відповідна якість кожного елемента забезпечує можливість довготривалої роботи. Поліетиленові труби не схильні до корозії і не засмічуються осіданнями.

Гарантійні строки експлуатації основного обладнання системи водопостачання:

- сталеві труби – 10-15 років;
- поліетиленові труби HERZ – 50 років;
- прилади контролю та обліку – більше 12 років.

Середні строки експлуатації складають: $(10+50+10+12)/4=20,5$ років.

Даний період визначає надійний строк служби системи.

Визначення технічного стану системи водопостачання, що експлуатується 2 роки.

Таблиця 2.19 - Оцінка щільності теплової мережі

Випадки протікання на 10 м теплової мережі	Оцінка , бали A_1	Необхідний вид ремонту
Протікання не було	5	—

Таблиця 2.20 - Оцінка стану ізоляції

Стан ізоляційних покриттів	Оцінка , бали A_2	Необхідний вид ремонту
Добрий	4	Ремонт окремих місць пошкоджень ізоляції

Таблиця 2.21 - Оцінка стану системи водопостачання

Стан металу	Оцінка , бали A_3	Необхідний вид ремонту
Незначна корозія	5	Ремонт пошкоджених ділянок ізоляції з очисткою продуктів корозії

Загальна оцінка технічного стану теплової мережі визначається за сумарною кількістю балів:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = 5+4+5 = 14 \text{ балів}$$

Отже, за результатами оцінки надійності та довговічності системи, дана система водопостачання має задовільний стан та придатна до експлуатації.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На території районної лікарні розташовано індивідуальну котельню.

Розгляд і аналіз питань по охороні праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки при роботі персоналу поряд з тепловими установками на нього впливають небезпечні та шкідливі виробничі фактори. «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори»: небезпечний виробничий фактор - це фактор середовища і трудового процесу, який може бути причиною гострого захворювання або раптового різкого погіршення здоров'я, смерті. Шкідливий виробничий фактор - це виробничий фактор, вплив якого на працюючого приводить до захворювання, зниження працездатності. У цеху в зоні роботи експлуатаційного та ремонтного персоналу небезпечними і шкідливими виробничими факторами є:

- фізичні фактори: виробничий шум та вібрація.
- шум та вібрація виникають внаслідок роботи парогенератора, насосів, димососу та вентилятора;
- травматичні фактори: гаряча вода, пар високого тиску (трубопроводи пару та гарячої води в межах котельної); обертові механізми (насоси, вентилятори, димососи); небезпека ураження електричним током (електродвигуни, електроосвітлювальні установки, щити управління);
- хімічні фактори: небезпека можливого витоку газу (У разі виникнення свища на газопроводі чи нещільності в з'єднаннях, арматурі та обладнанні); загазованість приміщення котельні димовими газами (через нещільності обмурування);
- фактори трудового процесу (психофізіологічні фактори) важкість праці: навантаження на опорно-руховий апарат, на серцево-судинну, дихальну та інші системи організму ; напруженість праці, навантаження на центральну нервову систему, на органи чуття, емоційне, сенсорне навантаження (змінність

праці, спостереження за роботою обладнання, щогодини обхід, контроль та ведення технологічного процесу).

Вплив теплових навантажень на організм людини сприяє швидкому стомленню, ослабленню, зниженню опірності організму до захворювань, теплових ударів, катаракті.

Висока температура поверхонь обладнання є причиною опіків.

Підвищений рівень шуму на робочих місцях робить шкідливий вплив на людину: притуплює зір, порушує діяльність серцево-судинної системи (підвищується внутрішньочерепний і кров'яний тиск, можливо розлад серцевого м'яза) ; діяльність центральної нервової системи (страждає кора головного мозку, сповільнюються психічні реакції, послаблюється увага) ; діяльність травної, кровоносної систем, слухового апарату. Значною мірою може розвинути туговухість та в кінцевому разі привести до повної втрати слуху. Вплив вібрації на людину може привести до розладу центральної нервової системи, органів чуття та опорно-рухової системи.

Постійний вплив вібрації призводить до професійного захворювання - вібраційної хвороби. Вібрація і високий тиск дуже швидко зношують обладнання, в тому числі, знос сальників на засувках трубопроводів гарячої води і газопроводах, призводить до виникнення свищів гарячої води і як наслідок можливість отримання опіків, і до витoku природного газу, що призводить до отруєння персоналу, а в зрештою до вибуху.

Обертів механізми можуть призвести до травм персоналу, робоче місце якого знаходиться в безпосередній близькості від них.

Фізичні та нервово-психологічні навантаження призводять до помилок персоналу при експлуатації котлів.

Таблиця 3.1 – Оцінка чинників виробничого і трудового процесу

Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Триалість дії чинників за зміну %
			I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1. Шкідливі хімічні речовини ,мг/м ³						
1й клас безпеки	-	-	-	-	-	-
2й клас безпеки	-	-	-	-	-	-
3й клас безпеки	20,0	2,6	-	-	-	90,8
(вуглецю оксид)						
2. Пил, переважно фібро генної дії, мг/м ³	4,0	2,0	1,2	-	-	15,0
3. Вібрація (загальна і локальна), дБ	50	37	-	-	-	20,83
4. Шум, дБА	80	77	-	-	-	100
5. Інфразвук, дБ	-	-	-	-	-	-
6. Ультразвук, дБ	-	-	-	-	-	-
7. Теплове випромінювання (облучаєма поверхня тіла 50 и більше %), Вт/м ²	35	30	-	-	-	25

3.2 Заходи з поліпшення умов праці

В цьому пункті вирішується завдання по зниженню впливу небезпечних шкідливих виробничих факторів.

Захист від теплового випромінювання: модульні котли, трубопроводи, підігрівачі є джерелом надлишкових виділень тепла. В цілях профілактики теплових травм, температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання або огорожувальних його конструкцій повинна мати теплову ізоляцію.

В котельній є годинник і телефон для зв'язку з технічними службами і власником.

В котельню не допускають осіб, що не мають відношення до експлуатації котлів і устаткування котельної. В необхідних випадках сторонні особи можуть потрапити в котельню тільки з дозволу власника і у супроводі його представника.

Для управління роботою, забезпечення безпечних умов і розрахункових режимів експлуатації котли оснащені:

- пристроями, що оберігають від підвищення тиску;
- запобіжний клапан, встановлений на барабані; два запобіжних клапана, встановлені на пароперегрівачі

- рівнемірами-показниками рівня води;
- манометрами
- приладами для вимірювання температури середовища
- запірною і регулюючою арматурою;
- приладами безпеки;
- живильними пристроями.

Засоби захисту від вібрації:

- використання дистанційного керування;
- вібропоглинання;
- віброізоляція.
- якісний монтаж;
- проведення своєчасних ремонтів.

До ЗІЗ від вібрації відносяться: застосування рукавичок, віброзахисних прокладок, спеціального взуття, килимів. Також необхідне дотримання раціонального режиму праці і відпочинку.

3.3 Виробнича санітарія

Заходи з виробничої санітарії забезпечують раціональне влаштування і використання систем опалення, освітлення і вентиляції, забезпечують оптимальні умови праці.

Оператори щита управління виконують роботу з енерговитратами організму 100...150 ккал/г.

Це робота, виконується стоячи, сидячи або пов'язана з ходьбою, що не вимагає систематичної фізичної напруги або підняття і перенесення тягарів.

Метеорологічні умови (температура повітря, вологість і швидкість руху повітря), з урахуванням категорії робіт наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Оптимальні значення параметрів метеорологічних умов

Приміщення	Категорія навантаження роботи	Відносна вологість повітря, %	Температура повітря, °C		Швидкість руху повітря, м/с	
			Холодний період	Теплий період	Холодний період	Теплий період
Щит управління	Легка	40-60	20-23	22-25	0,2	0,3

Для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату, згідно, передбачена система вентиляції і опалювання.

Для котельного відділення опалювання не передбачається, оскільки підтримка необхідних температур повітря відбувається за рахунок наявних надлишків теплоти при роботі котлоагрегата.

В котельному залі застосовується природна вентиляція з витягом повітря з верхньої зони за рахунок підсосів повітря в газоповітряний тракт котлоагрегата.

В приміщенні щитів управління передбачена штучна припливна вентиляція з подачею повітря і очищенням повітря від пилу.

При освітленні виробничих приміщень використовується природне освітлення, штучне і суміщене, при якому природне доповнюється штучним освітленням. У виробничих приміщеннях природне освітлення бічне, одностороннє. Штучне освітлення здійснюється газорозрядними лампами і лампами розжарювання. Також передбачено аварійне і евакуаційне освітлення.

Аварійне освітлення роблять для продовження роботи в тих випадках, коли раптове відключення робочого освітлення не дозволяє нормально обслуговувати устаткування. Якнайменша освітленість робочих поверхонь, що вимагають обслуговування при аварійному режимі, повинна складати 5% від загальної освітленості, але не менше 2 лк всередині будівлі і не менше 1 лк на території. Для аварійного і евакуаційного освітлення застосовують лампи розжарювання.

Підлягають обов'язковому устаткуванню аварійним освітленням наступні місця: 1) фронт котельних модулів; 2) щит і пульт управління; 3) водовказівні і вимірювальні прилади; 4) устаткування водопідготовки; 5) майданчики і сходи.

Евакуаційне освітлення передбачається для евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення, в місцях небезпечних для проходу людей: уздовж основних проходів приміщень, в проходах між котлам.

Евакуаційне освітлення повинне забезпечувати якнайменшу освітленість в приміщеннях на підлозі основних проходах і на рівнях не менше 0,5 лк, а на відкритих територіях – не менше 0,2 лк. Вхідні двері повинні бути відзначені світловими сигналами-показчиками. За неробочого часу, співпадаючого з темним часом доби необхідно забезпечити охоронне освітлення. За відсутності спеціальних технічних засобів охорони воно повинне складати 0,5 лк.

3.4 Електробезпека

Блокові трансформатори і трансформатори власних потреб розташовані уздовж фасадної стіни котельного приміщення. У котельній розміщено таке устаткування: електроспоживачі на напругу 380/220В, що живляться від мережі з глухозаземленої нейтраллю (двигуни насосів, вентиляторів, димососів, засувки, тощо). По небезпеці електротравматизму котельне відділення відноситься до 3-ої категорії приміщень («особливо небезпечні»), оскільки присутні два чинники небезпеки: струмопровідна підлога і можливість одночасного дотику до корпусу електроспоживачів і металоконструкцій що мають контакт із землею. Все електротехнічне устаткування, апаратура, кабелі і дроти, розподільні пристрої всіх видів і напруги по своїх номінальних параметрах задовольняють умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перенапруженнях, перевантаженнях.

Всередині приміщення вбудованої котельні по периметру приміщення виконаний контур заземлення, до якого підключається все електроустаткування. Внутрішній контур заземлення в двох місцях підключається до існуючого зовнішнього контуру заземлення. Прилади забезпечені запобіжниками, що забезпечують розрив ланцюга живлення при коротких замиканнях або перевантаженні мережі. При проведенні ремонтних і монтажних робіт в котельному цеху, персоналом використовуються засоби індивідуального захисту (гумові рукавиці, інструменти з ізольованими ручками тощо)

Для відведення природних електричних розрядів застосовуються громовідводи. Громовідвід є конструкцією з трьох основних складових: приймача блискавки, струмовідводу та контуру заземлення. Основний удар на себе приймає перша частина громовідводу, після чого пройшовши по струмовідводу, електричний розряд йде по заземленню в землю.

Антенний вид громовідводу є найпоширенішим. Конструктивно такий громовідвід являє собою металевий стрижень, який закріплюється в найвищій точці даху. Струмовідводом, що з'єднує стрижень із заземленням, служить

металевий трос. Такий вид громовідводу здатний захистити площу, рівну основі конуса, вершина якого знаходиться вище на 80 см від точки громовідводу, з бічними гранями, створюючими кут з вертикаллю приблизно 50°.

Будівля котельні захищена від ударів блискавки громовідводом, що складається з опори димаря, блискавкоприймача, струмопроводу і заземлення. Тип зони захисту А.

3.5 Пожежна безпека

Причини пожеж і вибухів: несправність електроустаткування; самозагоряння палаючих речовин; іскри при електро- і газозварювальних роботах; порушення технологічного режиму.

Тип вогнестійкості будівлі визначений згідно [19]. Категорії приміщень за вибуховою, вибухопожежною небезпека наведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Категорії вибухо- та пожежонебезпеки

Назва приміщення	Площа, м ²	Категорія приміщень з вибухопожежонебезпеки	Ступінь вогнестійкості будівлі	Первинні засоби пожежогасіння	
				Назва, тип	Кількість, шт.
Котельне приміщення	30	Г	II	Пожежний щит	2
Щит керування	10	В	II	Вогнегасник ВВК-8	3

До складу пожежного щита входять: сокира – 2 шт.; ломи і лопати – 2 шт.; багри залізні – 2 шт.; відра – 2шт; вогнегасники ВВК-8 – 3 шт., ОП-5Б – 1 шт.; ящик з піском 0,5м³.

3.6 Розрахунок ізоляції котла

Температура зовнішньої стінки згідно [23] приймаємо не вище $t_3=55^\circ\text{C}$.

Визначається відстань від екрану до обмурування по формулі l , м

$$l = 0,5 \cdot d = 0,5 \cdot 0,051 = 0,0255,$$

де d – діаметр труб, прийнятий конструктивно, м.

Ступінь чорноти факела приймаємо $\varepsilon_1 = 0,352$.

Визначається температура на виході з топки по формулі T , К

$$T = t_r + 273 = 1091,4 + 273 = 1364,4,$$

де t_r - температура на виході з топки у режимі природній газ приймаємо $t_r = 1091,4^\circ\text{C}$.

Визначається адіабатична температура по формулі T_a , К

$$T_a = t_a + 273 = 1785,4 + 273 = 2058,4,$$

де t_a - адіабатна температура у режимі природній газ прийнята $t_a=1785,4^\circ\text{C}$.

Визначається середня температура факела по формулі T_1 , К

$$T_1 = \sqrt{T \cdot T_a} = \sqrt{1364,4 \cdot 2058,4} = 1675,85$$

Температура стінки екрану труби визначається по формулі T_2 , К

$$T_2 = (t_n + 60) + 273 = (194,1 + 60) + 273 = 527,1.$$

Ступінь чорноти топки приймаємо $\varepsilon_2 = 0,460$.

Визначається допоміжний параметр a , по формулі

$$a = \frac{S}{d} = \frac{55}{51} = 1,078 ,$$

де S – крок труб.

Визначається допоміжний параметр C по формулі

$$C = \frac{2 \cdot l}{d} = \frac{2 \cdot 0,0255}{0,055} = 1.$$

Кутовий опір між обмуровуванням і факелом визначається по формулі

$$\varphi_{A1} = \frac{a\sqrt{a^2 + c^2 - 1} - c}{a^2 + c^2},$$

$$\varphi_{A1} = \frac{1,078\sqrt{1,078^2 + 1^2 - 1} - 1}{1,078^2 + 1^2} = 0,075 ,$$

$$\varphi_{A2} = 1 - \varphi_{A1} ,$$

$$\varphi_{A2} = 1 - 0,075 = 0,925.$$

Визначається максимальна температура вогневої поверхні обмуровування по формулі T_{\max} , К

$$T_{\max} = \sqrt[4]{\frac{\varphi_{A1} \cdot \varepsilon_1 \cdot T_1^4 + \varphi_{A2} \cdot \varepsilon_2 \cdot T_2^4}{\varphi_{A1} \cdot \varepsilon_1 + \varphi_{A2} \cdot \varepsilon_2}},$$

$$T_{\max} = \sqrt[4]{\frac{0,075 \cdot 0,352 \cdot 1675,85^4 + 0,925 \cdot 0,460 \cdot 527,1^4}{0,075 \cdot 0,352 + 0,925 \cdot 0,460}} = 859 .$$

Визначається максимальна температура вогневої поверхні обмуровування по формулі t_{\max} , °С

$$t_{\max} = T_{\max} - 273 = 859 - 273 = 586$$

Середнє кутове відношення між факелом і трубами, приймається $\bar{\varphi} = 0,97$.

Визначається середня температура вогневої поверхні по формулі $T_3, ^\circ\text{K}$

$$T_3 = \sqrt[4]{\frac{(1 - \bar{\varphi}_{12}) \cdot \varepsilon_1 \cdot T_1^4 + \bar{\varphi}_{12} \cdot \varepsilon_2 \cdot T_2^4}{(1 - \bar{\varphi}_{12}) \cdot \varepsilon_1 + \bar{\varphi}_{12} \cdot \varepsilon_2}},$$

$$T_3 = \sqrt[4]{\frac{(1 - 0,97) \cdot 0,352 \cdot 1675,85^4 + 0,97 \cdot 0,460 \cdot 527,1^4}{(1 - 0,97) \cdot 0,352 + 0,97 \cdot 0,460}} = 715.$$

Визначається середня температура вогневої поверхні по формулі $t_3, ^\circ\text{C}$

$$t_3 = T_3 - 273 = 715 - 273 = 442.$$

Схема ізоляційних шарів приведена на рисунку 3.1, де 1 – шамотобетон на глиноземному цементі, 2 – мати мінераловатні.

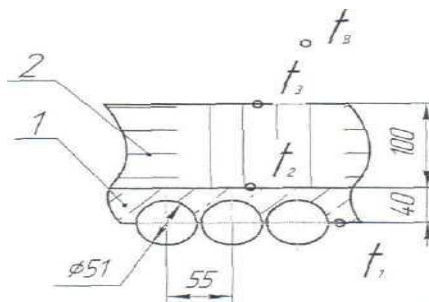


Рисунок 3.1 - Схема ізоляційних шарів

Температура зовнішньої стінки ізоляції приймаємо $t_1 = 445 ^\circ\text{C}$

Зовнішня температура шамотобетона приймається з послідуочим уточненням $t_2 = 433 ^\circ\text{C}$.

Визначається середня температура полотнів БСМКВ за формулою, $^\circ\text{C}$

$$t_{cp1} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{445 + 433}{2} = 439 .$$

Визначається коефіцієнт теплопровідності шамотобетона за формулою,
Вт/(м·К)

$$\lambda_1 = 0,7 + 0,00055 \cdot t_{cp1} = 0,7 + 0,00055 \cdot 439 = 0,941 .$$

Зовнішня температура мінераловатних матів приймається $t_3=52,2^\circ\text{C}$ з послідуочим уточненням.

Визначається середня температура мінераловатних матів за формулою
 $t_{cp2}, ^\circ\text{C}$

$$t_{cp2} = \frac{t_2 + t_3}{2} = \frac{433 + 52,2}{2} = 242,6 .$$

Визначається коефіцієнт тепловіддачі повітря за формулою $\alpha_v, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$\alpha_v = 8,4 + 0,06 \cdot (t_3 - t_{зп}) = 8,4 + 0,06 \cdot (52,5 - 25) = 10,$$

де $t_{зп}$ - температура зовнішнього повітря, приймаємо $t_{зп} = 25^\circ\text{C}$

Визначається термічний опір повітря за формулою $R_v, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$

$$R_v = \frac{1}{\alpha_v} = \frac{1}{10} = 0,1 .$$

Визначається тепловий потік визначається за формулою $q, \text{Вт}/\text{м}^2$

$$q = \frac{t_3 - t_v}{R_v} = \frac{52,2 - 25}{0,1} = 272 .$$

Визначається розрахункова температура стінки ізоляції за формулою $t_{2д}, ^\circ\text{C}$

$$t_{2д} = t_1 - q \cdot \frac{\delta_1}{\lambda_1} = 445 - 272 \cdot \frac{0,04}{0,941} = 433,4 ,$$

де δ_1 - товщина шамотобетону, приймаємо $\delta_1 = 0,04$ м.

Визначається розрахункова температура стінки ізоляції за формулою $t_{3д}, ^\circ\text{C}$

$$t_{3д} = t_2 - q \cdot \frac{\delta_2}{\lambda_2} = 433,4 - 272 \cdot \frac{0,1}{0,0714} = 52,5 ,$$

де δ_2 - товщина мінераловатних матів, приймаємо $\delta_2 = 0,1$ м;

λ_2 - коефіцієнт теплопровідності мінераловатних матів $\lambda_2 = 0,0714$ Вт/(м·К).

Прийнята товщина ізоляції забезпечить температуру на поверхні нижче допустимої.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено енергетичне обстеження будівлі 5-поверхового корп. №1 комунального некомерційного підприємства «Пологівська багатoproфільна лікарня інтенсивного лікування», вул. ім. Героя України Сацького В.А. буд. 6 м. Пологи, Запорізької області

Для підвищення енергоефективності споруди рекомендовано такі заходи:

1. Утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку:

- стінові конструкції утеплити мінераловатним утеплювачем товщиною 100 мм (Система скріпленої теплоізоляції);
- цоколь утеплити мінераловатним утеплювачем товщиною 100 мм, на глибину промерзання ґрунту (400-500мм.);
- утеплити дах і горище.

Заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі:

- встановлення терморегуляторів;
 - встановлення модернізованих автоматичних балансувальних клапанів на стояках з функціями обмеження максимальної витрати теплоносія і обмеження температури теплоносія на виході зі стояків;
 - заміна радіаторів на нові алюмінієві, сталеві, або біметалеві;
 - встановлення пінофолових тепло-відбиваючих екранів за кожним нагрівальним приладом;
2. Заміна старих вікон та дверей на нові, що відповідають нормам (ДБН В 2.6-31:2006).
3. Заміна ламп розжарювання та люмінісцентних на економічні світлодіодні лампи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Раб`яш, Р. Системи опалення приміщень в аспекті теплового комфорту та технологічних вимог [Текст] / Р. Раб`яш. – К.: Ринок інсталяційний, 1997. – 26 с.
2. Сканава, А.И. Отопление А.И. Сканава. – М.: Стройиздат, 1988.– 416 с.
3. Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши. — М.: Стройиздат, 1985.— 464 с.
4. Гухман, А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена [Текст] / А.А. Гухман. - М.: Стройиздат, 1987. – 216 с.
5. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена [Текст] / С.С. Кутателадзе.- М.:Стройиздат, 1962. – 386 с.
6. Шаповалов, И.С. Проектирование панельно-лучистого отопления [Текст] / И.С. Шаповалов.- М.:Стройиздат, 1986. – 124 с.
7. Шорин, С.И. Теплопередача излучением при лучистом отоплении [Текст] / С.И. Шорин. - М.:Стройиздат, 1999. – 86 с.
8. Plechec, L. Tepelny vypocet plynuteho vinuti transformatoru s prirodzenym obehem obeje [Text] / L. Plechec // Electrotechnic obz. — 1972— №1— P.5-10.
9. Petras, V. Teplotne pole olejoveha transformatora so zvitkovym vinutim [Text] / V. Petras, L. Kriho, T. Fiedler // Transformatory.- 1984.- №2.- P. 7-13.
10. Guerra, F. Primeira abordagem a utilização de modelos reduzidos para a determinacao experimental do campo termico de transformadores arrefecidos por conveção natural [Text] / Fraklin Guerra, Isaac Moreira // Electricidade.- 1987.- № 233.- P. 141-145.
11. Тихомиров, К. В. Теплотехніка, теплогазопостачання і вентиляція [Текст] / К. В. Тихомиров – М.: Стройиздат, 1974.– 186 с.
12. Єрємкін, А. І. Тепловий режим будівель [Текст] / А. І. Єрємкін. – К.: АСВ, 2003.– 56 с.

13. Гусєв, В. Н. Теплопостачання та вентиляція [Текст] / В. Н. Гусєв. – Л.: Стройиздат, 1975.– 56 с.
14. Юркевич, О.О. Опалення громадянського будинку [Текст] / О.О. Юркевич. – Іжевськ: ІжГТУ, 2001.– 108 с.
15. Бондаренко, В. В. Опалення та вентиляція житлового будинку [Текст] / В. В. Бондаренко. – Перм: ПДТУ, 1995.– 98 с.
16. Pivnek, M. Vyzkum tepelnych zavislosti na modelech vinuti transformatoru [Text] / M. Pivnek, K.Navlichek // Electrotechn. obz. — 1974. — №4. — pp. 175-181.
17. Die Darstellung das Wärmeüberganskoeffiyienten im transformator mit Kriteriellen Potenzfunktion [Text] / H. Lobenstein // Elektric. — 1979. — №4. — pp. 218-220.
18. Хованський С.О., Колісніченко Е.В., Панченко В.О. Розрахункові дослідження теплового стану приміщення. Технологический аудит и резервы производства — № 6/3(26), 2015, с. 45-48.
19. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту – К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго» - 2015. – 89 с.
20. ДБН Б В.2.6-23-2009. Блоки віконні та дверні. [Чинний від 2009-08-01]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
21. ДСТУ Б В.2.7-122:2009. Скло листове. [Чинний від 2009-11-19]. Київ, 2009. (Інформація та документація).
22. ДСТУ Б В.2.7-110. Скло загартоване будівельне. [Чинний від 2000-04-17]. Київ, 2001. (Інформація та документація).
23. ДСТУ Б В.2.7-107. Будівельні матеріали. [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2010. (Інформація та документація).
24. EN 15251. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики. [Чинний від 2013-01-01]. Київ, 2012. (Інформація та документація).

25. Що таке енергетичний аудит. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://pbe.ua/energo-certifikate-50> (дата звернення 16.04.2020).
26. Про регулювання містобудівельної діяльності: Закон України від 20.11.2012р. №34. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення 16.04.2020).
27. Енергетичний сертифікат – що це таке. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://akvilonpro.ua/ua/energoberezhenie/energeticheskij-sertifikat.html> (дата звернення 16.04.2020).
28. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 р. №33. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19> (дата звернення 21.04.2020).
29. Що таке енергетичний аудит. *Енергетичний аудит* : веб-сайт. URL: <https://spilka.pro/shho-take-energoaudyt-ta-yak-znajty-sertyfikovanogo-audytora/> (дата звернення 29.04.2020).
30. ДСТУ Б В.2.6-189. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація).
31. ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-10-01]. Київ, 2011. (Інформація та документація).
32. ДБН В.2.5-67. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація).
33. ДБН В.2.2-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2010-09-28]. Київ, 2010. (Інформація та документація).
34. Водяные тепловые сети. Справочное пособие по проектированию. /Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина.- М.: Энергоатомиздат, – 1988, – 376 с.
35. Крючков Є.М. Проектування систем теплопостачання. Навчально-методичний посібник. / Є.М. Крючков. – Запоріжжя: ЗДІА, – 2010. - 303с.
36. Державні санітарні норми та правила «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» Наказ Міністерства охорони здоров'я України 11.08.2014 № 552.

37. ДСТУ Б В.2.5-38; 2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування захисту від блискавок будівель і споруд».
38. Вовк Ю. Організаційно-економічний механізм управління раціональним використанням ресурсів / Ю. Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. – 2011.
39. Волошко А. В. Проблеми вибору оптимальної математичної моделі енергоспоживання на промислових підприємствах / А.В. Волошко, Я. С. Бедерак, Т. М. Лутчин / ВЕЖПТ. – 2013. – №8(65). – С. 19–23.
40. Галузева програма з енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року . – К. : Мінпромполітики України. – 2009. – 123 с.
41. Джеджула В. В. Енергозбереження в системі управління розвитком промислових підприємств / В. В. Джеджула // Вісн. Хмельниц. нац. університету. Економічні науки. – 2012. – № 2. – Т. 2. – С. 88–92.
42. Крючков Є.М. Проектування систем теплопостачання. Навчально-методичний посібник. / Є.М. Крючков. – Запоріжжя: ЗДІА, – 2010. - 303с.
43. Державні санітарні норми та правила «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» Наказ Міністерства охорони здоров'я України 11.08.2014 № 552.
44. Справочник проектировщика. Часть 1, Отопление. М.: Стройиздат, – 1990, – 89 с.
45. Соловьев, Ю.П. Проектирование крупных центральных котельных для комплекса тепловых потребителей. / Ю.П.Соловьев. - М.: Энергия, – 1976, – 196 с.
46. Соловьев, Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий. / Ю.П.Соловьев.- М.: Энергия, – 1978, – 198 с.
47. Либерман, Н.Б. Справочник по проектированию котельных установок. / Н.Б. Либерман, Н.Б. Нянкoвская, – М.: Энергия, – 1979, – 224 с.

48. Роддатис, К.Ф. Справочник по котельным установкам малой производительности / К.Ф. Роддатис, А.Н. Полтарецкий.– М.:Энергоатомиздат, – 1989. – 488 с.

49. ДБН В.2.5-20-2001 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання

50. ТУ У В.2.7-45.3-34827082-001:2008 «Покриття теплогідроізоляційне пінополіуретанові для дахів»