

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра теплоенергетики
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр
(освітній ступінь)

на тему: Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки
теплотехнологічної системи за умов застосування сонячних колекторів
08-11.МКР.005.00.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ-18м
спеціальності

144 – теплоенергетика
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кирилюк С.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник Боднар Л.А.
(прізвище та ініціали)

Опонент _____
(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2019 рік

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет БТЕГП
Кафедра _____ теплоенергетики
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність _____ 144 – теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЕ
_____ С. Й. Ткаченко
09 жовтня 2019 року

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

Кирилюку Сергію Леонідовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплотехнологічної системи за умов застосування сонячних колекторів»
керівник роботи _____ Боднар Лілія Анатоліївна, к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від 02.10.2019 року №254
2. Строк подання студентом роботи _____ 3 грудня 2019 року
3. Вхідні дані до роботи оптичний ККД 78,9 %; приведений коефіцієнт теплових втрат сонячного колектора 5 Вт/м²; габаритні розміри: ширина 1006 мм, довжина 1988 мм, висота 85 мм; температура повітря в приміщенні 20 °С; температура води 30 °С; відносна вологість повітря 60%; об'єм басейну 290,7 м³; характеристики басейну 19x9x1,7м.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналітичний огляд літературної інформації; дослідження ефективності застосування сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію; практична реалізація результатів досліджень; оцінка екологічної ефективності прийнятих рішень; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): план встановлення сонячних колекторів на даху; схема котельні принципова теплова з інтегрованою системою сонячних колекторів; розріз розташування обладнання та трубопроводів; монтажна схема баків акумуляторів в системі гарячого водопостачання; автоматизація системи підігріву басейну на базі сонячних колекторів; максимальна температури нагріву води в сонячних колекторах з 8 по 17 годину для кожного місяця; необхідна кількість сонячних колекторів; кількість теплоти, яку вироблено системою сонячних колекторів щомісяця; щомісячна економія природного газу внаслідок встановлення системи сонячних колекторів

для підігріву басейну; зменшення викидів забруднювальних речовин внаслідок встановлення системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Пункт 3.10	Лялюк О.Г.		
Розділ 5	Кобилянська І.М.		

7. Дата видачі завдання 09.10.2019р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Аналітичний огляд літературної інформації.	15.10.19	
2	Дослідження ефективності застосування сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію	25.10.19	
3	Практична реалізація результатів досліджень	10.11.19	
4	Оцінка екологічної ефективності прийнятих рішень	22.11.19	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	28.11.19	

Студент _____
(підпис)

Кирилюк С.Л.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Боднар Л.А.
(прізвище та ініціали)

Анотація

У магістерській роботі проведено аналітичний огляд інформації про стан розвитку і проблеми сонячної енергетики та ефективності використання сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання. Розроблено функціональну схему автоматизації системи сонячних колекторів та технологію монтажу системи сонячних колекторів. Здійснено оцінку екологічної ефективності прийнятих рішень та розроблено кошторисну документацію на монтаж системи сонячних колекторів. Проведено розробку заходів з охорони праці.

Графічна частина роботи включає 10 креслень на листах формату А3, список літератури 49 найменувань.

Annotation

In Magister work the analytical review of information on a condition of development and a problem of solar power and efficiency of use of solar collectors in system of hot water supply is carried out. The functional scheme of automation of system of solar collectors and technology of installation of system of solar collectors is developed. The assessment of the environmental efficiency of the decisions taken was carried out and the estimated documentation for the installation of the solar collector system was developed. Development of measures on labor protection is carried out.

The graphic part of the work includes 10 drawings on sheets of A3, a list of 49 titles.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	10
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ В СИСТЕМІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ САНАТОРІЮ.....	31
2.1 Розрахунок необхідної площі колекторів та їх кількості.....	33
2.2 Гідравлічний розрахунок.....	49
3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	52
3.1 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	52
3.2 Визначення складу і об'ємів робіт.....	54
3.3 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій.....	55
3.5 Визначення складу бригад і підбір монтажних інструментів.....	63
3.6 Організація робочих місць та побутових приміщень.....	64
3.7 Монтажене регулювання і задача системи в експлуатацію.....	65
3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	66
3.9 Автоматизація системи підігріву басейну на базі сонячних колекторів.....	67
3.9.1 Опис технологічного процесу.....	67
3.9.2 Характеристика технологічного обладнання.....	69
3.9.3 Характеристика теплоносіїв, які застосовуються в процесі.....	71
3.9.4 Система автоматичного контролю і регулювання температури прямої води.....	72
3.9.5 Засоби автоматизації.....	73
3.9.6 Опис захисту колектора.....	76
3.9.7 Методи регулювання витрати теплоносія.....	76
3.9.8 Величини які підлягають контролю та сигналізації.....	77
3.10 Оцінка економічної ефективності прийнятих рішень.....	78
4 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ.....	80
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	87
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту.....	87
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при монтажі інженерного обладнання.....	88
5.1.2 Електробезпека.....	92
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	94
5.2.1 Мікроклімат.....	95
5.2.2 Виробниче освітлення.....	95
5.2.3 Виробничий шум.....	97
5.2.4 Виробнича вібрація.....	99

5.2.5 Психофізіологічні фактори	100
5.3 Розрахунок режиму роботи працівників в умовах радіаційного забруднення	101
5.3.1. Дія іонізуючих випромінювань на людей	101
5.3.2. Розрахунок режимів радіаційного захисту.....	103
ВИСНОВКИ.....	110
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	112
ДОДАТКИ.....	117

ВСТУП

Актуальність роботи. Енергетичною стратегією України до 2035 року передбачається збільшення частки використання поновлювальних джерел енергії з 6% до 20%. Це спонукає до інтенсифікації використання сонячної енергії, оскільки вона може використовуватись для потреб опалення і гарячого водопостачання. Сонячна енергія – практично невичерпне і екологічне чисте джерело енергії. На сьогоднішній день надзвичайно актуальним є вдосконалення існуючих систем сонячного теплопостачання (ССТ) для їх впровадження в традиційні системи енергопостачання. Використання ССТ для підігріву води в басейнах широко використовується в багатьох країнах світу. Разом з тим в науково-технічній літературі обмаль інформації про практичне застосування таких систем. Тому дослідження в даному напрямку є **актуальними**, оскільки дозволять підвищити енергетичну ефективність системи та зменшити викиди забруднювальних речовин внаслідок зменшення споживання традиційних енергоресурсів. В зв'язку з вищенаведеним, тема роботи є **актуальною**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Тема магістерської кваліфікаційної роботи відповідає кафедральній науково-дослідній роботі кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету "Теплообмін та гідродинаміка полікомпонентних, поліфазних потоків і середовищ в елементах тепло- і біотехнологічного устаткування; аналіз та синтез комбінованих теплоенергетичних установок, тепло- і біотехнологічних систем та устаткування"

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи: підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплотехнологічної системи шляхом застосування сонячних колекторів для підігріву води в басейні санаторію.

Поставлена мета досягається вирішенням наступних завдань:

1. аналітичний огляд інформації про стан розвитку і проблеми сонячної енергетики;

2. дослідження ефективності використання сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію;
3. розробка функціональної схеми автоматизації системи сонячних колекторів;
4. розробка технології монтажу системи сонячних колекторів;
5. оцінка екологічної ефективності прийнятих рішень;
6. розробка кошторисної документації на монтаж системи сонячних колекторів.
7. розробка заходів з охорони праці.

Методи дослідження: аналітичні дослідження ефективності використання сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію.

Наукова новизна. Набули подальшого розвитку методи розрахунку систем сонячного теплопостачання інтегрованих в традиційні схеми енергопостачання.

Об'єкт дослідження: теплові процеси, що проходять в сонячній системі енергозабезпечення.

Предмет дослідження: енергетична та екологічна ефективність теплотехнологічної системи із сонячними колекторами.

Практичне значення. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні систем гарячого водопостачання на базі сонячних колекторів.

Апробація роботи. Положення роботи викладені на XLVIII Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019 рік).

Публікації. Основні результати магістерської кваліфікаційної роботи опубліковані в одній тезі доповіді.

Обсяг та структура роботи. Магістерська кваліфікаційна робота містить вступ, 5 розділів, висновки, список літератури із 50 найменувань, додатків, загальний обсяг роботи – 120 сторінок основного тексту, 12 рисунків, 12 таблиць.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Сонячний колектор – універсальний пристрій, який використовується для збору сонячної енергії і подальшого перетворення її в теплову, придатну для людських потреб.

Сонячна енергія – це електрика, що виробляється за допомогою сонячного випромінювання від сонця. Хоча сонячна енергетика становить невеликий відсоток світового виробництва енергії, деякі країни використовують значні обсяги сонячної енергії. Китай і Сполучені Штати лідирують у світі за загальним обсягом сонячної енергії, в той час як Німеччина є країною, яка отримує великий відсоток своєї електроенергії від сонячної енергії. Здатність використовувати сонячне світло і використовувати цю енергію для виробництва електроенергії досягається за допомогою різних методів.

Сонячні колектори повсюдно застосовуються для забезпечення об'єктів (приватних будинків, промислових і громадських будівель) гарячою водою, вони також використовуються в опалювальних системах. Область застосування сонячних колекторів дуже широка, дані альтернативні модулі можуть застосовуватися для підігріву води в басейнах, для очищення води, для сушки сільськогосподарської продукції. Можливий варіант застосування їх в якості засобу для охолодження і кондиціонування повітря і навіть для приготування їжі.

Фундаментальним поняттям для теплового аналізу будь-якої теплової системи є збереження енергії, яке може бути проаналізовано за допомогою розрахунку енергетичного балансу в стаціонарних умовах. У сталому режимі корисною вихідною енергією колектора є різниця між поглиненою сонячною радіацією і сумарними тепловими втратами від колектора.

Очевидно, що чим вище вихід корисної енергії від конкретної конструкції, тим вище очікуваний ККД. Тепловий ККД колектора є важливим параметром для розгляду в цьому виді аналізу, оскільки він створює основу для порівняння різних матеріалів і модифікацій колекторних систем. Тому багато теоретичних

розрахунків, представлені в книгах, в кінцевому підсумку спрямовані на оцінку ефективності [1].

Щоб дізнатися, скільки енергії залишається доступною для корисної теплової роботи, нам потрібно зрозуміти енергетичний баланс усередині колектора: поглинену енергію-втрати.

Порівняльні дослідження показують, що застосування сонячних колекторів в побуті, значно економить ресурси до 30% в рік. Так як ціни на опалення досить великі, економічна вигода сонячних колекторів очевидна.

Плоскі сонячні колектори складаються з одинарного, подвійного і потрійного скляного або пластикового покриття, теплосприймальні панелі, пофарбованої з боку, зверненої до сонця, в чорний колір, ізоляції на зворотній стороні і корпусу (металевого, пластикового, скляного і дерев'яного).

Як теплосприймальні панелі можна використовувати будь-металевий або пластмасовий лист з каналами для теплоносія. Виготовляються теплосприймальні панелі з алюмінію або сталі двох типів: лист-труба і штамповані панелі (труба в листі). Пластмасові панелі через недовговічність і швидкого старіння під дією сонячних променів, а також через малу теплопровідність не знаходять широкого застосування [2].

Під дією сонячної радіації теплосприймальні панелі розігріваються до температури 70 – 80 °С, що перевищують температуру навколишнього середовища, що веде до зростання конвективної тепловіддачі панелі в навколишнє середовище і її власного випромінювання на небосхил. Для досягнення більш високих температур теплоносія поверхню пластини покривають спектрально-селективними шарами, активно поглинають короткохвильове випромінювання сонця і знижують її власне теплове випромінювання в довгохвильовій частині спектра. Такі конструкції на основі «чорного нікелю», «чорного хрому», окису міді з алюмінієм, окису міді на міді та інші дорогі (їх вартість часто порівнянна з вартістю самої теплосприймальні панелі). Іншим способом поліпшення характеристик плоских колекторів є створення вакууму між

теплосприймальною панеллю і прозорою ізоляцією для зменшення теплових втрат (сонячні колектори четвертого покоління).

Якщо розрахувати співвідношення витрат по установці і обслуговуванню сонячного колектора для опалення будинку та кінцеву окупність, то цей період передбачає від двох до п'яти років. З урахуванням довготривалої експлуатації можна розрахувати, що окупність в кінцевому рахунку дуже висока. Період окупності витрат безпосередньо залежить від погодних умов і може коливатися в ту чи іншу сторону. І якщо вже говорити про щорічне стабільне підвищення цін на теплову енергію, встановлення сонячного колектора для будинку можна вважати дуже вигідним вкладенням коштів для подальшої економії бюджету [3].

Перспективи застосування сонячних колекторів

Сонячний колектор – це пристрій, який збирає та концентрує сонячне випромінювання від сонця. Ці прилади головним чином використовують для активного сонячного опалення і додавати на опалення води для особистої користі. Ці збірники взагалі встановлені на даху і повинні бути дуже міцними у міру того як вони піддаються дії до різноманітність різних погодних умов.

Використання цих сонячних колекторів забезпечує альтернативу традиційному побутовому нагріванню води за допомогою водонагрівача, потенційно знижуючи витрати енергії з плином часу. Як і в побутових умовах, велика кількість таких колекторів може бути об'єднано в масив і використано для вироблення електроенергії на сонячних теплових електростанціях.

У зв'язку з забрудненням навколишнього середовища, обмеженістю невідновлюваних джерел енергії, підвищенням цін на енергоносії необхідно передбачати ряд заходів по використанню альтернативних джерел енергозабезпечення. Прикладом таких заходів можуть бути: ефективна енергозберігаюча політика держави, використання відновлюваних джерел енергії (енергії сонця, вітру, геотермальної, припливів) і ін.

Плоскі сонячні колектори являють собою просто металеві коробки, які мають якесь прозоре застелення в якості кришки поверх темної пластини поглинача. Сторони і дно колектора зазвичай покриті ізоляцією, щоб мінімізувати

втрати тепла на інші частини колектора. Сонячне випромінювання проходить через прозорий матеріал скління і потрапляє на поглинаючу пластину [4].

Ця пластина нагрівається, передаючи тепло або воді або повітрю, який утримується між склом і поглинаючою пластиною. Іноді ці пластини абсорбера фарбуються спеціальними покриттями, призначеними для поглинання і утримання тепла краще, ніж традиційна чорна фарба. Ці пластини зазвичай виготовлені з металу, який є хорошим провідником – зазвичай з міді або алюмінію [5].

Одним з інноваційних напрямів модернізації систем тепlopостачання, що дозволяє скоротити енерговитрати, є застосування сонячних колекторів. Вони використовуються для створення гарячої води, опалення та інших потреб людини, тому сонячний колектор повинен максимально поглинати сонячне тепло і зберігати його. Це досягається його загальною площею і кутом нахилу до південної сторони [6].

Для того, щоб використовувати енергію Сонця для виробництва електроенергії, повинен бути якийсь метод використання сонячної радіації.

Оскільки немає палива, яке можна спалювати для виробництва електроенергії, як це відбувається на електростанціях на викопному паливі або атомних електростанціях, використовуються різні методи для захоплення або концентрації сонячного світла. Існує два основних методи: фотоелектричні елементи і сонячні теплові колектори. У той час як сонячні теплові колектори зазвичай менш складні, фотоелектричні елементи можуть бути більш корисними, оскільки вони безпосередньо перетворюють сонячне випромінювання в електрику.

Плоскі сонячні колектори, ймовірно, є найбільш фундаментальною і найбільш вивченою технологією для систем гарячого водopостачання на сонячних батареях. Загальна ідея цієї технології досить проста. Сонце нагріває темну плоску поверхню, яка збирає якомога більше енергії, а потім енергія передається воді, повітрю або іншій рідині для подальшого використання [7].

Основні компоненти типового плоского сонячного колектора:

- чорна поверхня-абсорбент падаючої сонячної енергії;
- скляне покриття-це прозорий шар, який пропускає випромінювання до поглинача, але запобігає радіаційні і конвективні втрати тепла з поверхні;
- труби, що містять нагрівальну рідину для передачі тепла від колектора;
- опорна конструкція для захисту компонентів і утримання їх на місці;
- ізоляційне покриття бортів і днища колектора для зниження тепловтрат.

Існує багато різних типів сонячних колекторів, але всі вони побудовані з однією і тією ж основною передумовою. Загалом, є деякий матеріал, який використовується для збору і фокусування енергії від Сонця і використання її для нагріву води. Найпростіше з цих пристроїв використовує чорний матеріал, що оточує труби, по яких тече вода. Чорний матеріал поглинає сонячне випромінювання дуже добре, і в міру того як матеріал нагріває воду він оточує. Це дуже простий дизайн, але колекціонери можуть отримати дуже складний. Пластини поглинача можна використовувати, якщо немає необхідності в підвищенні високої температури, але зазвичай пристрої, що використовують відображають матеріали для фокусування сонячного світла, призводять до більшого підвищення температури.

Принцип роботи сонячного колектора.

Пристрій складається з двох частин: сонячного колектора і теплообмінного акумулятора. Антифриз (теплоносій) циркулює всередині замкнутої системи, він нагрівається на сонячному світлі і віддає своє тепло через спеціальний теплообмінник, який вмонтований у бак з водою. Бак підключений до водопроводу з холодною водою, коли гаряча вода витрачається в бак заливається холодна і циркуляція поновлюється. В баці-акумуляторі можливий варіант установки електричного нагрівального елемента для додаткового підігріву, у разі якщо вода дуже активно використовується а також, у похмуру погоду коли потужності сонячного колектора не достатньо. Як правило не виникає необхідності частого використання електронагрівача. Структура вакуумних труб для нагріву дуже схожа на конструкцію звичайного термоса: одна труба вставлена в іншу, між ними вакуумна порожнина, яка створює ідеальну теплоізоляцію. З-за

циліндричної форми трубок сонячні промені постійно потрапляють перпендикулярно і передають максимум теплової енергії. Це дозволяє значно підвищити ККД для пристрою, який може досягати 85% [8].

Якщо лист металу піддається дії сонячної радіації, температура буде підвищуватися до тих пір, поки швидкість, з якою надходить енергія не дорівнює швидкості з якою тепло втрачається від плити; цю температуру називають температурою "рівноваги". Якщо задня частина пластини захищена теплоізоляційними матеріалами, а зовнішня поверхня плити пофарбована в чорний колір і покрита одним або двома скляними листами, то рівноважна температура буде значно вище, ніж на простому відкритому листі. Ці плити можуть бути покриті колектором тепла шляхом додавання системи циркуляції води, або, зробивши його порожнім або пайки металевих труб до поверхні, і передачі нагрітої рідини в бак для зберігання. Для відведення тепла з системи рівноважна температура повинна знижуватися при максимальній температурі рівноваги, при якому ефективність збору дорівнює нулю. Інша крайність - це стан, коли потік рідини настільки плоский, що підвищення температури дуже мала; у такому випадку, хоча втрати невеликі та ефективності збору тепла досягає 100%, але жодне корисне тепло не може бути вилучено. Оптимальним вважається приблизно на півдорозі між температурою рівноваги, завдяки чому виходить гаряча рідина при корисній температурі.

Такий пристрій як сонячний колектор поглинає енергію сонячного світла, перетворює її у форму, зручну для зберігання, і акумулює тепло. Енергія є електромагнітним випромінюванням, діапазон якої варіюється від інфрачервоного (довгі хвилі) до ультрафіолетового (короткі хвилі).

В ясну погоду один квадратний метр поверхні Землі отримує близько 1000 Вт сонячної енергії. Цифра ця середня і залежить від орієнтації, розташування поверхні, а також від погодних умов місцевості [9].

Сонячний колектор збирає трохи більше 70 % всього обсягу сонячного потоку, що обумовлено низкою факторів. Встановивши 1-2 колектора, сім'я з 4 чоловік зможе отримувати гарячу воду все літо і в перехідний період. Якщо

використовувати більшу кількість колекторів, можна буде опалювати приватний будинок взимку.

Якщо говорити простіше, то сонце нагріває не саму воду, яка використовується в будинку, сонячна енергія нагріває проміжний теплоносій, в ролі якого найчастіше виступає розчин пропіленгліколю. Теплоносій рухається до теплообмінника бака ГВП, де і відбувається віддача тепла воді, надходить у крани. Розташування такої схеми ґрунтується на принципах безпеки: зовні утепленої будівлі проходять труби, в яких тече незамерзаюча рідина. Це робить систему безпечною, оскільки виключається ймовірність пошкодження траси і самих колекторів з-за низьких температур [10].

Нагрівання бака ГВП може здійснюватися з допомогою другого джерела тепла (використовується дублюючий теплообмінник). Це може бути тепловий насос, котел із живленням від газопроводу або електромережі, твердопаливний котел, тощо. Досить часто практикується схема, при якій проводять суміщення бака ГВП з буферним баком на опалення. В такому випадку сонячні колектори нагрівають воду і служать джерелом підтримки опалення взимку. Слід сказати, що сьогодні все більшу популярність знаходять теплові насоси, так як володіють незаперечними перевагами.

Геліосистеми мають ряд переваг, в порівнянні з традиційними джерелами теплової енергії.

По-перше, перш за все екологічність. Сонячний колектор абсолютно безпечний для навколишнього середовища, так як відсутня технологія горіння або відпрацювання, яка властива всім іншим джерелам генерації тепла. Геліосистема не виробляє ніяких відходів виробництва і викидів в атмосферу, що робить цю систему безпечною і екологічно чистою.

До другого позитивного фактору можна віднести економічність даної установки. Самоокупність системи відбувається протягом декількох років, а далі вся установка цілком спрямована на збереження витрачених коштів на опалення.

І самий головний позитивний фактор – це можливість цілорічного використання даного джерела енергії, навіть при мінімальному сонячному

освітленні. У похмурі дні і в зимовий час до поверхні землі доходить до 70% випромінювання, отже, використання сонячного колектора за умови правильного монтажу в будь-який час року, хоча і з меншою тепловіддачею.

Велике значення має географічне розташування, часовий пояс і погодні умови. Відносно нашої країни застосування сонячних колекторів ефективно і доцільно, адже в Україні досить сонця, не менше, ніж в Німеччині, де сонячні колектори використовуються повсюдно [14].

Звичайно, не слід забувати про недоліки геліосистеми. Висока собівартість установки даної системи, плюс вартість монтажу. Виходить дуже серйозна сума. А тому на сьогоднішній день установка геліосистеми все ще залишається дорогою і ексклюзивною технологією, поки що малодоступною звичайним споживачам.

Можна зробити висновок, що геліосистеми досить ефективні, і їх слід впроваджувати повсюдно, не дивлячись на високу вартість капіталовкладень. В процесі експлуатації система себе окупить, і дозволить економити гроші і традиційні джерела енергії. Установка таких систем дозволить знизити згубний вплив на екологію, адже сонячні колектори екологічно чисті і абсолютно безпечні для навколишнього середовища. Адже зберегти здорову екологію головне завдання людства. Сонячні колектори-ефективне, екологічно безпечне, альтернативне джерело енергії, за ними Зелене майбутнє всієї нашої планети!

Внаслідок подорожчання природних ресурсів і звичних джерел енергії, таких як газ, вугілля та електроенергію, все більш актуальним стає використання альтернативної системи опалення з використанням сонячної енергії і дана технологія повільно, але вірно переходить з розряду технічних новинок у категорію ефективних альтернативних джерел енергії.

Сонячне теплопостачання, тобто використання сонячної енергії для гарячого водопостачання та опалення в житлово-комунальній та виробничій сферах, отримало у світовій практиці найбільше поширення в порівнянні з іншими напрямками використання цього джерела.

Англія, Голландія, Швеція, Ізраїль, Іспанія та інші розвинені країни з багатим геліопотенціалом активно експлуатують його для теплопостачання і

гарячого водопостачання. Наприклад, в США понад 95 % енергії, виробленої за рахунок сонячної радіації, являє собою низькопотенційне тепло, використане для гарячого водопостачання, підігріву води в плавальних басейнах і, меншою мірою, для опалення. В Ізраїлі відповідно до закону, вимагає, щоб кожен будинок був забезпечений сонячної водонагрівальної установкою, встановлено понад вісімсот тисяч сонячних колекторів, які виробляють близько 15 млн. ГДж енергії і забезпечують 70 % населення гарячою водою. У знову споруджуваних будинках робляться спроби поєднання сонячних колекторів з елементами даху будинку, що полегшує і здешевлює комплексну водонагрівальну установку, що включає в себе, крім колекторів, теплоізований бак-акумулятор, в який вбудовується резервний електричний нагрівач, необхідну арматуру і автоматику. Колектор зазвичай встановлюється нерухомо під кутом до горизонту приблизно рівним широті місцевості. На індивідуальний будинок площею близько 100 м² зазвичай встановлюється 1 – 2 колектора з площею абсорбера 1 – 1,5 м² та бак-акумулятор ємністю близько 150 л. Теплопродуктивність такої установки істотно залежить від сонячної радіації, температури навколишнього повітря [11].

Залежно від широти місцевості і кліматичних умов, річний прихід сонячної енергії на 1 м² поверхні змінюється дуже сильно. Для широт близько 30° він може становити 8 – 10 ГДж/(м²год), тоді як для широт 50 – 60° падає до 2 – 4 ГДж/(м²год). Ефективність сонячного колектора (далі в роботі - СК) визначається його оптичними характеристиками, якістю теплової ізоляції, інсоляцією і температурами теплоносія та навколишнього повітря. У більшості існуючих установок середній річний експлуатаційний ККД колектора виявляється на рівні 40 – 50 %. Це означає, що для широт близько 30° з 1 м² колектора можна отримати в рік 3 – 5 ГДж тепла з температурою 60 – 70 °С. Вартість цього тепла при таких показниках і термін життя установки в 30 років виявляється на рівні 3 – 4 доларів США за ГДж, що робить ці установки більш привабливими для споживачів. Для більш високих широт системи, що використовують сонячну енергію, виявляються більш переважними як сезонні, «розраховані на покриття

навантажень тільки гарячого водопостачання влітку, або як системи з відбором надлишків теплоти в літній період, наприклад, для цілей холодопостачання».

Потенціал використання сонячної енергії в Україні досить великий. Наявний досвід по використанню сонячної енергії підтверджує можливість досить ефективного її застосування в багатьох регіонах країни. В окремих регіонах тривалість сонячного сьйва становить від 2200 до 3000 год в рік, а річні надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню знаходиться в межах від 1280 до 1850 кВт·год/м². У найбільш сонячні місяці сонячна радіація досягає в середньому 6,5–7,5 кВт·год / м² в день. Кількість теплової енергії, яку можна отримати на сонячному колекторі, в середньому становить 5,8 кВт·год / м².

Незважаючи на те, що в останні роки намітилися певні успіхи у галузі створення установок і використання сонячної енергії, їх частка в енергетичному балансі країни низька. Це пояснюється, перш за все, тим, що енергетична стратегія недавнього минулого виходила з пріоритетності створення великих енергетичних об'єктів, що використовували органічне паливо, уран і енергію великих річок, потужності високовольтних ЛЕП, що перекидають електроенергію на відстані в сотні і тисячі кілометрів. Величезні інвестиції, що були потрібні на спорудження цих об'єктів, черпалися з державного бюджету. Сьогодні економічна і політична ситуація в країні докорінно змінилася – немає великих державних капіталовкладень, проголошена значна самостійність окремих країв і областей. Ці фактори грають на користь застосування в енергетиці сонячної енергії [12].

Плоскі пластинчасті системи зазвичай працюють і досягають максимальної ефективності в діапазоні температур від 30 до 80 °С, однак деякі нові типи колекторів, які використовують вакуумну ізоляцію, можуть досягати більш високих температур (до 100 °С). Показано, що завдяки введенню селективних покриттів температура застійної рідини в плоских колекторах досягає 200 °С.

Плоскі колектори орієнтовані на південь в Північній півкулі і на північ в Південній півкулі. Оптимальний нахил колекторної пластини близький до широти розташування (+/- 15°). Якщо застосовують сонячне охолодження, то оптимальний кут установки широта -10°, так, що сонячний промінь буде

перпендикулярний до збірника під час літа. Якщо застосовують сонячне опалення, то оптимальний кут установки широта + 10°. Проте було встановлено, що для цілорічного застосування гарячої води оптимальним кутом є широта + 5°, що забезпечує кілька кращу продуктивність в зимовий період, коли гаряча вода більш необхідна.

Вода є одним з поширених варіантів в якості рідкої рідини завдяки своїй доступності і хорошим тепловими властивостями:

- має відносно високу об'ємну теплоємність;
- неспалювана (або майже неспалювана);
- має високу щільність маси (що дозволяє використовувати невеликі труби і труби для транспортування).

Одним з недоліків води є те, що вона замерзає в зимовий період, що може призвести до пошкодження колектора або системи трубопроводів. Це може управлятися шляхом стікання вниз із збірки на низьких сонячних вхідних сигналах (під критичним порогом інсоляції). Датчики зливу часто використовуються для моніторингу системи і забезпечення повного зливу, так як заморожування води в кишені може призвести до пошкодження. Заправка системи водою на наступний ранок також не ідеальна. Можливі повітряні кишені в колекторі можуть бути проблемою, блокуючи потік води і знижуючи ефективність системи.

Суміші антифризів можуть бути використані замість чистої води, щоб полегшити вищезгадані проблеми. Поширеними компонентами антифризу є етиленгліколь або пропіленгліколь. Ці хімічні речовини, змішані з водою, вимагають замкнутих систем і належного видалення через токсичність. Номінальний термін служби антифризу становить близько 5 років, після чого його необхідно замінити [13].

Повітря може використовуватися в якості транспортної рідини в деяких конструкціях плоских колекторів. Цей варіант більш краще одягнений до застосувань топлення космосу або засихання врожаю. Вентилятор зазвичай необхідний для того, щоб полегшити повітряні потоки в системі. Деякі

конструкції можуть забезпечити пасивний (без вентилятора) рух повітря за рахунок теплової плавучості.

Рідини фазового переходу можна також використовувати з колекторами плоск-плити. Деякі холодоагенти входять в цю групу рідин. Вони не замерзають, що виключає проблеми, пояснені вище для води, і через їх низьку температуру кипіння можуть змінюватися від рідини до газу в міру підвищення температури. Ці рідини можуть бути практично в установках де швидка реакція до швидкої хиткості температури необхідна.

Зазвичай висувається проти використання сонячної енергії аргумент зводиться до того, що вони неконкурентоспроможні з традиційними енергетичними установками. Але це не завжди так. Вже сьогодні є області застосування, в яких сонячна енергія при сприятливих умовах випереджає традиційних конкурентів економічно, а облік екологічних і соціальних факторів робить їх ще більш привабливими.

Сонячні колектори на сьогоднішній день є найефективнішими пристроями по використанню енергії Сонця. Вони дозволяють перетворити в теплоту 70 – 85 % сонячної енергії. Основний принцип роботи полягає в тому, що сонячні колектори захоплюють теплову енергію, концентрують і спрямовують для використання людиною.

Вся система нагріву побудована на генеруванні сонячної енергії на нагрівальний елемент, а саме на сам сонячний колектор, який представляє з себе панель для збору сонячної енергії розміром у декілька квадратних метрів. Плоский колектор поглинає сонячне випромінювання і передає теплоносія (вода, антифриз, повітря) циркулює по системі опалення.

Колектор виробляє в середньому 600 – 800 кВт/год на 1 м² своєї площі покриття в рік. Це становить близько 40 – 60% потреби будинку в теплі. А це означає, що сонячними геліосистемами взимку цілком реально опалити третину житлової площі [15].

Плоскі сонячні колектори володіють найкращим показником по співвідношенню ціна і ефективність.

Також сонячні колектори порівняно з електричними водонагрівачами мають такі переваги:

- не забруднюють навколишнє середовище;
- не залежать від розцінок на електроенергію;
- гаряча вода доступна незалежно від доступу до електроенергії.

Плоскі колектори утворюють тепло будь-якої системи збору сонячної енергії, призначений для експлуатації в низькому діапазоні температур від кімнатної до 60 або середньої температури до 100°C. Добре спроектований, плоский сонячний колектор підводить тепло при відносно низьких витратах протягом тривалого терміну. Плоскі колекторні платформи - це в основному теплообмінники, які передають променисту енергію падаючого сонячного світла в теплоту робочого тіла-рідини або повітря. Термін " плоска пластина" трохи вводить в оману в тому сенсі, що поверхня не може бути по-справжньому плоским, це може бути поєднання плоскої, ребристої або інших форми поглинаючої поверхні, з певним пристроєм для видалення тепла, таких як труби або канали. Плоский сонячний колектор призначений для перетворення сонячної радіації в набагато як можна в спеку на найвищій досяжній температури при мінімально можливих вкладеннях в матеріальні і трудові [16].

Плоский сонячний колектор має такі переваги порівняно з іншими видами сонячних колекторів:

- простота виготовлення;
- низька вартість;
- невеликий ремонт;
- поглинають прямі, розсіяні і відбиті компоненти сонячної радіації;
- мають фіксований нахил і орієнтацію і, таким чином, немає необхідності стежити за Сонцем;
- прості у виготовленні і мають низьку вартість;
- порівняно низька вартість обслуговування і тривалий термін роботи;
- працюють на порівняно високу ефективність.

При пошуку переваг плоскої конструкції колекторів слід зазначити їхню нижчу ціну в порівнянні з більш технічно просунутими сонячними колекторами. Однак у зв'язку з тим, що сонячний колектор є лише частиною установки, його частка в загальній вартості сонячної установки є відносно невеликою і досягає приблизно 30 – 40% від вартості установки, з установкою "під ключ". Отже, час повернення з установки з плоскими пластинчастими колекторами довше, ніж, наприклад, від тієї ж установки з вакуумними колекторами. Теоретична перевага нижчих початкових інвестиційних витрат перетворюється на інший недолік довшого часу повернення всієї інвестиції. Нижче наведені приклади переваг і недоліків плоских колекторів [17].

Серед усіх типів сонячних колекторів найбільше поширення отримав плоский колектор. Він був розроблений в 1950 році.

Його конструкція включає наступні компоненти:

- поглинач сонячної енергії, що має плоску форму і темний колір;
- скло, крізь яке проходить сонячне тепло, виступає теплоізоляційним шаром;
- теплообмінник, що забезпечує відведення тепла від абсорбера;
- підкладка, що характеризується теплоізоляційними властивостями.

Світло сонця проходить крізь скло і нагріває поглинач, який перетворює сонячну енергію в теплову. Далі відбувається нагрівання рідини в трубах, приєднаних до поглинаючої поверхні абсорбера [18].

Недоліки сонячних колекторів

- відсутність герметичності;
- втрати тепла для випаровування конденсату в ранковий старт колектора;
- пізніше, ніж у вакуумних колекторах, через необхідність подолання власних втрат;
- відсутність ізоляції на стороні панелі покриття – значні втрати тепла;
- прогресивне збільшення оптичного фільтра на внутрішній поверхні скла і поверхні абсорбера у вигляді шару, що залишився після випаровування пилового конденсату – значні втрати ефективності колектора при тривалій експлуатації;

- додаткові конвекційні втрати тепла, викликані використанням вентиляційних отворів в нижній і верхній частині корпусу;
- погіршення поглинаючих шарів внаслідок атмосферних умов: зміни температури, вологості і напружень матеріалу;
- відсутність стійкості колектора до вітрового впливу вже вище 4 м / с;
- відсутність здатності ефективно генерувати тепло в низьких сонячних умовах (нижче 300 Вт / м²) і в той же час температура навколишнього середовища нижче приблизно 8 °С (власні втрати перевищують потужність приймання тепла);
- найнижча в групі фототермічних колекторів середня річна ефективність в умовах українського розташування та клімату;
- плоский поглинач – немає можливості "пасивно слідувати за сонцем";
- високі аеродинамічні навантаження для колекторів, розташованих на плоских поверхнях [19].

Тут варто згадати кілька речень про корисність і порівняльний ефект використання показників, представлених у сертифікатах якості, таких як Solar Keymark. Сертифікат визначає, серед іншого, показники ефективності одного сонячного колектора на основі стандартів EN 12975–1 та EN 12975–2. Просте перетворення виходу одного сонячного колектора на вихід великої установки (вихід колектора плоский – вихід одного колектора, помножене на кількість колекторів), безумовно, це не відповідає дійсності через приклад нерівномірного потоку в сонячних колекторах цього типу.

Цю структуру намагалися поліпшити шляхом введення так званої подвійної арфи. Замість одностороннього потоку в колекторі було введено протиток. З одного боку, це рішення впливає на більш рівномірний потік, але, з іншого боку, це призводить до труднощів в установках вентиляції, зокрема, великих установках, і до більш високого опору потоку, що генерує вимогу для великих насосів і збільшує вартість використання для інвестора. Однак це не змінює факт нерівномірності потоку в окремих колекторах даної батареї.

Іншим рішенням, заснованим на технології прямого потоку, є меандровий плоский пластинчастий колектор, тобто з теплоприймальною трубкою, під

поверхнею абсорбера. Це конструкція, яка запобігає нерівномірному потоку, так що тепло від сонячного колектора рівномірно розподіляється по всій поверхні абсорбера. Як і у випадку з колекторами з так званими "Двійчаста арфа" характеризується підвищеною стійкістю до потоку і підвищеною складністю в вентиляції установки. Подібно до колектора з подвійною арфою, це не виключає явища нерівномірного течії в окремих колекторах групи [20].

Загальним недоліком плоских колекторів є проблема герметичності колектора, додатково створеною вентиляційними отворами, які скидають конденсат водяної пари, що міститься в повітрі. Плоский колектор піддається 24-годинним циклам аспірації повітря і водяної пари та їх поділу. Це пов'язано з підвищенням температури колектора протягом дня і зниженням температури вночі.

Збільшення обсягу повітря і водяної пари при підвищенні температури зумовлює негерметичність конструкції плоского пластинчастого колектора (якщо колектор щільно закритий, якщо температура підвищується, то колектор буде розірвано). Підвищення температури також генерує випаровування водяної пари в колекторі, який накопичується в фазі конденсації вночі. Конденсат осідає на поглинаючий теплообмінник і на колекторну трубу. Протягом дня, коли температура зростає, конденсація випаровується і спочатку осідає на склі колектора. Це поширене і часте явище. Засмічення скла і абсорбера значно знижує ефективність плоского колектора.

Вся ситуація ускладнюється тим, що в плоскі сонячні колектори попадає органіка, (наприклад, пилок, пил, компоненти диму тощо), яка надходить у внутрішній простір плоского колектора, та осідає на поглинаючу пластину та колекторну трубку. Це призводить до створення плівки, що блокує сонячну активність, яка в обмеженій кількості або в крайніх випадках взагалі не проникає в поглинач.

Виробники плоских колекторів в більшості випадків намагаються хоча б частково приховати це явище, шляхом масового використання призматичного скла, і користувач, не знайомий з цією проблемою, не може пояснити поступове

зниження ефективності установки. Примусове проходження циркуляції за рахунок використання вентиляційних отворів в рамі плоского колектора призводить до утворення додаткових теплових втрат, охолодження колектора і збільшення проникнення мікробруднювачів з атмосфери. Недолік цієї конструкції є природнім і його неможливо усунути [21].

Всі плоскі пластинчасті колектори мають абсорбер, що працює в зоні підвищених температур водяної пари і повітря. Чим вище температура колектора, тим більша ймовірність пошкодження абсорбера.

Вплив атмосферних умов і вплив цих факторів на плоский колекторний поглинач представляється ще однією фундаментальною проблемою такої конструкції. Парадоксально, але підвищення ефективності параметрів плоского колектора призводить до його більш високих температур, що підвищує ймовірність пошкодження поглиначами при експлуатації через хімічні реакції з сумішшю повітря, пари та інших утворень (наприклад, пил, пилок, аерозолі, бактерії, грибкові спори, кліщі, комахи тощо), які всмоктуються у внутрішній об'єм колектора протягом циклу день-ніч.

Прямий потік теплоносія з плоских колекторів створює ще одну проблему: запікання гліколю в надзвичайних ситуаціях (перегрів). Плоскі колектори демонструють температуру стагнації до 200 ° С, наприклад Центр сонячної енергії в Данії та Данський технологічний інститут показали, що при температурах не вище 180 ° С гліколь і добавки, що містяться в ньому, постійно запікаються у капілярних трубах (діаметр 3–10 мм). Що важливо, у звіті чітко зазначено формування цього типу блокувань у газовій фазі (водяна пара дифузно змішується з парами гліколю та антикорозійними добавками) за участю каталізатора, такого як мідь або алюміній. Показано, що встановлення колекторів "догори дном" на додаток до маркетингового трюку нічого не змінює внаслідок виникнення газової фази кристалізації. Для простоти ситуацію можна порівняти з венами і «поганим» холестерином в організмі людини, що накопичується в них. Проблема зростає з часом експлуатації, а фактор, що прискорює блокування

колекторної труби, – це температура (чим вона вище, тим швидше відбувається блокування) [22].

Сонячні колектори для нагріву води в басейні.

Забезпечення комфортної температури басейну може вимагати досить великої кількості теплової енергії. У більшості випадків, басейни експлуатуються в сонячну погоду, тому застосування сонячної енергії та сонячних колекторів для підігріву води в басейні є дуже ефективним [23].

Найбільша частка втрат відбувається в результаті випаровування над поверхнею. Залежно від температури води, рівня затіненості, впливу вітру, періоду року, глибини води, чаші і підживлення свіжої води потреба відкритого басейну в енергії протягом сезону коливається від 200 Вт·год/м² до 1000 Вт·год/м².

Щоб скоротити теплові втрати і отже експлуатаційні витрати, рекомендується оснащувати як відкриті, так і закриті басейни покриттям.

Для закритих басейнів вплив застосування покриття дещо менший. Проте його використання здатне скоротити тепловтрати майже в 2 рази, в основному за рахунок зменшення випаровування води з поверхні чаші басейну [24].

Підбір сонячних колекторів.

Відкриті басейни можуть самі прогріватися за рахунок сонячних променів надходять на поверхню чаші. Середня температура води басейну без підігріву, що заповнюється в кінці квітня холодною водою температурою 12 °С, зростає з травня (16 °С) до липня (21 °С) відповідно до сонячного випромінювання. Геліоустановка здатна підвищити середню температуру басейну. Це дозволяє розширити купальний сезон, і протягом більш тривалого періоду забезпечувати комфортну для купання температуру 22–25 °С. На відміну від відкритих, закриті басейни експлуатуються круглий рік. Комфортна температура води в середньому 26–28 °С.

Площа поверхні басейну є визначальним фактором при проектуванні геліосистеми. В даному випадку, сонячна установка буде компенсувати теплові втрати поверхні води басейну підтримуючи комфортну для купання температуру.

Для відкритих басейнів рекомендується підбирати площу абсорбера сонячних колекторів відповідно до відношення: $0,4-0,6 \text{ м}^2$ площі абсорбера сонячного колектора на 1 м^2 площі поверхні басейну. При підборі геліосистеми для закритого басейну рекомендоване співвідношення: $0,6-1 \text{ м}^2$ площі абсорбера сонячного колектора на 1 м^2 площі поверхні басейну.

Для первинного розігріву басейну потужність джерела тепла повинна бути значно більше. Але оскільки первинний розігрів басейну відбувається один раз за сезон, то підбирати сонячну установку на дану потужність не доцільно. Для першого прогріву і підтримки температури води в басейні в похмуру погоду слід передбачати дублюючий джерело тепла. Це може бути газовий котел або електронагрівач [25].

Схема роботи сонячної системи.

Сонячні колектори підключаються до басейну через теплообмінник. Оскільки сам басейн є свого роду акумулятором тепла, немає необхідності встановлювати будь-яку ємність. Для первинного прогріву і догріву в похмурий час доби, встановлюється додатковий теплообмінник або електронагрівач. Його слід встановлювати послідовно після сонячного теплообмінника.

Теплообмінник, який передає сонячну теплоту воді в басейні, повинен бути стійкий до впливу води в басейні і мати невеликі втрати тиску навіть при великих витратах теплоносія. Зазвичай використовуються кожухотрубні теплообмінники, а в деяких випадках можуть також використовуватися пластинчасті теплообмінники. З-за невисокої температури води в басейні різниця температур між подаючим трубопроводом води з басейну і зворотним трубопроводом теплоносія від сонячного колектора не має такого вирішального значення, як при нагріванні води для системи ГВП або підтримки системи опалення. Однак вона не повинна перевищувати $10 - 15 \text{ К}$ [26].

Розглянемо приклад реалізації геліосистеми для гарячого водопостачання і нагріву води в басейні:

Споживання ГВП для сім'ї з 4-х чоловік з рециркуляцією довжиною 20 м працює 8 год/добу. Є сезонний відкритий басейн об'ємом 32 м^3 , площа поверхні басейну 20 м^2 . Період використання: травень – вересень. Басейн обладнаний захисною плівкою яка використовується в нічний час не менше 12 годин на добу. Необхідно підтримувати температуру води в басейні $24 \text{ }^\circ\text{C}$. Будинок знаходиться в м. Київ. Колектори розташовані під кутом 45 ° і орієнтовані на південь. Витрата води складає в середньому 280 літрів за день, температура води $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для прикладу змоделюємо роботу плоских сонячних колекторів Vaillant auroTHERM VFK 145 V в кількості 6 шт. загальною корисною площею $14,1 \text{ м}^2$. В даному випадку приймаємо, що 6 м^2 площі абсорбера використовується для забезпечення гарячого водопостачання та $8,1 \text{ м}^2$ для підігріву води в сезонному басейні. В даному випадку виконується співвідношення – не менше $0,4 - 0,6 \text{ м}^2$ абсорбера на 1 м^2 площі басейну. Для першого прогріву знадобиться приблизно $744,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ енергії. Для цих цілей слід передбачити газовий котел або електричний нагрівач, так само він необхідний для підтримки температури води в похмурі дні і в той період, коли буде недостатньо енергії від сонця [27].

Обрана комплектація геліосистеми здатна виробляти в середньому $7\,892 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ корисного тепла за рік, що дозволить економити до 94% для гарячого водопостачання та до 54% енергії на підігрів води в басейні. Можливі надлишки тепла можна скидати в басейн, тим самим розширивши купальний сезон з квітня по жовтень.

Другий приклад наведемо для закритого басейну, експлуатованого в цілорічному режимі. Дані для гарячого водопостачання та розміри басейну відповідно до попереднього прикладу. Приймаємо, що басейн необхідно прогрівати до температури $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Так само передбачається використання захисної плівки не менше 12 годин на добу.

Для другого варіанту вибираємо 8 сонячних колекторів. Загальна площа геліополя складе $18,8 \text{ м}^2$. Так само як в першому прикладі 6 м^2 площі абсорбера розраховані для приготування гарячої води. Решта $12,8 \text{ м}^2$ – для підігріву води в

цілорічному басейні. В даному випадку виконується рекомендація 0,6 – 1 м² площі абсорбера на 1 м² площі поверхні басейну.

Комплектація геліосистеми у другому варіанті здатна виробляти в середньому 13 353 квт корисного тепла за рік, що дозволить економити до 98 % для гарячого водопостачання і до 44 % енергії на підігрів води в басейні.

Як видно з прикладів, встановивши сонячні колектори для підігріву води в басейні можна добитися значної економії енергоресурсів. До того ж ефективність сонячних колекторів завдяки сприятливому режиму роботи буде високою [29].

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ В СИСТЕМІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ САНАТОРІЮ

В санаторії є басейн в якому повинна підтримуватися постійна температура 30 °С. За допомогою сонячної енергії будемо підтримувати сталу температуру в ньому, котельня буде дублюючим джерелом енергії.

Початкові дані

- температура повітря в приміщенні $t_{\text{пов.}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$,
- температура води $t_{\text{F.}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$,
- відносна вологість повітря $\varphi_{\text{пов.}} = 60\%$,
- об'єм басейну $V = 290,7 \text{ м}^3$,
- витрата басейну $G_{\text{б.}} = 290700 / 3600 = 80,77 \text{ кг/с}$,
- геометричні розміри басейну (рисунок 2.1). $a \cdot b \cdot h = 19 \cdot 9 \cdot 1,7 \text{ м}$.

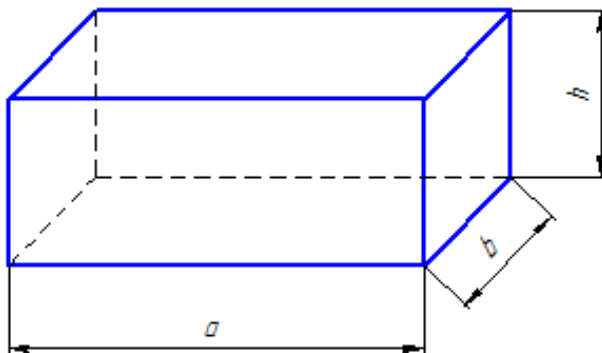


Рисунок 2.1 – Геометричні розміри басейну

Площа басейну

$$F = a \cdot b, \quad (2.1)$$

$$F = 19 \cdot 9 = 171 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Кут нахилу СК до горизонту

$$\beta = \varphi - 15^{\circ}, \quad (2.2)$$

де $\varphi = 49,14$ – широта місцевості для Вінниці, град.

$$\beta = 49,14 - 15 = 34,14 \text{ (град)}.$$

Теплова потужність

$$Q = G_{\text{г}} \cdot C_p \cdot \Delta t, \quad (2.3)$$

де C_p – питома ізобарна теплоємність, кДж/(кг·°С);

Δt – різниця температур, °С.

$$Q = 80,77 \cdot 4,19 \cdot (30 - 20) = 22 \text{ (кВт)}.$$

Витрата гарячої води в ССГВ

$$G_{\text{доб}} = \left(\frac{Q}{C_p \cdot \Delta t} \right) / \rho \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 10, \quad (2.4)$$

де ρ – густина води, кг/м³.

$$G_{\text{доб}} = \left(\frac{22}{4,19 \cdot (30 - 20)} \right) / 997 \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 10 = 18956,9 \text{ (кг)}.$$

2.1 Розрахунок необхідної площі колекторів та їх кількості

Інтенсивність СР, що надходить на СК будь-якого просторового положення кожної години світлової доби

$$q_{\text{пад. } i} = P_A \cdot P_S \cdot I_S^{\text{гop}} + I_D^{\text{гop}}, \quad (2.5)$$

де P_A – коефіцієнт, що враховує азимут розташування СК який беремо з таблиці 7.1 [37];

P_S – коефіцієнт положення СК для прямої СР який беремо з таблиці 7.1 [37];

$I_S^{\text{гop}}$ – середня величина інтенсивності прямої СР, яку беремо з таблиці Г.2 [37], Вт/м²;

$I_D^{\text{гop}}$ – середня величина інтенсивності дифузної СР яку беремо з таблиці Г.3 [37]/м².

$$q_{\text{пад. } 8} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 81 + 105 = 196,12 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. } 9} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 151 + 151 = 320,85 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. } 10} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 209 + 186 = 421 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. } 11} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 233 + 232 = 494 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. } 12} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 244 + 244 = 518,46 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. } 13} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 221 + 256 = 504,58 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 14}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 209 + 244 = 479 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 15}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 186 + 209 = 418,22 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 16}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 116 + 174 = 304,48 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад. 17}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 70 + 128 = 206,73 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Коефіцієнт положення колектора для розсіяної СР

$$P_D = \cos^2 \beta / 2, \quad (2.6)$$

де β - кут нахилу СК до горизонту.

$$P_D = \cos^2 35/2 = 0,408.$$

Коефіцієнт положення колектора для відбитої СР

$$P_R = \sin^2 \beta / 2, \quad (2.7)$$

$$P_R = \sin^2 35/2 = 0,091.$$

Приведена інтенсивність поглинутої СР

$$q_{\text{погл. i}} = P_A \cdot P_S \cdot (\tau\alpha)_S \cdot I_S^{\text{гоп}} + (\tau\alpha)_D \cdot \left[P_D \cdot I_D^{\text{гоп}} + P_R \cdot (I_S^{\text{гоп}} + I_D^{\text{гоп}}) \cdot a \right], \quad (2.8)$$

де $(\tau\alpha)_D$, $(\tau\alpha)_S$ – приведені оптичні характеристики СК для прямої та розсіяної СР які беруться з паспортних характеристик колектора;

a – альbedo (коефіцієнт відбиття) поверхні, на якій розташовані колектори.

$$q_{\text{погл. 8}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 81 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 105 + 0,091 \cdot (81+105) \cdot 0,2] = 97,04 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 9}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 151 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 151 + 0,091 \cdot (151+151) \cdot 0,2] = 168,69 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 10}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 209 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 186 + 0,091 \cdot (209+186) \cdot 0,2] = 227,21 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 11}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 233 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 232 + 0,091 \cdot (233+232) \cdot 0,2] = 260,03 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 12}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 244 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 244 + 0,091 \cdot (244+244) \cdot 0,2] = 272,59 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 13}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 221 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 256 + 0,091 \cdot (221+256) \cdot 0,2] = 256,45 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 14}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 209 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 244 + 0,091 \cdot (209+244) \cdot 0,2] = 243 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 15}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 186 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 209 + 0,091 \cdot (186+209) \cdot 0,2] = 214 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 16}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 116 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 174 + 0,091 \cdot (116+174) \cdot 0,2] = 145,43 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{погл. 17}} = 0,922 \cdot 1,22 \cdot 0,74 \cdot 70 + 0,64 \cdot [0,408 \cdot 128 + 0,091 \cdot (70+128) \cdot 0,2] = 94,04 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Температура зовнішнього повітря для і-ої години j-ого місяця

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

де t_j – середньо добова температура повітря j-ого місяця , яку визначають згідно і СНиП 2.01.01;

A_j – середньодобова амплітуда коливань температури у j-ому місяці, яку визначають згідно зі СНиП 2.01.01 ;

k_j – коефіцієнт перерахунку для і-ої години.

$$t_8 = 8,1 + 0,5 \cdot 0 \cdot 9,7 = 8,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_9 = 8,1 + 0,5 \cdot 0,26 \cdot 9,7 = 9,36 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{10} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 9,7 = 10,52 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{11} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,71 \cdot 9,7 = 11,54 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{12} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,87 \cdot 9,7 = 12,31 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{13} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,97 \cdot 9,7 = 12,8 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{14} = 8,1 + 0,5 \cdot 1 \cdot 9,7 = 12,95 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{15} = 8,1 + 0,5 \cdot 1 \cdot 9,7 = 12,95 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{16} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,97 \cdot 9,7 = 12,8 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{17} = 8,1 + 0,5 \cdot 0,87 \cdot 9,7 = 12,31 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Рівноважна температура кожної години

$$t_i^{\max} = q_{\text{погл. } i} / U + t_{3,i}, \quad (2.10)$$

де U – приведений коефіцієнт теплових втрат СК який наводять у паспортних характеристиках колектора, Вт/м²/К;

$t_{3,i}$ – температура зовнішнього повітря в i -ту годину, $^\circ\text{C}$.

$$t_8^{\max} = 97,04 / 4,5 + 8,1 = 29,66 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_9^{\max} = 168,69 / 4,5 + 9,36 = 46,84 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{10}^{\max} = 227,21 / 4,5 + 10,52 = 61 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{11}^{\max} = 260 / 4,5 + 11,54 = 69,32 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{12}^{\max} = 272,59/4,5+12,31 = 72,89 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{13}^{\max} = 256,45/4,5+12,8 = 69,79 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{14}^{\max} = 243/4,5+12,95 = 66,96 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{15}^{\max} = 214/4,5+12,95 = 60,52 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{16}^{\max} = 145,43/4,5+12,8 = 45,12 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_{17}^{\max} = 94,04/4,5+12,31 = 33,21 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Значення температури теплоносія на вході та виході із СК для двоконтурних ССГВ

$$t_1 = t_{w,1} + 5, \quad (2.11)$$

$$t_2 = t_{w,2} + 5, \quad (2.12)$$

де $t_{w,1}$ – температура холодної води, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{w,2}$ – температура гарячої води, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_1 = 20+5=25 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

$$t_2 = 30+5=35 \text{ (}^{\circ}\text{C)}.$$

Продуктивність за годину СК ССГВ без дублера із примусовою циркуляцією теплоносія

$$g_i = \frac{0,86 \cdot U}{\ln \frac{t_i^{\max} - t_1}{t_i^{\max} - t_2}}, \quad (2.13)$$

$$g_8 = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{29,66 - 20}{29,66 - 30}} = 0 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_9 = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{46,84 - 20}{46,84 - 30}} = 8,3 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{10} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{61 - 20}{61 - 30}} = 13,84 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{11} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{69,32 - 20}{69,32 - 30}} = 17 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{12} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{72,89 - 20}{72,89 - 30}} = 17,08 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{13} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{66,79 - 20}{66,79 - 30}} = 18,46 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{14} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{66,96 - 20}{66,96 - 30}} = 16,16 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{15} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{60,52 - 20}{60,52 - 30}} = 13,65 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{16} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{45,12 - 20}{45,12 - 30}} = 7,62 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

$$g_{16} = \frac{0,86 \cdot 4,5}{\ln \frac{33,21 - 20}{33,22 - 30}} = 2,73 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Величина сумарної добової надхідної СР на площину колектора

$$q_{\text{пад}}^{\text{доб}} = \sum q_{\text{пад. } i}, \quad (2.14)$$

$$q_{\text{пад квіт.}}^{\text{доб}} = 196,11 + 320,85 + 421 + 494 + 518,46 + 504,59 + 479 + 418,22 + 304,48 + \\ + 206,73 = 3862,72 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад трав.}}^{\text{доб}} = 297,5 + 424 + 514 + 572,28 + 595,64 + 560 + 526,32 + 470 + 385,45 + \\ + 275,18 = 4624,51 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад чер.}}^{\text{доб}} = 344,71 + 477 + 552,28 + 608,4 + 641,5 + 608,39 + 576,27 + 523 + 445,83 + \\ + 335,59 = 5113,11 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад лип.}}^{\text{доб}} = 324,95 + 435,71 + 524,18 + 582,4 + 593,4 + 594,18 + 560,89 + 516,93 + \\ + 415,69 + 315,44 = 4863,82 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад серп.}}^{\text{доб}} = 262,51 + 394,28 + 490,53 + 562,16 + 585,67 + 572,6 + 537,53 + 476,9 + \\ + 380,65 + 272,39 = 4535,28 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

$$q_{\text{пад вер.}}^{\text{доб}} = 160 + 286 + 409,99 + 487,48 + 514,58 + 487 + 449,89 + 370,47 + 286 + 160 = 3610,91 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Осереднене протягом періоду роботи ССГВ значення температур зовнішнього повітря

$$t_{\text{сер}} = \sum t_i / i, \quad (2.15)$$

де i – кількість годин роботи СК за день, год;

$$t_{\text{сер. квіт.}} = \frac{8,1 + 9,36 + 10,52 + 11,54 + 12,31 + 12,8 + 12,95 + 12,95 + 12,8 + 12,31}{10} = 11,56 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. трав.}} = \frac{14,2 + 15,65 + 17 + 18,17 + 19 + 19,63 + 19,8 + 19,8 + 19,63 + 19}{10} = 18,2 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. чер.}} = \frac{17,2 + 18,6 + 19,9 + 21 + 21,94 + 22,48 + 22,65 + 22,65 + 22,48 + 21,94}{10} = 21,1 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. лип.}} = \frac{18,7 + 20 + 21,4 + 22,53 + 23,39 + 23,93 + 24,1 + 24,1 + 23,93 + 23,39}{10} = 22,56 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. серп.}} = \frac{18 + 19,45 + 20,8 + 21,97 + 22,87 + 23,43 + 23,6 + 23,6 + 23,43 + 22,87}{10} = 22 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

$$t_{\text{сер. вер.}} = \frac{13,3 + 14,67 + 15,95 + 17 + 17,9 + 18,4 + 18,6 + 18,6 + 18,4 + 17,91}{10} = 17 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Коефіцієнт корисної дії СК

$$\eta = (\tau\alpha)_s - \left[i \cdot U \cdot (t_1 + t_2) / 2 - t_{\text{cp}} \right] / q_{\text{пад}}^{\text{доб}}, \quad (2.16)$$

$$\eta_{\text{квіт.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 11,56 \right] / 3862,72 = 0,45.$$

$$\eta_{\text{трав.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 18,2 \right] / 4624,51 = 0,50.$$

$$\eta_{\text{чер.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 21 \right] / 5113,11 = 0,52.$$

$$\eta_{\text{лип.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 22,56 \right] / 4863,82 = 0,51.$$

$$\eta_{\text{серп.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 22 \right] / 4535,28 = 0,49.$$

$$\eta_{\text{вер.}} = 0,74 - \left[10 \cdot 4,5 \cdot (20 + 30) / 2 - 17 \right] / 3610,91 = 0,43.$$

Площа сонцепоглиняльної поверхні ССГВ без дублера

$$F = \frac{G_{\text{доб}}}{\sum g_i}, \quad (2.17)$$

де $G_{\text{доб}}$ – витрата гарячої води в ССГВ за добу, кг

$$F_{\text{трав.}} = \frac{18956,9}{180} = 105,2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{черв.}} = \frac{18956,9}{217,9} = 86,97 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{лип.}} = \frac{18956,9}{212,6} = 89,13 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{серп.}} = \frac{18956,9}{200,8} = 94,38 \text{ (м}^2\text{)}.$$

$$F_{\text{вер.}} = \frac{18956,9}{138,3} = 137 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Кількість сонячних колекторів без дублера

$$n = \frac{F}{F_{\text{лк}}}, \quad (2.18)$$

$$n_{\text{грав.}} = \frac{105}{1,876} = 56 \text{ (шт)}.$$

$$n_{\text{чер.}} = \frac{86,97}{1,876} = 46 \text{ (шт)}.$$

$$n_{\text{лип.}} = \frac{89,13}{1,876} = 47 \text{ (шт)}.$$

$$n_{\text{серп.}} = \frac{94,38}{1,876} = 50 \text{ (шт)}.$$

$$n_{\text{вер.}} = \frac{137}{1,876} = 73 \text{ (шт)}.$$

Площа сонцепоглиняльної поверхні ССГВ з дублером

$$F' = \frac{1,16 \cdot G_{\text{доб}} \cdot (t_{w,2} - t_{w,1})}{\eta \cdot \sum q_{\text{пад}}^{\text{доб}}}, \quad (2.19)$$

де $G_{\text{доб}}$ – добове навантаження системи ГВП, л/доб.

$$F' = \frac{1,16 \cdot 18900 \cdot (30 - 20)}{0,45 \cdot 3862,72} = 125,64 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Кількість сонячних колекторів з дублером

$$n' = F' / F_{1k}, \quad (2.20)$$

$$n' = 126 / 1,876 = 67,16 \text{ (шт)}.$$

Кількість сонячних колекторів приймаємо цілим числом $n = 67$ шт.

Визначимо сумарний об'єм баків акумуляторів з дублером

$$V_{\text{БА}} = 0,08 \cdot F', \quad (2.21)$$

Виберемо максимальну площу колекторів для підбору баків акумуляторів, яка складає 135 м^2

$$V_{\text{БА}} = 0,08 \cdot 135 = 10,8 \text{ (м}^3\text{)}.$$

При проектуванні приймаємо три бака акумулятора по $3,5 \text{ м}^3$.

Сумарна кількість теплоти, яку вироблено системою ротягом сезону роботи

$$Q = F \cdot \eta \cdot \sum_{Z,j} q_{\text{пад. } j}^{\text{доб.}} \quad (2.22)$$

де Z – число місяців роботи системи;

j – число днів місяця

$$Q_{\text{трав.}} = 105,27 \cdot 0,5 \cdot 143360 = 7556001 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{черв.}} = 86,97 \cdot 0,52 \cdot 153393 = 6991881 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{лип.}} = 89,13 \cdot 0,51 \cdot 150778 = 6899233 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{серп.}} = 94,38 \cdot 0,49 \cdot 140594 = 6592741 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

$$Q_{\text{вер.}} = 137 \cdot 0,43 \cdot 108327 = 6430811 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Частка покриття навантаження ССГВ за рахунок СР

$$f_{\text{зам}} = Q / \sum_{Z,j} G_{\text{доб}} \cdot (t_{w,2} - t_{w,1}) \cdot C_p, \quad (2.23)$$

$$f_{\text{зам трав.}} = 7556001 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,3.$$

$$f_{\text{зам черв.}} = 6991881 / 568707 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,293.$$

$$f_{\text{зам лип.}} = 6899233 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,28.$$

$$f_{\text{зам серп.}} = 6592741 / 587664 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,267.$$

$$f_{\text{зам вер.}} = 6430811 / 568707 \cdot (35 - 25) \cdot 4,19 = 0,269.$$

Значення попередніх розрахунків для інших місяців зведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку системи сонячних колекторів для інших місяців

Величина	Розмірність	Місяць					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\sum q_{\text{пад}}$	Вт/м ²	3862,72	4624,51	5113,11	4863,82	4535,28	3610,91
$\sum q_{\text{погл}}$	Вт/м ²	1978,34	2408,87	2717,41	2590,04	247839	1983,10
g_i	кг/м ²	–	8,6	12,4	12,2	9,34	1,84
$t_{\text{сер}}$	°С	11,56	18,2	21,09	22,56	22	17
$\eta_{\text{кол}}$		0,45	0,50	0,52	0,51	0,49	0,43
F	м ²	–	105,2	86,97	89,13	94,38	137
F'	м ²	125,64	94,69	81,81	87,80	97,30	140,16
$V_{\text{БА}}$	м ³	10,8	8,3	7,3	7,8	8,5	12
N	шт	–	56	46	48	50	73
n'	шт	67	50	44	47	52	75
Q	кВт·год	–	7556001	6991881	6899233	6592741	6430811
$f_{\text{зам}}$		–	0,3	0,293	0,28	0,267	0,269

В роботі проведено дослідження максимальної температури нагріву води в сонячному колекторі для кожного місяця, протягом якого планується експлуатувати систему. Температура в басейні повинна підтримуватись 30 °С. Таким чином, як видно з графіку 2.1, інтенсивності сонячної радіації достатньо, для нагрівання води до заданої температури. Оскільки на даху санаторію недостатньо місця для встановлення необхідної кількості сонячних колекторів для забезпечення підігріву всього басейну, то в роботі пропонується за рахунок сонячної енергії покривати частину необхідної теплової потужності.

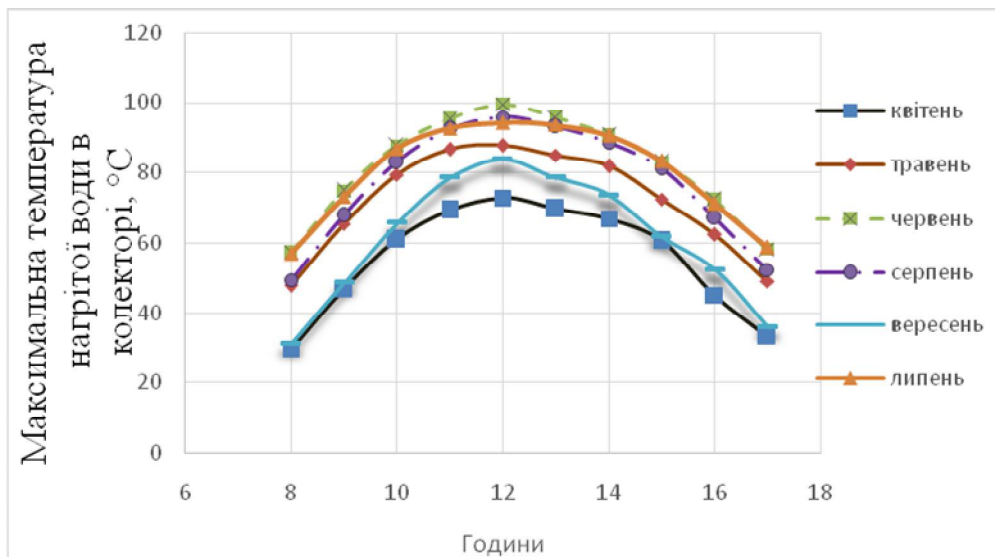


Рисунок 2.1 – Максимальна температура нагріву води в сонячних колекторах з 8 по 17 годину для кожного місяця.

В роботі визначено коефіцієнт корисної дії сонячних колекторів з квітня по вересень включно (рис. 2.2). Визначено, що коефіцієнт корисної дії максимальний для літніх місяців і коливається в межах 50...52%.

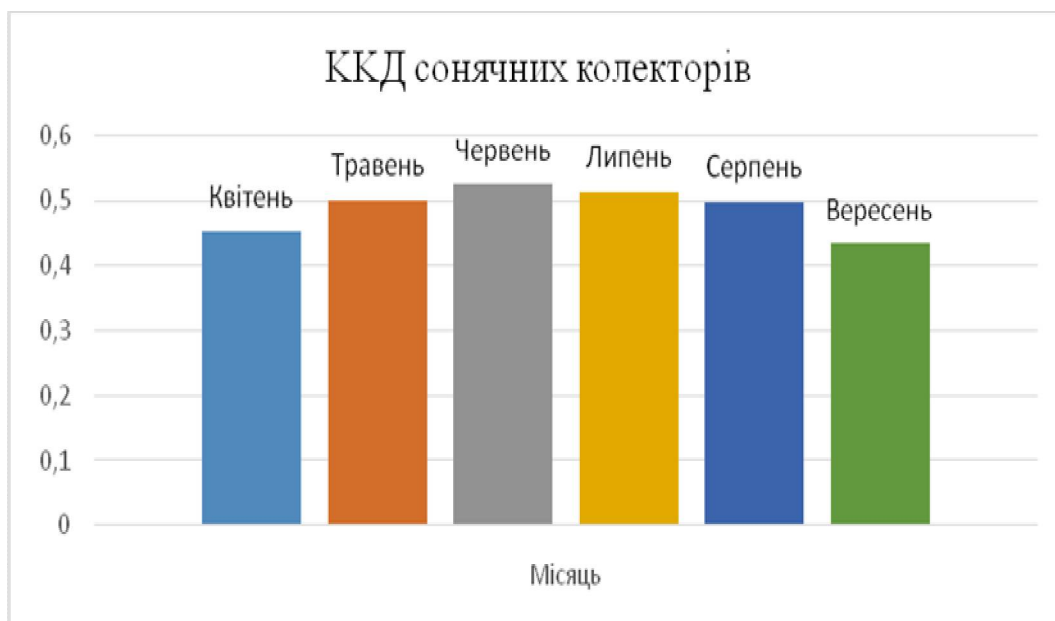


Рисунок 2.2 – Коефіцієнт корисної дії сонячних колекторів протягом періоду експлуатації системи.

В роботі визначено кількість теплоти, яку вироблено системою щомісяця (рис. 2.3)

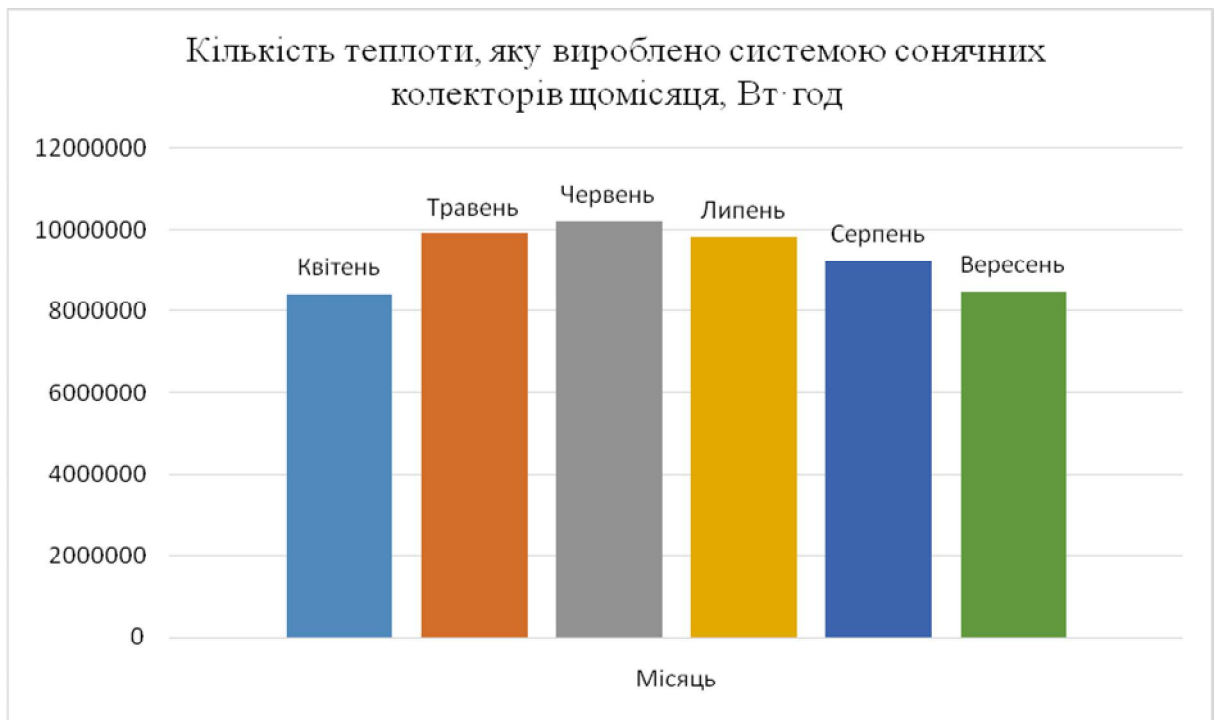


Рисунок 2.3 – Кількість теплоти Вт·год, яку вироблено системою сонячних колекторів щомісяця.

Як видно з рисунку 2.3, найбільшу кількість теплоти можна отримати в літні місяці, найменшу в осінній та весняний періоди.

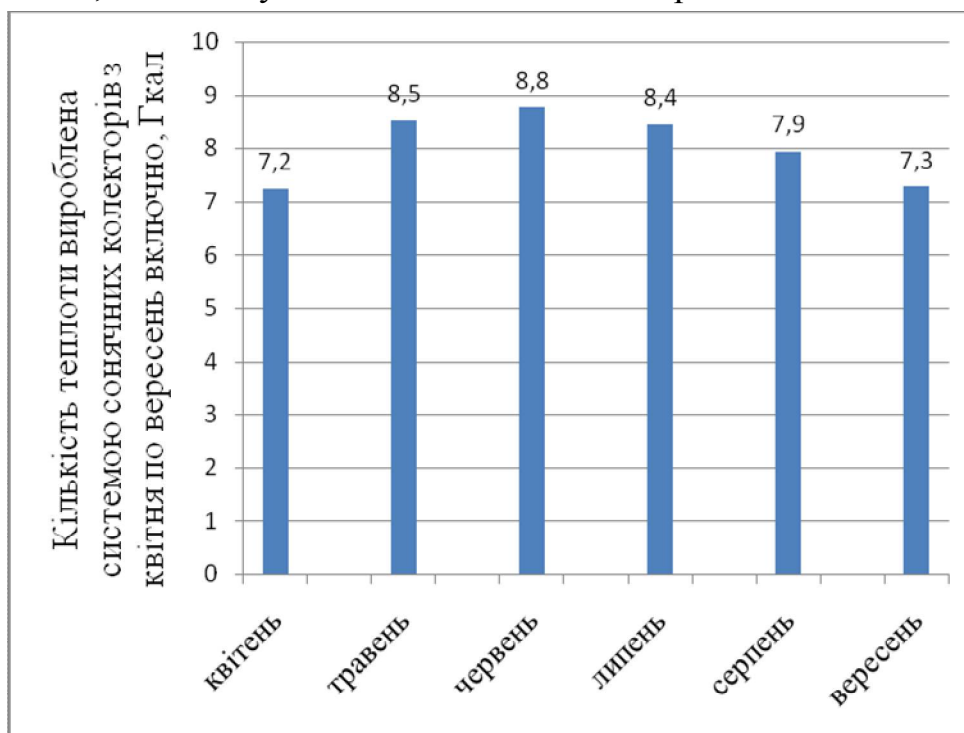


Рисунок 2.4 – Кількість теплоти Гкал, яку вироблено системою сонячних колекторів щомісяця.

На рисунку 2.5 наведено необхідну кількість сонячних колекторів для покриття частини теплової потужності необхідної для підігріву води в басейні.

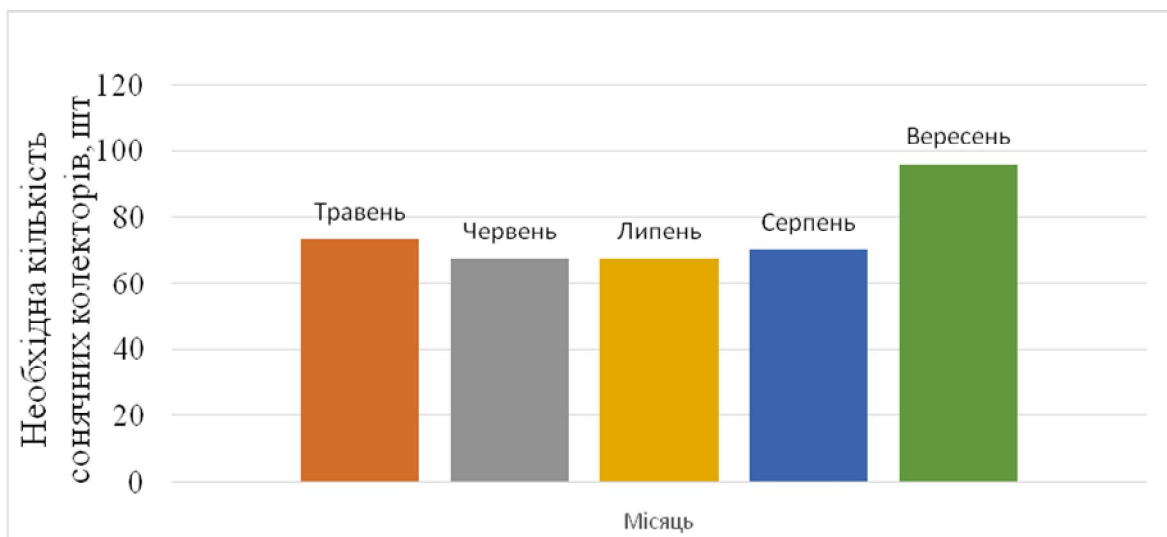


Рисунок 2.5 – Необхідна кількість сонячних колекторів

Для проектування системи вибираємо кількість колекторів визначену для вересня місяця.

В роботі визначено економію природного газу внаслідок встановлення системи сонячних колекторів (рисунок 2.6). Сумарна економія природного газу становить 5731 м³.

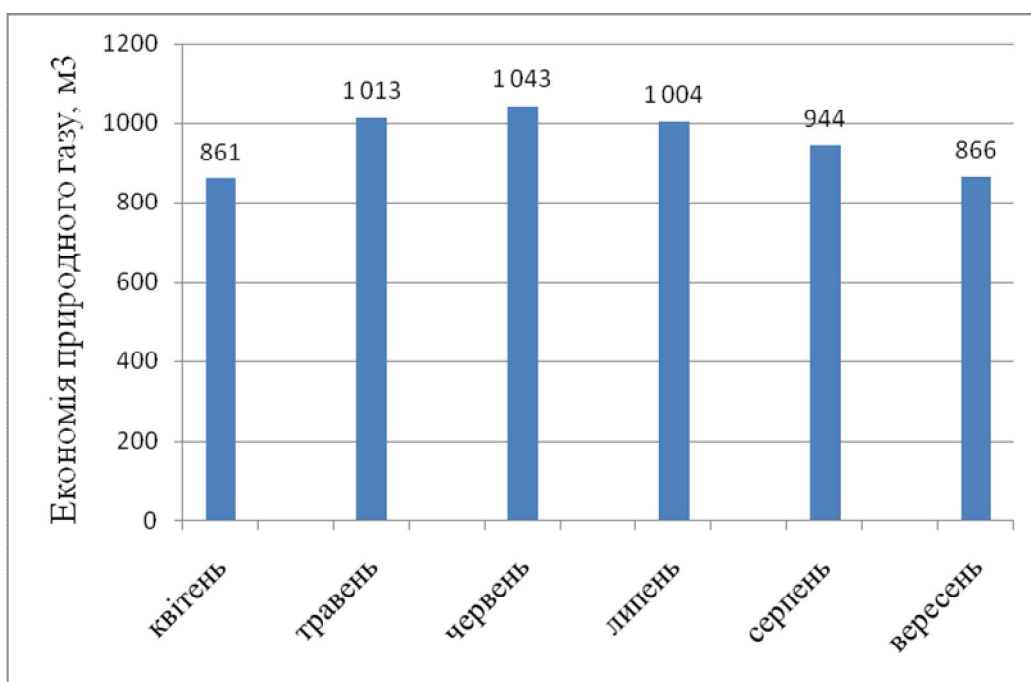


Рисунок 2.6 – Щомісячна економія природного газу внаслідок встановлення системи сонячних колекторів для підігріву басейну.

2.2 Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок проводиться для того, щоб підібрати насоси для циркуляції теплоносія.

Визначаємо критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (2.22)$$

де ω – швидкість води по трубопроводу, м/с;

d – діаметр трубопровода, м;

ν – кінематична в'язкість, м²/с.

$$Re = \frac{0,6 \cdot 0,04}{1,0006 \cdot 10^{-6}} = 23985.$$

Знаходимо коефіцієнт опору тертя

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{k_e}{d} \right)^{0,25}, \quad (2.23)$$

де k_e – шорсткість труб, $k_e = 0,0005$ м.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{23985} + \frac{0,0005}{0,04} \right)^{0,25} = 0,00168.$$

Втрати тиску в трубопроводі

$$\Delta P = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \quad (2.24)$$

де l – довжина труб, м; $l = 779$ м,

$\Sigma\xi$ – сума місцевих опорів, приймаємо наступні коефіцієнти місцевих опорів: поворот на 90° $\xi = 2,5$ (22 шт.); трійник на 90° $\xi = 1$ (24 шт); вентиль $\xi = 5$ (35 шт);

$$\Delta P = \left(0,00168 \cdot \frac{779}{0,04} + 254 \right) \cdot \frac{998,2 \cdot 0,6^2}{2} = 51516 \text{ (Па)}.$$

Даний гідравлічний розрахунок трубопроводу показав, що втрати напору води на тертя по довжині труби, які дорівнюють 51516 Па, тому вибираємо насосну станцію АТМ PS-D.

3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Таблиця 3.1 – Відомість витрат матеріалів

№ п/п	Найменування	ГОСТ, марка	Од.вим.	Кількість	Маса одиниці, кг	Загальна маса, кг
1	2	3	4	5	6	7
Основні матеріали						
1	Труби сталеві Ø15 мм	3262-75	М	54,28	1,16	62,96
2	Засувки сталеві	3079-80	шт.	15	0,5	7,5
3	Бак акумулятор ТА2.4000		шт.	3	648	1994
4	Розширювальний бак REFLEX N 200		шт.	1	96,7	36,7
5	Насосна станція Solar-Divicon		шт.	1	100	100
Загальна маса основних матеріалів 2201,16 кг						
Допоміжне обладнання						
6	Гідравлічний прес REMS Push		шт.	1	7,8	7,8
7	Перфоратор МАКІТА HR 5001С		шт.	1	12,8	12,8
8	Електродрель «DEWALT»		шт.	1	9,5	9,5
Загальна маса по допоміжному обладнанню 30,1 кг						
Допоміжні матеріали						

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
9	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1], товщина 2 мм		кг	4,68	3	14,04
10	Масло індустріальне І-20А		кг	0,1	3	0,3
11	Електроди, діаметр 4 мм	Е42	кг	1,04	3	3,12
12	Оліфа натуральна		кг	0,03	3	0,09
13	Прокладки гумові [пластина технічна пресована]		кг	0,24	3	0,72
14	Болти з гайками і шайбами, діаметр 16 мм		кг	3,22	3	9,66
15	Вода		м ³	3,2	3	9,6
16	Очіс лляний		кг	0,03	3	0,09
17	Пароніт		кг	0,2	3	0,6
18	Сурик свинцевий		кг	0,06	3	0,18
19	Баки розширювальні круглі, місткістю до 2 м ³		шт	1	1	1
20	Анкерні деталі з прямих або гнутих круглих стрижнів з різьбленням [в комплекті з шайбами і гайками або без них], поставля-ві окремо		кг	2,2	1	2,2

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
21	Оліфа натуральна		кг	0,04	1	0,04
22	Вода		м ³	0,31	1	0,31
23	Очіс лляний		кг	0,04	1	0,04
24	Сурик свинцевий		кг	0,08	1	0,08
Загальна маса по допоміжних матеріалів 28,67 кг						
Загальна маса $\Sigma = 2259,93$ кг						

3.2 Визначення складу і об'ємів робіт

Склад робіт:

1. Доставка деталей до місць монтажу та їх складування.
2. Розмітка місць прокладання трубопроводу.
3. Встановлення баків акумуляторів.
4. Встановлення розширювального бака.
5. Встановлення насосної станції.
6. Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 15 мм.
7. Встановлення засувки.
8. Гідравлічне випробування.
9. Ізоляція трубопроводів.
10. Здача в експлуатацію.
11. Повернення допоміжного обладнання на склад.

Визначення об'ємів робіт

1. Доставка деталей до місць монтажу та їх складування. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса усіх деталей 2259,93 кг (див. табл. 3.1) .
Приймаємо об'єм $V=2,259$ т.

2. Розмітка місць прокладання трубопроводу. Одиниці вимірювання 100м. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=54,28$ м. Приймаємо $V=0,05428$ м. (див. табл. 3.1).

3. Встановлення баків акумуляторів. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса баків акумуляторів складає 1994 кг. Приймаємо $V=1,994$ т. (див. табл. 3.1).

4. Встановлення розширювального бака. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса розширювального бака складає 36,7 кг. Приймаємо $V=0,0367$ т. (див. табл. 3.1).

5. Встановлення насосної станції. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса насосної станції складає 100 кг. Приймаємо $V=0,1$ т. (див. табл. 3.1).

6. Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 15 мм. Одиниці вимірювання в метрах. Довжина труб з діаметром 15 мм складає 54,28 м, отже, приймаємо $V = 54,28$ м (див. табл. 3.1).

7. Встановлення засувки. Одиниці вимірювання в тонах. Загальна маса засувки складає 7,5 кг. Приймаємо $V=0,0075$ т. (див. табл. 3.1).

8. Гідравлічне випробування. Одиниці вимірювання в метрах. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=54,28$ м. Приймаємо $V=54,28$ м. (див. табл. 3.1).

9. Ізоляція трубопроводів. Одиниці вимірювання в метрах. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=54,28$ м. Приймаємо $V=54,28$ м. (див. табл. 3.1).

10. Здача в експлуатацію. Одиниці вимірювання в метрах. Довжина всієї мережі трубопроводу складає $L=54,28$ м. Приймаємо $V=54,28$ м. (див. табл. 3.1).

11. Повернення допоміжного обладнання на склад. Одиниці вимірювання в кілограмах. Загальна вага усіх деталей 30,1 кг. Приймаємо об'єм $V=30,1$ кг. (див. табл. 3.1).

3.3 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій

Доставка деталей до місць монтажу

Доставлені на будівельний майданчик прилади групуємо згідно заявочних специфікацій.

Чітка організація доставки труб і матеріалів до робочих місць здійснює безпосередній вплив на якість монтажу санітарно-технічних систем.

Монтаж сталевих трубопроводів

При будівництві пластмасових трубопроводів застосовують дві основні схеми організації зварювально-монтажних робіт-базову і трасову.

При базовій зварювання труб виконують поблизу об'єктного їх складу з попередніми з'єднанням труб в секції довжиною до 18-24 м і більше, які доставляють на трасу і там з допомогою зварювальних установок зварюють у батоги або безперервну нитку для укладання в траншею.

При трасових схемою труби розкладають уздовж траншеї і зварюють із застосуванням пересувних зварювальних установок в безперервну нитку методом нарощування.

В даній системі опалення сталеві трубопроводи розташовані відкрито вздовж стін. При їх прокладанні мінімальний уклон становить 0,003. Уклони трубопроводів спрямовуються в сторону повітровипускних пристроїв.

Сталеві трубопроводи, які проходять через будівельні конструкції прокладаються в гільзах. Відгалуження від магістральних трубопроводів до підводок радіаторів виконуються під прямим кутом.

Монтаж сталевих трубопроводів виконати в такій послідовності:

- розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли, повітро-збірники;
- вивірити та установити задані уклони;
- встановити і закріпити гільзи.

Підбір машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною "Mercedes Sprinter". Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики автомашини "Mercedes Sprinter"

Найменування	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Вантажопідйомність	кг	до 3000
Кількість осей:		
всього	шт	2
ведучих	шт	1
Вантажна висота	мм	970
Найбільша швидкість	км/год	160
Радіус повороту	м	8
Колія колес:		
передні	мм	1800
задні	мм	1650
Витрата палива	л/100 км	12
Габарити:		
Довжина		5778
Ширина		1972
Висота		2190
Маса	кг	2800

Для пробивки отворів у стіні використовуємо перфоратор «МАКІТА». Технічні характеристики перфоратора «МАКІТА HR 5001С» наведені в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика перфоратора «МАКІТА HR 5001С»

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Енергія удару	Нм	1,0
Частота удару	Гц	40
Потужність	Вт	350
Глибина отвору	мм	до 200
Маса	кг	12,8

Для випробування трубопроводів на міцність та щільність використовуємо прес гідравлічний REMS Push, його характеристика в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – технічна характеристика гідравлічного пресу REMS Push

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Об'єм	л	12
Максимальний тиск	бар	60
Розміри	мм	500x190x140
Маса	кг	7,8

Таблиця 3.5 – Набір інструментів та пристосувань для монтажників основних матеріалів

Найменування	ГОСТ, марка	Кільк., шт.	Заг. маса, кг
1	2	3	4
Ключ гайковий двохсторонній М17х19 мм М19х22 мм	ГОСТ2839-80	6	0,9
		6	1,2
Плоскогубці комбіновані	ГОСТ 5547-75	6	1,6
Викрутки	ГОСТ 5423 – 79	6	0,31

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
Молоток слюсарний	ГОСТ 2310-77	6	1,8
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	ГОСТ 7211-72	6	2,1
Молоток гумовий		6	1,9
Стрічка вимірювальна, 20 м	ГОСТ 7502 – 61	6	0,12
Рівень металевий	ГОСТ 7948-80	2	0,22
Висок	ГОСТ 7948-80	2	0,2
Трубовигинач		6	24
Калібратор пластиковий з ножами для зняття фаски для металопластикових тр-дів		6	1,1
Ящик переносний для інструменту		12	3,2
Всього:			38,65

Витрати допоміжних матеріалів зводимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Витрати допоміжних матеріалів на монтаж системи опалення і теплотехнічної частини

Допоміжні матеріали	Одиниця виміру	Витрати матеріалів		
		Шифр	Вага	Об'єм
Льон(прядиво)	Кг	1545-0159	12,45	-
Прокладки гумові	Кг	111-1746	5,45	-
Прокладка пароніта, марка ПМБТ, товщина 1 мм	з 1000	шт.	0,06	-
$\Sigma=17,96$				

Витрати на паливні та енергетичні ресурси

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.1)$$

де: P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

Витрати електроенергії на роботу електрогідравлічного пресу REMS Push:

$$K=0,1 \quad \tau=3 \text{ год}, \quad p=1,6 \text{ (кВт)};$$

$$E_1 = 1,6 \cdot 3 \cdot 0,1 = 0,48 \text{ (кВт год)}.$$

Витрати електроенергії на роботу перфоратора MAKITA HR 5001C:

$$K=0,1 \quad \tau=16 \text{ год}, \quad p=0,35 \text{ (кВт)};$$

$$E_2 = 0,35 \cdot 16 \cdot 0,1 = 0,56 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів:

- відстань 27 (км);
- кількість ходок $n=1$;
- витрата пального $Q=12$ (л/100км).

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою:

$$Q_{\text{п}} = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l, \quad (3.2)$$

$$Q_{\text{п}} = 0,12 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 27 = 6,48 \text{ (л)}.$$

3.4 Визначення трудомісткості виконання монтажних робіт

Трудомісткість монтажних робіт визначається за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot H_q}{B}, \quad (3.3)$$

де V – об'єм робіт;

H_q – норма часу на одиницю виміру, люд/год;

B – кількість годин в зміні, год.

Тривалість монтажних робіт визначається за формулою [23]:

$$T = \frac{Q}{n}, \quad (3.4)$$

де Q – трудомісткість монтажних робіт, люд/дні

n – кількість робітників, люд

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Визначення трудомісткості виконання монтажних робіт

Найменування робіт	Од. вимір у	Об'єм робіт	Норма часу, люд/го д.	Трудо- містк люд/дн і	Виконавці		Три вліс ть, дні
					кіль - кіст ь	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей до місць монтажу та їх складування	т	1,714	3,1	0,58	2	Робітник Водій	0,5

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Розмітка місць прокладання трубопроводу	100 м	1,35	1,3	0,19	2	Слюсар 4, 1	0,5
Встановлення баків акумуляторів	шт	3	52,99	6,623	2	Слюсар 5,3	2,2
Встановлення розширювального бака	шт	1	6,84	0,855	2	Слюсар 4,3	0,1
Встановлення наосної станції	шт	1	24,52	3	2	Слюсар 5,3 розр.	1,5
Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 15мм	100м	1,02	104,29	13	2	Слюсар 4, 1 розр.	5,5
Ізоляція трубопроводів.	100м	1,35	78,2	11,5	2	Ізолювальник	6

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Кінцева перевірка системи і здача в експлуатацію.	100м	1,35	2,4	0,35	2	Слюсар-сантехнік 3,5	0,5
Повернення допоміжного обладнання на склад.	т	0,068	3,1	0,002	2	Робітник Водій	0,5

3.5 Визначення складу бригад і підбір монтажних інструментів

Склад бригад та середній розряд робітників для виконання монтажних робіт визначається згідно нормативних документа ДБН Д 2.4-15-2000.

1. Доставка деталей до місць монтажу та їх складування. Водій і робітник.
2. Розмітка місць прокладання трубопроводу. Два слюсаря 4,1 розрядів.
3. Встановлення баків акумуляторів. Два слюсаря 5,3 розрядів.
4. Встановлення розширювального бака. Два слюсаря 4,3 розрядів.
5. Встановлення насосної станції. Два слюсаря 5,3 розрядів.
6. Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 15 мм. Два слюсаря 4,1 розрядів.
7. Встановлення засувки. Два слюсаря 5,4 розрядів.
8. Гідравлічне випробування. Два слюсаря 5,3 розрядів.
9. Ізоляція трубопроводів. Два слюсаря 5,4 розрядів.
10. Здача в експлуатацію. Два слюсаря-сантехніка 3,5 розрядів.
11. Повернення допоміжного обладнання на склад. Водій і робітник.

3.6 Організація робочих місць та побутових приміщень

Необхідне складське приміщення для зберігання малогабаритних інструментів, інвентаря.

До початку монтажно-збірних робіт встановлюється готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів та обладнання.

Приймання об'єктів під монтаж систем водопостачання відбувається актом встановленої форми, який підписує представник генпідрядника, який виконує будівельні роботи (майстер або виконроб).

На об'єктах будівництва, що не прийняті під монтаж, не дозволяється виконувати монтажні роботи.

Перед тим як розпочати монтажні роботи на об'єкті, виконати наступні роботи:

- пробити отвори в стінах і в перекриттях підготувати борозди і канали для прокладки трубопроводів;
- змонтувати міжповерхові перекриття і сходові клітини;
- оштукатурити інші ділянки стін в місцях встановлення нагрівальних приладів і прокладки трубопроводів;
- нанести на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- підготувати монтажні пройми для переміщення крупно габаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- встановити віконні коробки;
- підвести електросилові лінії для підключення механізмів і інструментів;
- утеплити приміщення взимку при виконанні робіт, заслонити віконні пройми;
- забезпечити освітленість роботи місць доступ до них робітників і можливість доставки матеріалів і виробів монтажного обладнання;
- виділити місце для складування матеріалів сантехнічних заготовок і обладнання.

3.7 Монтажне регулювання і задача системи в експлуатацію

Послідовність технологічних операцій при виконанні монтажних робіт.

Монтаж системи опалення виконати в такій послідовності:

- розмітити місця установки стояків;
- розмітити місця установки кріплень;
- встановити кріплення та установки приготування гарячої води;

Монтаж трубопроводів виконати в такій послідовності:

- розмітити вісі магістралей та установити підвіски і кронштейни;
- прокласти труби, вузли і заготовки по наміченим вісям;
- зібрати магістралі та приєднати до них монтажні вузли;
- вивірити та установити задані уклони; закріпити магістралі на опорах та підвісках.

Після виконання всіх монтажних робіт систему піддають випробуванням на справність водорозбірної і запірної арматури, змивних та інших пристроїв обладнання і на герметичність.

У зимовий період випробування проводять тільки після введення в дію системи опалення.

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.

Для приймання системи в експлуатацію пред'являють основні документи:

- акти випробувань на герметичність мережі та на ефективність роботи обладнання (насосів, баків, пожежних кранів і т. п.);
- акти на приховані роботи;
- акти, креслення і документи погоджень на додаткові роботи і зміни, допущені при монтажних роботах;
- акти випробувань окремих елементів (монтажних вузлів, пристроїв, обладнання) з доданням усіх паспортів;

В актах приймання вказують усі зазначені дефекти і неполадки, відступу від затвердженого проекту, результати випробування устаткування і системи в цілому, якість виконаних робіт, наявність недоробок, термін для їх усунення.

Під час приймання перевіряють відповідність монтажу затвердженим проектом і міцність кріплень, наявність ухилів для спорожнення труб, відсутність витоків води в арматурі, з'єднаннях, обладнанні, ефективність включення і виключення, роботу автоматизації.

Спеціалізовані експлуатаційні організації, спеціалізовані ремонтні цехи, забезпечені необхідними матеріалами, запасними деталями, обладнанням для потреб поточного ремонту внутрішніх санітарно-технічних систем, значно підвищують рівень технічної експлуатації будівель.

3.8 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Для того щоб виключити можливість виникнення нещасних випадків на заготівельних роботах та під час монтажу систем опалення необхідно суворо притримуватись правил техніки безпеки та протипожежної техніки.

Користуючись трубними і гайковими ключами, не можна одягати обрізки труб на ручки ключів і використовувати металеві підкладки під губки ключів. Під час заповнення системи опалення теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагодження, необхідно користуватись переносними освітлювачами напругою не вище ніж 12 В.

Всі працівники повинні пройти навчання по техніці безпеки по 8 - 10 годинній програмі.

Переміщати і піднімати важкі елементу КУ потрібно за допомогою випробуваних і перевірених талей, лебідок, кранів тощо із застосуванням сталевих тросів з гайками.

У випадку виникнення пожежі до прибуття пожежної команди слід використати всі засоби пожежогасіння.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівельній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані.

Людину, вражену електричним струмом необхідно якнайшвидше звільнити від дії струму, для чого слід виключити рубильник, а якщо це неможливо, то відірвати постраждалого від дроту чи предмета, що знаходиться під напругою. При цьому той, що надає допомогу, не повинен торкатися враженого голими руками : необхідно мати гумові рукавички та діелектричні калоші або стати на суху дошку та обмотати руки сухим одягом.

Після цього постраждалому слід зробити штучне дихання.

3.9 Автоматизація системи підігріву басейну на базі сонячних колекторів

3.9.1 Опис технологічного процесу

Колектори – це генератори теплоти, які багато в чому відрізняються від традиційних джерел теплоти. Найбільша відмінність полягає в тому, що джерелом енергії, використовуваної для отримання теплоти, є не традиційне паливо, а сонячне випромінювання.

В колекторі сонячне випромінювання потрапляє на поглинаючий елемент з селективним покриттям (абсорбер). На нижньому боці абсорбера закріплені мідні трубки, по яких циркулює робоча рідина (теплоносій). Абсорбер нагрівається сонячними променями і віддає теплоту теплоносію в трубах. Регулятор і насос забезпечують відведення теплоти по трубопроводах. Потім в баку акумуляторі теплота передається нагрівається воді через теплообмінник. За таким принципом працюють всі насосні сонячні системи такого типу. Однак в режимах їх роботи існують принципові відмінності.

З одного боку, сонячне випромінювання – це безкоштовний джерело енергії, який в людському розумінні наданий нам на нескінченно довгий термін, а з іншого боку – він чи застосуємо для сучасних потреб і обмежений у фактичному реченні.

Зокрема, в опалювальний сезон, коли необхідна максимальна кількість теплової енергії, сонячна енергія – мінімальна, і навпаки. Крім того, Сонце неможливо вмикати або вимикати на свій розсуд. Такі вихідні дані вимагають принципово іншого підходу до проектування енергетичних установок, потужність яких надається, так би мовити, на вимогу. Винятком стали установки, що використовують енергію сонячного випромінювання, але для надійності доповнені другим генератором теплоти-такі установки проектуються і експлуатуються як бівалентні системи.

Успішна робота сонячної установки залежить не тільки від колектора, але і від раціональної узгодженості всіх використовуваних компонентів. Для ефективного використання сонячного колектора в якості компонента системи теплопостачання

Продуктивність колектора визначається як добуток середньої очікуваної потужності (кВт) на відповідну одиницю часу (годину). Отримане значення в кВт * год відносять до квадратного метра площі колектора або площі апертури і отримують значення в кВт·год / м². Це значення, віднесене до кількості днів, важливо для визначення параметрів бака-акумулятора сонячної системи. Питома продуктивність колектора в рік вказується в кВт·год на м² площі і є важливою оціночною характеристикою для визначення параметрів і режиму експлуатації установки. Чим вище значення, тим більше теплоти виробляє для системи теплопостачання сонячна система.

В цілому за рік зустрічаються такі режими експлуатації, при яких колектор ще міг би постачати енергію, але акумулятор, наприклад, вже повністю заряджений. У цьому випадку продуктивність колектора дорівнює нулю. Продуктивність колектора є важливим оціночним параметром ефективності сонячної системи. Вона особливо висока, якщо поверхня колектора оптимально

орієнтована і не має затенений. У сонячних системах, що покривають частину навантаження на опалення, для підвищення продуктивності і експлуатаційних характеристик доцільно збільшувати кут нахилу, оскільки оптимальна продуктивність має вирішальне значення для перехідного і зимового сезону.

Влітку, якщо сонячна енергія використовується тільки для гарячого водопостачання, збільшення кута нахилу колектора дозволяє зменшити надлишки енергії, а в перехідний сезон збільшення кута нахилу забезпечує одержання більш високої ефективності. Таким чином, протягом року теплота виробляється більш рівномірно, і продуктивність сонячної системи виявляється вище, ніж в разі вибору орієнтації колектора на максимальне випромінювання..

3.9.2 Характеристика технологічного обладнання

Плоский сонячний колектор ATMOSFERA F2M має мідний теплообмінник у формі арфи. Колектор застосовується для нагріву води системи гарячого водопостачання, підтримки опалення, нагріву басейнів або виробництва теплової енергії на інші потреби. ATMOSFERA F2M, для вертикального і горизонтального монтажу. Корпус колектора запатентований і виконаний зі спеціального алюмінієвого профілю.

Колектор покритий спеціальним склом з низьким вмістом заліза, для збільшення пропускної здатності сонячного випромінювання. Скло герметично закріплене в корпусі колектора має високу стійкість до термічного шоку, що виникає при різких перепадах температур Мідний абсорбер колектора ATMOSFERA F2M покритий селективним покриттям BlueTec Eta Plus (Німеччина), що дозволяє домогтися високої ефективності перетворення сонячної енергії і продуктивністю тепла.

Таблиця 3.9.1 – Характеристики сонячного колектора

Найменування	Значення
--------------	----------

Ширина	1006 мм
Довжина	1988 мм
Висота	85 мм
Вага	40 кг
Площа	2,0 м ²
Оптичний ККД	78.9 %
Температурний коефіцієнт	3,327 Вт/(м ² К)
Температурний коефіцієнт	0,020 Вт/(м ² К ²)
Максимальна потужність	1480 Вт
Приєднання	22 мм
Корпус	Алюмінієвий профіль
Покриття – призматичне скло, товщина	4 мм
Тип абсорбера – мідна плита, товщиною	0,3 мм
Покриття абсорбера	високоселективне BlueTec Eta Plus
Технологія кріплення абсорбера	ультразвукове зварювання
Коефіцієнт абсорбції	95 %
Коефіцієнт емісії	5 %
Ширина абсорбера	964 мм
Довжина абсорбера	1946 мм
Площа абсорбції	1,876 м ²
Площа повна	1,876 м ²
Тип теплообмінника	арфа
Об'єм теплообмінника	1,8 л
Температура стагнації	208 °С
Номінальний / граничн. витрата	від 60-90 / 50-220 л/год

Пластина абсорбера кріпиться до теплообмінника за допомогою ультразвукового зварювання. Низькі теплові втрати досягаються завдяки

застосуванню в якості ізоляції мінеральної вати, розташованої в нижній і бічних частинах колектора. Спеціально розроблені монтажні конструкції з нержавіючої сталі дозволяють встановлювати колектори ATMOSFERA F2M на майданчики з різним нахилом.

3.9.3 Характеристика теплоносіїв, які застосовуються в процесі

Теплоносій транспортує тепло з колектора в ємнісний водонагрівач: в трубках абсорбера теплоносій нагрівається, а у водонагрівачі передає теплоту воді через теплообмінник. Завдяки високій теплоємності вода є основною складовою частиною більшості теплоносіїв. Для запобігання замерзання теплоносія вода змішується з антифризом (зазвичай пропіленгліколем): в Центральній Європі використовують концентрацію близько 40% від загального обсягу. Пропіленгліколь являє собою важкозаймисту, неотруйну, біологічно розщеплювану рідину. Він не підлягає маркуванню згідно з критеріями ЄС та спеціальними правилами транспортування. Температура кипіння – близько 188 °С, щільність – 1,04 г/см³.

Теплоносії, що піддаються невеликим термічним навантаженням, можуть прослужити до десяти років. Звичайно, при цьому необхідно регулярно перевіряти щільність гліколю і значення рН. Якщо теплоносій в сонячній системі піддається термічним навантаженням, тобто стагнації, молекули гліколю руйнуються при температурах близько 170 °С. Потім вони можуть з'єднуватися з іншими молекулами, що прискорює утворення кислот (і підвищує небезпеку виникнення корозії). Гліколь схильний до окислення при високих температурах.

Якщо в геліоконтурі присутній кисень, теплоносій розкладається, і в ньому можуть утворюватися тверді відкладення. Наукові дослідження чітко показали, що в негерметичних установках з постійним надходженням кисню така ймовірність виникає набагато частіше, ніж внаслідок стагнації при високих температурах. В сонячних системах з можливими тривалими періодами стагнації (наприклад, при підтримці системи опалення за рахунок сонячної енергії)

рекомендується проводити щорічний контроль стану теплоносія з протоколюванням результатів. Для забезпечення експлуатаційної надійності і високої ефективності в сонячних системах використовують в якості теплоносія пропіленгліколь.

Альтернативні теплоносії, ті ж термомасла і розчинні солі, або перебувають на стадії досліджень, або не підходять для роботи в температурних діапазонах, характерних для гарячого водопостачання або підтримки системи опалення за рахунок сонячної енергії. При доливі теплоносія в експлуатовані сонячні системи слід враховувати можливість змішування теплоносіїв між собою.

3.9.4 Система автоматичного контролю і регулювання температури прямої води

Регулятор здійснює управління енергією і забезпечує ефективне використання сонячної теплоти. При цьому регулятор Vitosolic з'єднується з регулятором котла і відключає опалювальний котел, коли в систему починає надходити достатня кількість сонячної теплоти. Vitosolic забезпечує максимально ефективне використання теплоти, отриманої за допомогою сонячних колекторів для систем гарячого водопостачання, підігріву води в плавальних басейнах або підтримки системи опалення.

При регулюванні по різниці температур проводиться вимірювання двох температур, а потім визначається різниця між ними. У більшості сонячних систем регулятор порівнює температуру колектора і ємнісного водонагрівача між собою – для цього він використовує дані вимірів датчиків температури, встановлених на колекторі і водонагрівачі. Насос геліоконтур включиться, коли різниця температур між колектором і водонагрівачем перевищує задане значення (різниця температур включення). Теплоносій переносить теплоту з колектора в ємнісний водонагрівач. Якщо друге значення, менша різниця температур буде нижче встановленого значення, насос геліоконтур вимикається (різниця температур

вимкнення). Інтервал між різницею температур включення і виключення називається гістерезисом.

Різниця температур включення насоса геліоконтур повинна вибиратися таким чином, щоб транспортування теплоти від колектора до водонагрівача виправдовувало себе, тобто, щоб різниця температур між теплоносієм і водою в баку була досить великий. Крім того, при перенесенні теплоти від колектора насос не повинен негайно вимкнутися, як тільки холодний теплоносій з водонагрівача досягне датчика температури колектор.

У звичайних сонячних системах з вбудованими теплообмінниками у водонагрівачі різниця включення між температурою колектора і температурою водонагрівача становить 8 К, а виключення – 4 К, якщо температура теплоносія виміряна точно. Певна неточність вимірювань є допустимою. У дуже довгих трубопроводах (більше 30 м) обидва значення збільшуються на 1 К на кожні 10 м.

У сонячних системах із зовнішніми теплообмінниками різниця температур включення і виключення для первинного і вторинного контуру розраховується на підставі довжини трубопроводу і обраної різниці температур в теплообміннику.

Включення і виключення вторинного контуру здійснюється при кілька менших різницях температур.

3.9.5 Засоби автоматизації

Механізм роботи такої системи простий: при охолодженні води в басейні нижче встановленого значення і температурі на колекторі більше ніж температура в басейні, контролер включає циркуляційний насос і вода з басейну надходить в сонячний колектор, де вона нагрівається, прямуючи потім назад в басейн. Якщо сонячний колектор остигає (наприклад, вночі) і його температура стає нижче температури води в басейні, то контролер відключає циркуляційний насос, нагрівання води припиняється.

Схема підключення колектора включає в себе наступні компоненти:

- безпосередньо колектор;
- контур теплообміну;
- тепловий акумулятор (бак, в якому знаходиться нагріта вода).
- котел

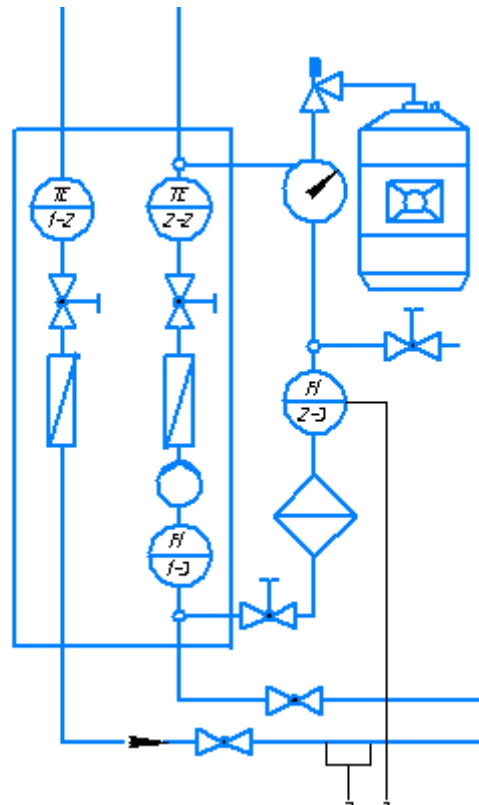


Рисунок 3.9.1 – Насосний модуль

Всі рідини — теплоносії при нагріванні розширюються. Тому контур нагріву сонячного колектора обов'язково обладнають розширювальним баком. Для видалення повітря з контуру колектора встановлюють автоматичний повітровідвідник.

В літній час року в якості теплоносія можна сміливо використовувати воду, яка нагрівається отриманої від абсорбера енергією і піднімається по трубах вгору, надходячи в бак-акумулятор. Бак підключений до кранів виведення води, тому при відкритті вентиля гаряча вода з бака виходить і заміщається холодною. Вода нижчої температури накопичується в нижній частині бака і виходить в контур системи через відповідну трубу. Вона знову нагрівається від отриманої енергії і надходить в бак. У самому накопичувачі труба забору, через яку відбувається

подача гарячої води для користування, повинна бути розташована у верхній частині бака (з-за меншої щільності тепла вода піднімається вгору).

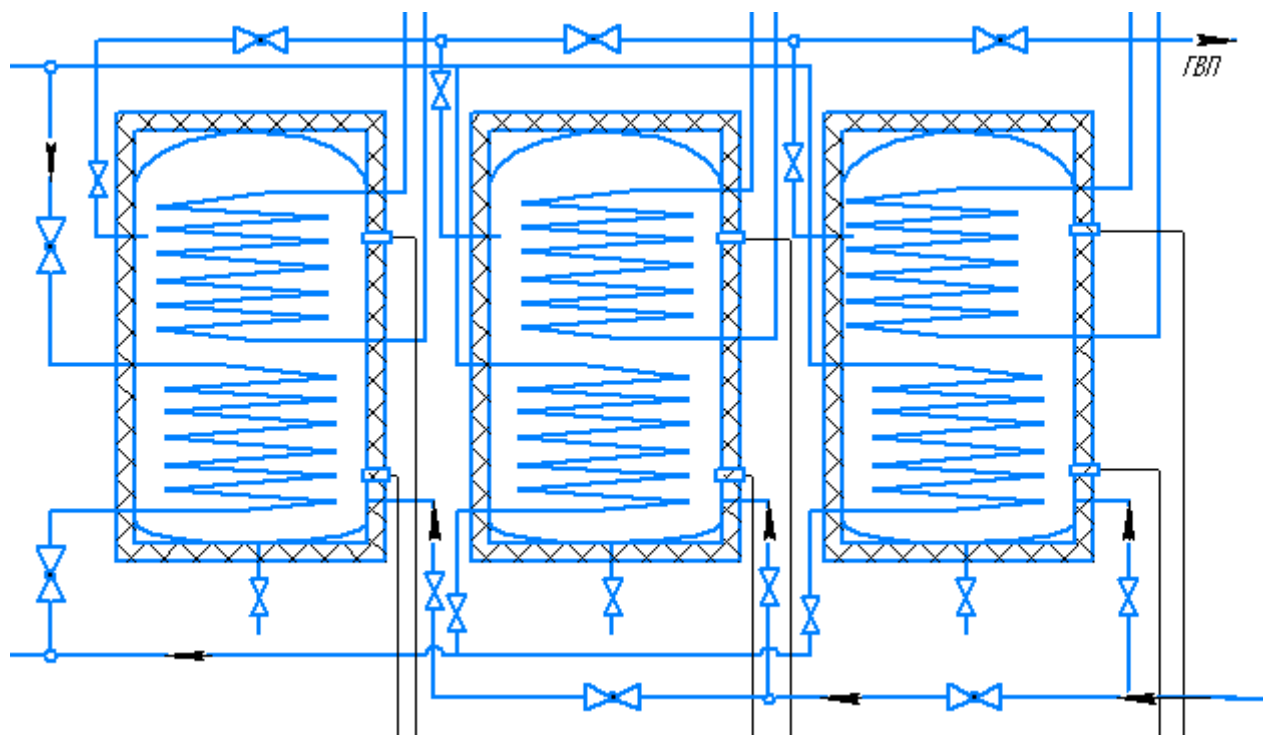


Рисунок 3.9.2 – Бак-акумулятор

Взимку або коли пасмурно воду можна підігрівати котлом (рис. 2.3)

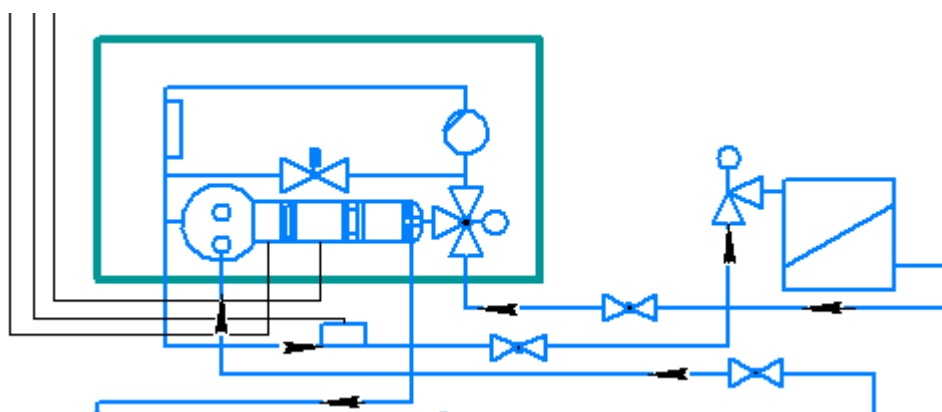


Рисунок 3.9.3 – Котел

3.9.6 Опис захисту колектора

У плоских колекторах абсорбер, як правило, захищений корпусом з високоякісної листової сталі або алюмінію, а з фронтальної поверхні закритий геліосклом з низьким вмістом заліза, яке забезпечує довготривалий захист від несприятливих погодних умов. Антивідбиваюче покриття скла додатково зменшує відображення. Теплова ізоляція корпусу знижує теплові втрати. Корпус плоских колекторів виконаний з алюмінієвої рами без косих розрізів і гострих кромek. Завдяки безшовному, стійкого до впливу погодних умов і ультрафіолетового випромінювання ущільнення скла і міцною задній стінці корпусу забезпечується довгий термін експлуатації і висока ефективність колектора.

3.9.7 Методи регулювання витрати теплоносія

Застосовуються три методи: кількісний, якісний, кількісно-якісний.

При кількісному методі регулювання теплового навантаження здійснюється за рахунок зміни кількості подаваного теплоносія. За допомогою насосів тепломережі підвищується тиск в трубопроводах, відпуск тепла збільшується зі зростанням швидкості потоку теплоносія.

Якісний метод полягає в збільшенні параметрів теплоносія на виході з бойлерів при збереженні витрати. Цей метод найбільш часто застосовується на практиці.

При кількісно-якісному методі змінюють параметри і витрата теплоносія.

ПДД-регулювання дає можливість контролеру оперативно встановлювати в системі необхідний рівень температури теплоносія.

Ємнісні водонагрівачі з вбудованими теплообмінниками оснащуються спеціальними перфорованими каналами, по яких нагріта вода може, не перемішуючись, підніматися на верхню частину водонагрівача, звідки здійснюється водоразбор. Якщо на виході з колектора задана температура не

досягається, менш нагріта вода піднімається в нижчий шар з температурою, яка відповідає її щільності.

При пошаровій зарядці із зовнішнім теплообмінником теплоносії подається у верхні шари ємнісного водонагрівача до тих пір, поки геліоконтур забезпечує задану температуру. Якщо задана температура не досягається, то теплоносії перерозподіляється через клапани в більш низькі і менш нагріті шари, або насос відключається.

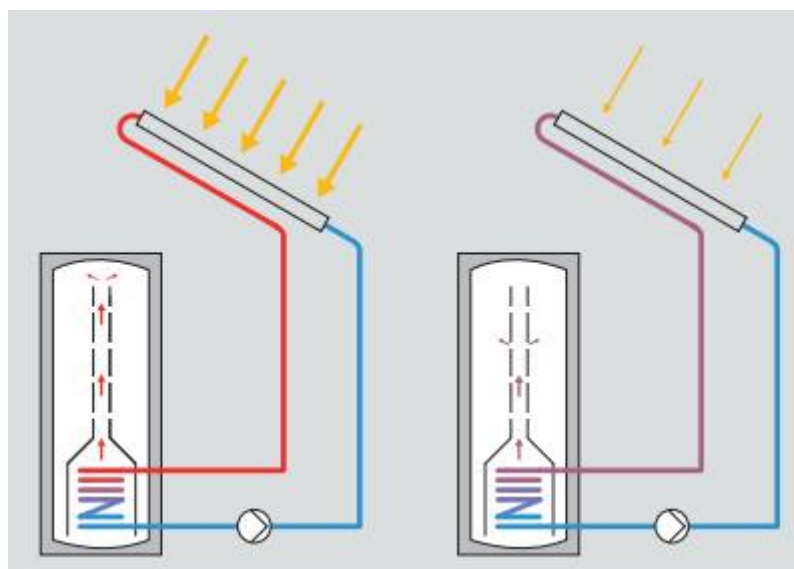


Рисунок 3.9.4 – Пошарова зарядка водонагрівача

3.9.8 Величини які підлягають контролю та сигналізації

Контролюватись буде витрата теплоносія щоб збільшувати або зменшувати його температуру.

Контролю підлягають ті параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне управління технологічним процесом, а також його пуск і зупинка. До таких параметрів належать усі режимні і вихідні параметри, а також вхідні параметри, при зміні яких в об'єкт будуть надходити збурення. Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічною картою.

Контролю підлягають усі параметри, що регулюються:

- витрата зворотної води;
- температура зворотної води;
- температура прямої води;
- тиск повітря;
- концентрація кисню в димових газах;
- розрідження в топці котла;
- температура води в колекторі.

Крім параметрів, що регулюються, контролю підлягають наступні:

- витрата газу;
- тиск води на вході і виході з котла;
- витрата води в колекторі і витрата прямої води;
- температура димових газів за котлом;

Контроль тиску води необхідний для того, щоб визначити, чи є витрата води через котел. При зменшенні витрати тиск знижується. Зниження тиску повітря відбувається в разі відключення вентилятора або закриття його направляючого апарату при несправності регулятора повітря. При зниженні тиску повітря може статися відрив факела або його погасання. Так як в момент відключення вентилятора повітря в топку не надходить, розрідження збільшується, відбувається відрив факела.

Зниження тиску газу нижче допустимого призводить до погасанням факела. Тому тиск палива необхідно контролювати.

При підвищенні розрідження в газоході буде великий присос зовнішнього повітря через всякого роду нещільності в обмурівці. Це погіршить умови теплопередачі, знизиться продуктивність за рахунок підвищеної втрати з відхідними газами. Тому необхідний контроль розрідження перед димососом.

3.10 Оцінка економічної ефективності прийнятих рішень

Кошторисна документація до дипломного проекту складена у відповідності ДСТУ Б Д 1.1.1-2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

Локальний кошторис на влаштування системи наведений в додатку Б. В локальному кошторисі визначається кошторисна вартість робіт, яка містить в собі прямі витрати та загально виробничі витрати.

Прямі витрати враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Вони визначаються шляхом множення визначеного за ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН) кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів на відповідні поточні ціни цих ресурсів. В дипломній роботі визначаються за готовими одиничними розцінками на кожний вид робіт.

Загально виробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Локальний кошторис на влаштування обладнання розрахований в цінах 2019 року на основі (таблиця 3.1):

- ресурсні елементні кошторисні норми України;
- вказівки для застосування ресурсних елементних кошторисних норм;
- ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів;
- поточні ціни на матеріали та витрати;
- поточні ціни машино-годин;
- поточна вартість людино-годин відповідного розряду робіт;
- поточні ціни на перевезення вантажу для будівництва;
- правила визначення загально виробничих і адміністративних витрат.

Кошторисна вартість дорівнює $K = 35,725$ тис. грн.

Кошторисна заробітна плата ЗП = 5,17 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість $T = 0,243$ тис. люд -год

Вартість матеріалів, конструкцій, обладнання – $K_{обл}=27,529$ тис. грн.

4 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Початковими даними для розрахунку викидів забруднювальних речовин є [44 – 46]:

- об’ємний склад сухої маси природного газу становить;
- об’ємна нижча теплота згоряння газу;
- густина;
- витрата природного газу;
- ступінь окислення вуглецю e_C під час спалювання природного газу в енергетичній установці;
- показник емісії оксидів азоту (k_{NOx});
- емпіричний коефіцієнт z для природного газу;
- ефективність первинних заходів зменшення викиду оксидів азоту h_I ;
- азотоочисна установка відсутня, тому ефективність h_{II} ;
- коефіцієнт роботи b ;
- показник емісії оксиду вуглецю k_{CO} ;

Кінцевими результатами є:

- масова витрата природного газу;
- валовий викид оксидів азоту;
- валові викиди оксидів вуглецю;
- валовий викид в енергетичній установці вуглекислого газу;
- валовий викид ртуті;
- валовий викид оксиду діазоту;
- валовий викид метану;

Викиди під час спалювання природного газу

При використанні природного газу потрібно розраховувати викиди оксидів азоту, сірки і вуглецю, оксиду діазоту та метану.

Перерахунок характеристик природного газу, $кг/нм^3$

$$m_{CH_4} = 0,716 \cdot 0,01(CH_4)_v, \quad (4.1)$$

$$m_{\text{CH}_4} = 0,716 \cdot 0,01 \cdot 98,90 = 0,7081.$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,342 \cdot 0,01(\text{C}_2\text{H}_6)_v, \quad (4.2)$$

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,342 \cdot 0,01 \cdot 0,12 = 0,0016.$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1,967 \cdot 0,01(\text{C}_3\text{H}_8)_v, \quad (4.3)$$

$$m_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1,967 \cdot 0,01 \cdot 0,011 = 0,0002.$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 2,593 \cdot 0,01(\text{C}_4\text{H}_{10})_v, \quad (4.4)$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 2,593 \cdot 0,01 \cdot 0,01 = 0,0003.$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,250 \cdot 0,01(\text{N}_2)_v, \quad (4.5)$$

$$m_{\text{N}_2} = 1,250 \cdot 0,01 \cdot 0,90 = 0,0113.$$

$$m_{\text{CO}_2} = 1,964 \cdot 0,01(\text{CO}_2)_v, \quad (4.6)$$

$$m_{\text{CO}_2} = 1,964 \cdot 0,01 \cdot 0,06 = 0,0012.$$

де m_i – питома маса i -го індивідуального газу в 1 нм^3 сухого газоподібного палива, $\text{кг}/\text{нм}^3$;

$(i)_v$ – об'ємний вміст i -го індивідуального газу, %.

Масовий елементний склад сухого газоподібного палива визначається за формулами

Масовий вміст вуглецю в паливі на горючу масу

$$C^{\text{daf}} = \frac{100}{\rho_{\text{н}}} \left(\sum \frac{12p}{12p+q} m_{C_pH_q} + 0,429m_{CO} + 0,273m_{CO_2} \right), \quad (4.7)$$

$$C^{\text{daf}} = \frac{100}{0,723} (0,749 \cdot 0,7081 + 0,799 \cdot 0,0016 + 0,817 \cdot 0,0002 + 0,827 \cdot 0,0003 + 0,273 \cdot 0,0012) = 73,67 (\%).$$

Масовий вміст водню в паливі на горючу масу

$$H^{\text{daf}} = \frac{100}{\rho_{\text{н}}} \left(\sum \frac{q}{12p+q} m_{C_pH_q} + 0,059m_{H_2S} \right), \quad (4.8)$$

$$H^{\text{daf}} = \frac{100}{0,723} (0,251 \cdot 0,7081 + 0,201 \cdot 0,0016 + 0,183 \cdot 0,0002 + 0,173 \cdot 0,0003) = 24,65 (\%).$$

Масовий вміст азоту в паливі на горючу масу

$$N^{\text{daf}} = \frac{100}{\rho_{\text{н}}} m_{N_2}, \quad (4.9)$$

$$N^{\text{daf}} = \frac{100}{0,723} 0,0113 = 1,56 (\%).$$

Масовий вміст кисню в паливі на горючу масу

$$O^{\text{daf}} = \frac{100}{\rho_{\text{н}}} (0,571m_{CO} + 0,727m_{CO_2}), \quad (4.10)$$

$$O^{\text{daf}} = \frac{100}{0,723} 0,727 \cdot 0,0012 = 0,12 (\%).$$

де $\rho_{\text{н}}$ – густина сухого газоподібного палива, кг/нм^3 .

Таким чином, отримано значення, % масового елементного складу природного газу:

$$\text{вуглець} - C^{\text{r}} = C^{\text{daf}} = 73,67;$$

$$\text{водень} - H^{\text{r}} = H^{\text{daf}} = 24,65;$$

$$\text{кисень} - O^{\text{r}} = O^{\text{daf}} = 0,12;$$

$$\text{азот} - N^{\text{r}} = N^{\text{daf}} = 1,56.$$

Масова нижча теплота згоряння

$$Q_i^{\text{r}} = Q_i^{\text{daf}} = Q_{\text{iv}}^{\text{daf}} / \rho_{\text{н}}, \quad (4.11)$$

$$Q_i^{\text{r}} = 35,5 / 0,723 = 49,1 (\text{МДж}).$$

Масова витрата природного газу

$$B = B_v \cdot \rho_{\text{н}} / 1000, \quad (4.12)$$

$$B = 5731 \cdot 0,723 / 1000 = 4,1435 (\text{т}).$$

Валовий викид оксидів азоту

Показник емісії оксидів азоту $(k_{\text{NOx}})_0$ без урахування первинних заходів згідно з даними таблиці Д.5 [40] дорівнює 150 г/ГДж. У таблиці Д.6 [40] емпіричний коефіцієнт z для природного газу становить 1,25. Відповідно до вихідних даних та згідно з таблицею Д.7 [40] ефективність первинних заходів зменшення викиду оксидів азоту η_{I} становить 0,40. Азотоочисна установка відсутня, тому ефективність η_{II} та коефіцієнт роботи β дорівнюють нулю.

Показник емісії оксидів азоту

$$k_{\text{NOx}} = (k_{\text{NOx}})_0 \cdot (563/704)^{1,25} (1 - z), \quad (5.13)$$

$$k_{\text{NOx}} = 150 \cdot (563/704)^{1,25} (1 - 0,40) = 90 \text{ (г/ГДж)}.$$

Валовий викид

$$E_{\text{NOx}} = 10^{-6} k_{\text{NOx}} Q_i^r B, \quad (5.14)$$

$$E_{\text{NOx}} = (10^{-6} \cdot 90 \cdot 49,1 \cdot 4,1435) \cdot 1000 = 18,312 \text{ (кг)}.$$

Валові викиди оксидів вуглецю

Показник емісії вуглекислого газу під час спалювання органічного палива

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{C^r}{100} \cdot \frac{10^6}{Q_i^r} \varepsilon_C, \quad (5.15)$$

Ступінь окислення вуглецю ε_C під час спалювання природного газу в енергетичній установці за даними [45] становить 0,995.

Показник емісії вуглекислого газу

$$k_{\text{CO}_2} = \frac{44}{12} \cdot \frac{73,67}{100} \cdot \frac{10^6}{49,1} \cdot 0,995 = 54705 \text{ (г/ГДж)}.$$

Валовий викид

$$E_{\text{CO}_2} = 10^{-6} k_e Q_i^r B, \quad (5.16)$$

$$E_{\text{CO}_2} = (10^{-6} \cdot 54705 \cdot 49,1 \cdot 4,1435) \cdot 1000 = 11131 \text{ (кг)}.$$

Валовий викид ртуті

Валовий викид ртуті під час спалювання природного газу розраховується за даними таблиці Д.12 [40]

$$E_{\text{Hg}} = 10^{-6} k_{\text{Hg}} Q_i^r B, \quad (5.17)$$

$$E_{\text{Hg}} = (10^{-6} \cdot 0,0001 \cdot 49,1 \cdot 4,1435) \cdot 1000 = 0,00002034 \text{ (кг)}.$$

Валовий викид оксиду діазоту

Валовий викид оксиду діазоту N_2O при спалюванні природного газу розраховується за даними таблиці Е.3 [40]:

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = 10^{-6} k_{\text{N}_2\text{O}} Q_i^r B, \quad (5.18)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}} = (10^{-6} \cdot 0,1 \cdot 49,1 \cdot 4,1435) \cdot 1000 = 0,02034 \text{ (кг)}.$$

Валовий викид метану

Валовий викид метану CH_4 під час спалювання природного газу розраховується за даними таблиці Е.4 [40]

$$E_{\text{CH}_4} = 10^{-6} k_{\text{CH}_4} Q_i^r B, \quad (5.19)$$

$$E_{\text{CH}_4} = (10^{-6} \cdot 1,0 \cdot 49,1 \cdot 4,1435) = 0,2034 \text{ (кг)}.$$

Використовуючи методику [50], в роботі визначено зменшення викидів забруднювальних речовин внаслідок встановлення системи сонячних колекторів. На рисунку 4.1 наведено результати досліджень.

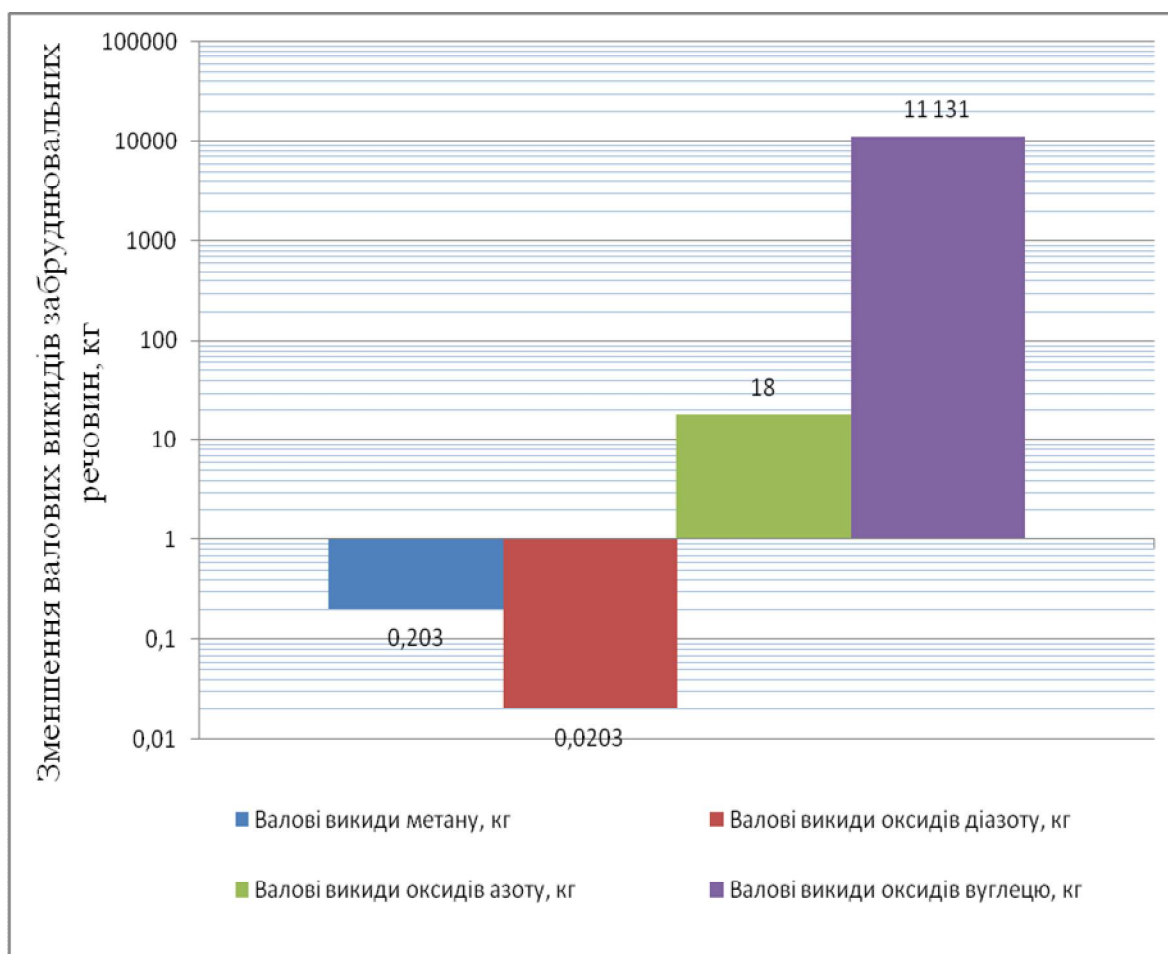


Рисунок 4.1 – Зменшення викидів забруднювальних речовин внаслідок встановлення системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні.

Як показали результати досліджень, зменшення викидів оксидів азоту становить 18 кг, викидів метану 0,203 кг, викидів оксидів діазоту 0,02 кг, вуглекислого газу – 11131 кг.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській роботі розроблені заходи з підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки тепло-технологічної системи за умов застосування сонячних колекторів.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює модернізацію інженерного обладнання об'єкта тепlopостачання, за ГОСТ 12.0.003-74 впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
 - рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
 - підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
 - недостатнє освітлення робочої зони;
 - недостатність природного освітлення;
 - небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
 - підвищений рівень шуму на робочому місці;
 - підвищений рівень вібрації;
 - підвищена та понижена вологість повітря;
 - підвищена рухливість повітря;
- психофізіологічні небезпечних та шкідливих виробничих фактори:
- фізичні перевантаження (динамічні);
 - нервово - психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при монтажі інженерного обладнання

Під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд будівлі (прокладання трубопроводів, монтаж сантехнічного, опалювального, вентиляційного та газового обладнання), за наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам цих Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема:

- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнані вентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням заходів безпеки під час виконання робіт у траншеях і колодязях;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежирення трубопроводів.

Заготівлю і припасування труб необхідно виконувати в заготівельних майстернях. Виконання цих робіт на риштуваннях, призначених для монтажу трубопроводів, забороняється.

Під час монтажу обладнання і трубопроводів вантажопідіймальними кранами необхідно керуватися вимогами ОП при виконанні вантажопідіймальних робіт.

На будівництві об'єктів із застосуванням вантажопідіймальних кранів, якщо до небезпечних зон переміщення вантажів кранами потрапляють транспортні або пішохідні шляхи, санітарно-побутові чи виробничі будівлі та споруди, інші місця постійного чи тимчасового перебування людей під час виконання будівельно-монтажних робіт, необхідно виконувати вимоги цих норм, ПОБ і ПВР щодо забезпечення безпеки працюючих, зокрема:

- застосовувати засоби штучного обмеження зони роботи баштових кранів;
- застосовувати захисні пристрої, захисні екрани тощо.

Проїзди, проходи на будівельних майданчиках, а також проходи до робочих місць і на робочих місцях не повинні мати вибоїн і утримуватись у чистоті та порядку, очищуватися від сміття, снігу, не захаращуватися матеріалами та виробами, а також бути не ковзкими.

Вимоги безпеки до облаштування і утримання будівельних майданчиків, виробничих ділянок і робочих місць.

Будівельні майданчики та виробничі ділянки повинні бути огорожені згідно з ГОСТ 23407.

Конструкція захисних огорож повинна задовольняти таким вимогам:

- огорожі, що прилягають до місць проходу людей за межами будівельного майданчика, повинні мати висоту не менше ніж 2,0 м і бути обладнані суцільним захисним козирком із несучою здатністю витримувати снігове навантаження, а також навантаження від падіння дрібних предметів; ці огорожі повинні бути без прорізів, крім воріт і хвірток, які охороняються протягом робочого часу і замикаються після закінчення робіт.

Робочі місця і проходи до них, розташовані на висоті більше ніж 1,3 м і на відстані менше ніж 2,0 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені захисними огорожами, конструкції яких визначаються в ПВР.

Огорожі слід доставити на об'єкт будівництва до початку виконання робіт та негайно установити після утворення зазначеного перепаду по висоті, а демонтувати безпосередньо перед улаштуванням проектних огорожувальних конструкцій.

Якщо неможливо установити огорожу, у випадках, визначених у ПВР, для виконання певних видів робіт (наприклад, верхолазні, монтаж конструкцій, обладнання, опалубки; мурування стін тощо) відповідно до ПВР їх необхідно виконувати із застосуванням запобіжних поясів, страхувальних канатів.

Проходи на робочих місцях і до робочих місць повинні відповідати таким вимогам:

- ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше ніж 0,6 м, а висота таких проходів у проясненні – не менше ніж 1,8 м;

- драбини або скоби, що передбачені для піднімання чи спускання працівників на робочі місця, які розташовані на висоті (глибині) більше ніж 5 м, необхідно обладнувати пристроями для закріплення фала запобіжного пояса (канатами з уловлювачами тощо), а також обладнані дуговою огорожею.

Прорізи у стінах за однобічного прилягання до них настилу (перекриття) повинні бути огорожені, якщо відстань від рівня настилу до низу прорізу менше ніж 0,7 м.

Входи до будівель (споруд), що споруджуються, на період будівництва слід захистити зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу до будинку (споруди) і довжиною – відповідно до розміру небезпечної зони.

У разі, коли розрахункова довжина козирка перевищує межі будівельного майданчика, необхідно використовувати суцільні або сітчасті захисні системи огороження робочих горизонтів, які запобігають падінню елементів конструкцій та інших предметів з висоти в небезпечну зону. Конструкції цих систем необхідно визначати в ПВР.

Біля в'їзду на будівельний майданчик необхідно встановити схему руху автотранспорту. Транспортні засоби та пішоходи повинні потрапляти на об'єкт будівництва і покидати його через різні проходи і проїзди, що призначені для транспортних засобів і пішоходів. Для доступу в основні робочі зони тимчасові автомобільні шляхи повинні бути обладнані пішохідними переходами з відповідними знаками.

Внутрішні автомобільні шляхи на будівельних майданчиках повинні відповідати вимогам ДБН А.3.1-5, бути обладнані відповідними дорожніми знаками, що регламентують порядок руху транспортних засобів і будівельних машин відповідно до Правил дорожнього руху України.

Швидкість руху автотранспорту поблизу місць виконання робіт не може перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год – на поворотах.

Ліквідацію недоліків, виявлених під час випробувань змонтованої системи і обладнання, необхідно виконувати на підставі розроблених і затверджених

замовником і генеральним підрядником разом із субпідрядними організаціями заходів щодо безпеки виконання цих робіт.

Встановлення і зняття перемичок (зв'язків) між змонтованим і діючим устаткуванням, а також підключення тимчасових установок до діючих систем (електричних, парових, технічних тощо) без письмового дозволу генерального підрядника і замовника не допускається.

Монтаж трубопроводів і повітроводів на естакадах необхідно виконувати з інвентарного риштування, обладнаного сходами для піднімання і спускання працівників. Піднімання і спускання конструкціями естакад не допускається.

Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення.

Опускати труби у закріплену траншею необхідно так, щоб не порушувати кріплення траншеї.

Не дозволяється скочувати труби в траншею за допомогою ломів і ваг, а також використовувати розпірки кріплення траншей як опори для труб.

У приміщеннях знежирення трубопроводів забороняється користуватися відкритим вогнем і допускати іскроутворення. Місце, де проводиться знежирення, необхідно відгородити і позначити знаками безпеки.

Електроустановки у зазначених приміщеннях повинні бути у пожежо-вибухобезпечному виконанні.

Приміщення, в яких проводиться знежирення, повинно бути обладнано припливно-витяжною вентиляцією. У разі виконання робіт на відкритому повітрі працівники повинні перебувати з навітряної сторони.

Працівники, зайняті на знежиренні трубопроводів, повинні бути забезпечені відповідними протигазами, спецодягом, рукавицями і гумовими рукавичками згідно з нормами безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1, ДСТУ ГОСТ 12.4.041.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

За неможливості зняття напруги роботи необхідно виконувати за нарядомдопуском, затвердженим у визначеному порядку (додаток Ж).

Під час продування труб стисненим повітрям забороняється перебувати в камерах і колодязях, де встановлено засувки, вентиля, крани тощо.

Під час продування трубопроводів необхідно встановлювати на кінцях труб щити для захисту очей від окалини та піску.

Персоналу забороняється перебувати проти чи поблизу кінців труб, що продуваються.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається.

Під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню.

Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

5.1.2 Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможливллювався пуск машин, механізмів і устаткування

сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Штепсельні розетки на номінальні струми до 20 А, призначені для живлення переносного електроустаткування і ручного електроінструменту, що застосовуються поза приміщеннями, повинні бути обладнані пристроями захисного відключення (ПЗВ) зі струмом спрацьовування не більше ніж 30 мА або кожна розетка повинна живитися від індивідуального розподільного трансформатора з напругою не більше ніж 25 В.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Штепсельні розетки й вилки, що застосовуються у мережах напругою до 25 В, повинні мати таку конструкцію, що унеможливило б вмикання у розетки вилки напругою більше ніж 25 В.

Струмівідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою запобіжників з каліброваними плавкими вставками або автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

Підготовка робочого місця і допуск до роботи персоналу, який працює за відрядженням, здійснюються завжди персоналом організації, що експлуатує електротехнічне устаткування.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [8] встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.
2. Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.
3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та приточна вентиляційні системи

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий Холодний	Середньої важкості	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
		17-23	До 75%	не більше 0,3

5.2.2 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення - освітленість приміщень світлом неба (прямого або

відображеного), яке проникає через світлові проїми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ϵ). КПО - відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО при природному та сумісному освітленнях.

Характеристика зорової роботи - роботи середньої точності;

Розряд - IV;

Підрозряд зорової роботи - а;

Контраст об'єкту розпізнавання – незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону – незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КЕО, %:

- природне 1,5;

- суміщене 0,9

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормовані значення КЕО для будинків визначаються за формулою:

$$e_n = e_n \cdot m, \quad (5.1)$$

$$e_n = 1,5 \cdot 0,75 = 1,2 (\%).$$

де e_n – значення КЕО для будинків;

m – коефіцієнт сонячності клімату - 0,75, вікна зорієнтовані на схід.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання.

Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Штучне освітлення, лк:

- загальне 75лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

Штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

5.2.3 Виробничий шум

Рівень звука вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L=20 \cdot \lg\left(\frac{P}{P_0}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{U}{U_0}\right), \quad (5.2)$$

де L – рівень шуму, дБ;

P – звуковий тиск, Па;

U_0 – коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 – нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні

шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні

Таблиця 5.2 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах середньгеометричними частотами, Гц								
	2	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.4 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу - За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються установка купажу води та лінія розливу води, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.3.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації
- приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

Таблиця 5.3 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		м·с ⁻²	ДБ	м·с ⁻² ·10 ⁻²	ДБ
За	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

5.2.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Перебування в незручній та/або фіксованій позі більше 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (на колінах, навпочіпки і т. ін.) більше 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи більше 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): більше 1500

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: більше 300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: більше 12

По вертикалі: більше 8

Інтелектуальні навантаження: Евристична (творча) діяльність, що вимагає вирішення складних завдань при відсутності алгоритму; особисте керівництво в складних ситуаціях

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступною комплексною оцінкою взаємопов'язаних параметрів. Комплексна оцінка всієї виробничої діяльності, Контроль та попередня робота з розподілу завдань іншим особам, Робота в умовах дефіциту часу та інформації з підвищеною відповідальністю за кінцевий результат

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) більше 75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи більше 300

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження більше 25

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) більше 4

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів менше 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) більше 25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість кінцевої продукції, роботи, завдання. Неправильні рішення можуть викликати пошкодження обладнання, зупинку технологічного процесу, можливу небезпеку для життя

Ступінь ризику для власного життя – Можливий

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Можливий

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) Більше 12

Змінність роботи Нерегулярна змінність з роботою в нічний час

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви відсутні

5.3 Розрахунок режиму роботи працівників в умовах радіаційного забруднення

5.3.1. Дія іонізуючих випромінювань на людей

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій,

хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

5.3.2. Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи в виробничому приміщенні в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку персоналу з використанням засобів захисту, що зменшує ураження людей і скорочує вимушену зупинку виробництва.

Можлива доза опромінення працівників об'єкта господарювання в заданих умовах при роботі у режимі 2 зміни по 12 год. складає

$$D_m = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{\text{пос}}}, \quad (5.2)$$

$$D_m = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{8} = 1,93 \text{ (мР)}.$$

де $t_{\text{п}}=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_{\text{к}}=1+12=13$ год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1.\text{max}}=2$ мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$K_{\text{пос}}=8$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{\text{гр}} = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_{\text{к}}^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п}}^3})}, \quad (5.3)$$

$$p_{\text{гр}} = \frac{1 \cdot 8}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3})} = 1,02 \text{ (мР/год)}.$$

Згідно проведеного розрахунку можлива доза опромінення персоналу $D_m > D_{\text{доп}} (1,93 > 1)$ та рівень радіоактивного забруднення $p_{1\text{max}} > p_{\text{гр}} (2 > 1,02)$ перевищують допустимі норми, тому робота працівників механообробного цеху в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності підприємства необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Для кожної зі скорочених змін необхідно визначити час початку робочої зміни ($t_{\text{п}}$), час кінця робочої зміни ($t_{\text{к}}$), тривалість роботи зміни ($t_{\text{р}}$) та можливу дозу опромінення зміни (D_m).

Час початку роботи першої зміни визначається за коефіцієнтом α :

$$\alpha = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}}, \quad (5.4)$$

$$\alpha = \frac{1 \cdot 8}{1,33 \cdot 2} = 3.$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_{\text{п1}}=1$ год.

Для 1-ї скороченої зміни: час початку роботи $t_{\text{п1}} = 1$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{\text{к1}} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.5)$$

$$t_{\text{к1}} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 6,36 \approx 6 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{\text{р1}} = t_{\text{к1}} - t_{\text{п1}} = 6 - 1 = 5$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{\text{м1}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{\text{к1}}^3} - \sqrt[4]{t_{\text{п1}}^3} \right)}{K_{\text{посл}}}, \quad (5.6)$$

$$D_{\text{м1}} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{6^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)}{8} = 0,95 \text{ (мР)}.$$

Для 2-ї зміни: час початку роботи $t_{п2} = t_{п1} + t_{р1} = 1 + 5 = 6$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{к2} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.7)$$

$$t_{к2} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{6^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 13,9 \approx 13,5 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{р2} = t_{к2} - t_{п2} = 13,5 - 6 = 7,5$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{м2} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{к2}^3} - \sqrt[4]{t_{п2}^3} \right)}{K_{\text{посл}}}, \quad (5.8)$$

$$D_{м2} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{13,5^3} - \sqrt[4]{6^3} \right)}{8} = 0,94 \text{ (мР)}.$$

Для 3-ї зміни: час початку роботи $t_{п3} = t_{п2} + t_{р2} = 6 + 7,5 = 13,5$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{к3} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{п3}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.9)$$

$$t_{к3} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{13,5^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 21,6 \approx 21,5 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{p3} = t_{k3} - t_{п3} = 21,5 - 13,5 = 8$ год, приймаємо $t_{p3} = 8$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{m3} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3} \right)}{K_{\text{посл}}}, \quad (5.10)$$

$$D_{m3} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{21,5^3} - \sqrt[4]{13,5^3} \right)}{8} = 0,98 \text{ (мР)}.$$

Для 4-ї зміни: час початку роботи $t_{п4} = t_{п3} + t_{p3} = 13,5 + 8 = 21,5$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{посл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.11)$$

$$t_{k4} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{21,5^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 31,2 \approx 31 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{p4} = t_{k4} - t_{п4} = 31 - 21,5 = 9,5$ год, приймаємо $t_{p4} = 9,5$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{m4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3} \right)}{K_{\text{посл}}}, \quad (5.12)$$

$$D_{m4} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{31^3} - \sqrt[4]{21,5^3} \right)}{8} = 0,98 \text{ (мР)}.$$

Для 5-ї зміни: час початку роботи $t_{п5} = t_{п4} + t_{р4} = 21,5 + 9,5 = 31$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{к5} = \left(\frac{D_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.13)$$

$$t_{к5} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{31^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 42,15 \approx 42 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{р5} = t_{к5} - t_{п5} = 42 - 31 = 11$ год, приймаємо $t_{р4} = 11$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{м5} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{к5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3} \right)}{K_{посл}}, \quad (5.14)$$

$$D_{м5} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{42^3} - \sqrt[4]{31^3} \right)}{8} = 0,975 \text{ (мР)}.$$

Для 6-ї зміни: час початку роботи $t_{п6} = t_{п5} + t_{р5} = 31 + 11 = 42$ (год).

Час закінчення роботи

$$t_{к5} = \left(\frac{D_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}}, \quad (5.15)$$

$$t_{к5} = \left(\frac{1 \cdot 8 + 1,33 \cdot 2 \cdot \sqrt[4]{42^3}}{1,33 \cdot 2} \right)^{\frac{4}{3}} = 54,8 \approx 54,5 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи $t_{p6} = t_{к6} - t_{п6} = 54,5 - 42 = 12,5$ год, приймаємо $t_{p6} = 12$ (год).

Можлива доза опромінення

$$D_{м6} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3} \right)}{K_{посл}}, \quad (5.16)$$

$$D_{м6} = \frac{1,33 \cdot 2 \cdot \left(\sqrt[4]{54^3} - \sqrt[4]{42^3} \right)}{8} = 0,945 \text{ (мР)}.$$

З метою забезпечення захисту працівників від впливу радіації у випадку радіаційного забруднення було проведено розрахунок режимів радіаційного захисту. За результатами проведеного розрахунку роботу підприємства в дві зміни по 12 год. можна буде розпочинати через 42 год. після радіоактивного забруднення.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі проведено аналітичний огляд літерної інформації за темою досліджень «Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплотехнологічної системи за умов застосування сонячних колекторів». Розглянуті перспективи застосування, принцип роботи, ціна і ефективність сонячних колекторів. Наведені переваги і недоліки сонячних колекторів і оцінені перспективи їх використання в Україні.

Отже, за умов дефіциту енергетичних ресурсів в Україні та погіршення екологічної ситуації, використання відновлюваних джерел енергії є однією із найбільш важливих задач. Серед великого різноманіття відновлюваних джерел енергії сонячна є однією із найбільш перспективних, оскільки це практично невичерпне і екологічне чисте джерело енергії.

Проведено розрахунок кількості колекторів та площі поверхні сонячних колекторів. За результатами розрахунків для місяця червня потрібна найменша кількість колекторів яка складає 44 шт, а найбільша кількість колекторів в вересні 75 шт. Отримані результати суттєво відрізняються. Для вересня необхідна площа поверхні сонячних колекторів складає 140 м². Найменші результати в обчисленні площі сонячних колекторів для червня 81,81 м².

В роботі проведено розробку системи підігріву басейну санаторію на базі сонячних колекторів для якого була розроблена система автоматичного контролю і регулювання температури прямої води, описана робота електричних схем імпульсної сигналізації і захисту. Були використані методи і засоби автоматики для перетворення неавтоматичних процесів в автоматичні.

Розроблено заходи по організації та технології монтажу основного обладнання на санаторії. Було проаналізовано методику для розрахунку та комплектування основних та допоміжних матеріалів, визначено склад і об'єм робіт, визначена трудомісткість виконання монтажних робіт, визначено склад бригад і підбір монтажних інструментів. Загальна вага всіх матеріалів складає

2231,26 кг. Також визначено трудомісткість виконання монтажних робіт і організація робочих місць та побутових приміщень.

В роботі складено кошторисну документацію – локальний кошторис на влаштування обладнання, який розрахований в цінах 2019 року на основі підібраних матеріалів та ресурсів. Для складання кошторису використано програму «АВК». Капіталовкладення в проект становлять $K = 35725$ тис. грн., а термін окупності 1 рік.

Проведено оцінку екологічної ефективності встановлення системи сонячних колекторів для підігріву води в басейні. Як показали дослідження, зменшення викидів NO_x становить 18 кг, викидів CH_4 – 0,203 кг, викидів N_2O – 0,02 кг, вуглекислого газу CO_2 – 11131 кг.

Розроблено заходи з охорони праці. Проведено розрахунок режиму роботи працівників в умовах радіаційного забруднення. За результатами проведеного розрахунку роботу підприємства в дві зміни по 12 год. можна буде розпочинати через 42 год. після радіоактивного забруднення. В результаті виявлені основні небезпечні та шкідливі фактори праці та їх вплив на організм працюючих.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Перспективи застосування сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nse.com.ua/ru/Категория-ru-ru/solar-heat.html>
2. Принцип роботи сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-solnechnh-kollektorov>
3. Ціна і ефективність сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ekonomteplo.com.ua/ru/sonyachni-kolektory/statti-pro-sonyachni-kolektory>
4. Недоліки сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ppu21.ru/section/211.html?mc=211>
5. Сонячні колектори для нагріву води в басейні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://solarled.com.ua/solnechnye-kollektory-ili-solnechnye-batarei.html>
6. Підбір сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dominant-wood.com.ua/ru/stati/295-solnechnyie-kollektory-dlya-nagreva-vodyi-vidyi-sposobyi-ustanovki-effektivnost-raboty>
7. Ефективність сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://solarsoul.net/effektivnost-solnechnogo-kollektora-na-praktike>
8. Порівняння сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://moluch.ru/archive/105/24932/>
9. Сонячні колектори [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://alterair.ua/articles/solnechnyy-kollektor-dlya-otopleniya-doma/>
10. Порівняння сонячних колекторів для нагріву в системі ГВП [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.sintsolar.com.ua/info/articles-ru/report-ru.html>
11. Сонячні колектори [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://derevodim.com.ua/ru/construction/articles/solnechnyie-kollektory-dlia-otopleniya?utm_source=google&utm_medium=src&utm_campaign=дереводім_будинки_пошук_ru_&utm_term=&gclid=eaiaiqobchmiw6eto9oo5giv2uwach1ghg6-eamyasaaegibrfd_bwe
12. Енергозбереження сончних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ppu21.ru/section/211.html?mc=211>

13. Принцип роботи сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://genport.ru/article/gelioenergetika-dlya-otopleniya-i-goryachego-vodosnabzheniya-princip-raboty-solnechnogo>
14. Альтернативні джерела опалення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://solarfox-energy.com.ua/ru/blog/>
15. Плоский сонячний колектор [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sibac.info/studconf/tech/1/70126>
16. Сонячні колектори [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://hotline.ua/dacha_sad/solnechnye-kollektorypoint-fotomoduli/?gclid=EAIaIQobChMIg7ant9Wo5gIVxbYYCh36bQ_eEAMYAyAAEgKmkfD_BwE
17. Типи сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ukrelektrik.com/publ/osnovnye_tipy_solnechnykh_kollektorov/1-1-0-1688
18. Сонячні колектори для нагріву води [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dominant-wood.com.ua/ru/stati/295-solnechnyie-kollektory-dlya-nagreva-vodyi-vidyi-sposobyi-ustanovki-effektivnost-raboty>
19. Принцип роботи сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://alt-energy.com.ua/category/136/>
20. Робота плоского сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://heliosun.com.ua/solar/rabota-ploskogo-solnechnogo-kollektora/>
21. Сонячні колектори [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/ru/geliosistemy/stati-sk-gs/>
22. Підбір сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://termoteh.in.ua/solnechnie-kollektora>
23. Ефективність сонячного колектора зимою [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://optonimpex.com/a189581-solnechnyj-kollektor-zimoj.html>
24. Принцип роботи сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vremya-stroiki.net/princip-raboty-solnechnogo-kollektora-kak-vybrat-dlya-doma/>

25. Перспективи застосування сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-solnechnh-kollektorov>
26. Сонячні колектори [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://sravni.ua/catc10623t2.html?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTszMjU2ODQ1MDs1Mjc3NTA0NTY4O3lhbmRleC5mcjpkW5hbWlj&yclid=7329325456354729510&utm_source=direct_sravniua_dsa&utm_medium=cpc&utm_term=5277504568&utm_content=0&utm_campaign=32568450
27. Робота сонячного колектора [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://house4u.com.ua/articles/solar_collector_2_0/part10.php
28. Принцип роботи сонячних колекторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://realsolar.ru/article/opyt-ekspluatacii/kak-rabotayut-geliokollektory/>
29. Центральна геофізична обсерваторія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.cgo.kiev.ua>
30. М. Д. Рабінович. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання / М. Д. Рабінович – Київ : КНУБА, 2004. – 24с
31. А. Н. Недбайло Использование солнечного коллектора для отопления помещения / Недбайло А.Н. / Промышленная теплотехника, 2010 – С. 66 – 70.
32. О. Буніна. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення ДСТУ-Н Б В.2.5-43: 201 О / О. Буніна; М. Рабінович – Київ, 2010. – 45с.
33. А. Н. Горин, А.В. Дорошенко Альтернативные холодильные системы и системы кондиционирования воздуха. Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 341 с.
34. Перлинов И. А. Сравнение методик расчета интенсивности солнечной радиации. Строительство и техногенная безопасность. Выпуск 40, 2011. – С. 167 – 171.
35. В. И. Гришко. Справочник по климату СССР, выпуск 10, часть 1 / В. И. Гришко, Л. И. Мисюра, Е. И. Ильиных, И. К. Грейвер, И. И. Суслина – Ленинград, 1966. – 139 с.

36. И. В. Староверов. Внутренние санитарно-технические устройства / И. В. Староверов, Ю. И. Шиллера – Москва, 1990. – 345с.

37. ДСТУ – НБВ. 2.5 – 43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. – Київ, Мінрегіонбуд України. – 45 с.

38. Лисенко Г. Л. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) для студентів всіх спеціальностей / Г. Л. Лисенко, А. Г. Буда, Р. Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 58 с.

39. Котельні установки (для застосування на території України). : СНиП II-35-76. [Чинний від 22-03-2006 р. № 74]. – М.: ГПИС Госстроя ССРСР, 1976. – 35 с.

40. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів: ДСТУ Б.А.2.4-3-95. – [Чинний від 1995 -04-06 № 65]. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 42 с.

41. Принципы построения схем автоматизации. [Электронный ресурс] // Автоматизация стадии проектирования – Режим доступа: www.comodity.ru/equipment/86.shtml/

42. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах: ДСТУ Б А.2.4-16:2008. - [Чинний від 2008 -06-27 № 271]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 14 с.

43. Куценко О. С. Синтез автоматизованих систем управління теплоенергетичними установками / О. С. Куценко, С. В. Конохов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006.

44. Липатников Г. А. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики: Учебное пособие / Г. А. Липатников, М. С. Гузеев. – Владивосток: 2007. – 137 с.

45. Автоматизація котельні. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ua.textreferat.com> – Назва з екрану.

46. Автоматизація. [Электронный ресурс] // Проект автоматизації системи опалення на базі парового котла. - Режим доступа: <http://www.ukrreferat.com>

47. Бужинський В. В. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектування з дисципліни “Автоматизація теплоенергетичних та теплотехнологічних установок” для студентів напряму підготовки 0905 – енергетика / В. В.Бужинський, М. М. Чепурний – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 26 с.

48. Монтаж средств измерений и автоматизации. Под ред. Ктеева А.С. М.: Энергоиздат, 1988, 488 с.

49. Боднар Л. А. Ефективність використання сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію / Л. А. Боднар, С. Л. Кирилюк // Електронне наукове видання матеріалів XLVIII Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019). Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7086>

50. Ткаченко С. Й. Екологічні аспекти виробництва енергії / С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 83 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри ТЕ

_____ С. Й. Ткаченко

16 листопада 2019 року

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ

СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

за спеціальністю 144 – теплоенергетика

08-11.МКР.005.00.00.000 ТЗ

Керівник бакалаврської роботи

_____ к.т.н., доц. Боднар Л. А.

15 листопада 2019 р.

Розробив студент гр. ТЕ–11

_____ Кирилюк С. Л.

15 листопада 2019 р.

1 Найменування та область застосування

Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплотехнологічної системи за умов застосування сонячних колекторів. Робота спрямована на збільшення автономності та підвищення енергоефективності сонячних колекторів для підігріву води в басейні санаторію.

2 Основа для виконання робіт

Основою для виконання робіт є індивідуальне завдання на магістерську кваліфікаційну роботу, вихідні дані з підприємства, наказ ректора ВНТУ про затвердження теми МКР №254 від 02.10.2019 р.

3 Джерела розробки

Основним джерелом розробки є параметри теплоносія в сонячних колекторах, а також нормативні дані по необхідних параметрах, наведених в інших теплоенергетичних джерелах:

3.1 М. Д. Рабінович. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання / М. Д. Рабінович – Київ : КНУБА, 2004. – 24с

3.2 А. Н. Недбайло Использование солнечного коллектора для отопления помещения / Недбайло А.Н. / Промышленная теплотехника, 2010 – С. 66 – 70.

3.3 Перлинов И. А. Сравнение методик расчета интенсивности солнечной радиации. Строительство и техногенная безопасность. Выпуск 40, 2011. – С. 167 – 171.

3.4 В. И. Гришко. Справочник по климату СССР, выпуск 10, часть 1 / В. И. Гришко, Л. И. Мисюра, Е. И. Ильиных, И. К. Грейвер, И. И. Суслина – Ленинград, 1966. – 139 с.

3.5 ДСТУ – НБВ. 2.5 – 43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. – Київ, Мінрегіонбуд України. – 45 с.

3.6 Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навч. посібн. / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.

3.7 Ткаченко С. Й. Екологічні аспекти виробництва енергії / С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 83 с.

3.8 Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії/ Г.Б. Варламов: Підручник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 232 с.

4 Мета та призначення розробки

Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки теплотехнологічної системи шляхом застосування сонячних колекторів для підігріву води в басейні санаторію.

5 Технічні вимоги

Створення умов по підвищенню енергоефективності роботи сонячних колекторів та зменшення витрати коштів на газове паливо.

6 Економічні показники

Проаналізувати декілька варіантів роботи сонячних колекторів на підставі техніко-економічних розрахунків вибрати оптимальний варіант.

7 Заходи з енергозбереження

7.1 Автоматичне регулювання та контроль і температури прямої води в системі підігріву басейну.

7.2 Встановлення додаткового теплотехнічного обладнання для накопичення та зберігання теплової енергії.

8 Вимоги до стандартизації та уніфікації

Деталі сонячних колекторів повинні бути по можливості стандартними та уніфікованими, щоб забезпечити можливість швидкого монтажу та можливість їх ремонту чи заміни.

9 Вимоги з надійності

На ефективність роботи обладнання сонячних колекторів впливають якість проекту і якість монтажу. Параметри показників надійності встановлюються у відповідних державних стандартах.

10 Стадії і етапи розробки

10.1 Аналітичний огляд літературної інформації.

10.2 Дослідження ефективності застосування сонячних колекторів в системі гарячого водопостачання санаторію.

10.3 Практична реалізація результатів досліджень.

10.4 Оцінка екологічної ефективності прийнятих рішень.

10.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

11 Порядок контролю і прийому розробки

Порядок контролю за виконанням розробки здійснює дипломний керівник відповідно встановленим термінам. Прийом розробки відбувається на попередньому і заключному етапах захисту за участю державної екзаменаційної комісії.

Додаток Б

Локальний кошторис на будівельні роботи

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 35,725 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,243 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 5,170 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,8 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 .11" 2019 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E16-7-1	Прокладання трубопроводів водопостачання зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб діаметром 15 мм	100м	0,5428	<u>7421,49</u> 1152,93	<u>117,50</u> 29,90	4028	626	<u>64</u> 16	<u>55,27</u> 1,7283	<u>30</u> 0,94
2	E16-15-1	Установлення засувок на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	15	<u>525,00</u> 49,12	<u>11,65</u> 2,61	7875	737	<u>175</u> 39	<u>2,41</u> 0,1561	<u>36,15</u> 2,34
3	E17-7-1	Установлення баків акумуляторних ТА2.4000	10шт	0,3	<u>8421,09</u> 4217,19	<u>773,59</u> 234,28	2526	1265	<u>232</u> 70	<u>219,76</u> 13,322	<u>65,93</u> 4
4	E18-10-1	Установлення баків розширювальних REFLEX N 200	шт	1	<u>1482,64</u> 119,83	<u>16,26</u> 4,96	1483	120	<u>16</u> 5	<u>5,95</u> 0,2836	<u>5,95</u> 0,28

5	E18-13-1	Установлення насосної станції Solar-Divicon	шт	1	$\frac{6124,26}{429,38}$	$\frac{33,37}{8,71}$	6124	429	$\frac{33}{9}$	$\frac{21,32}{0,5002}$	$\frac{21,32}{0,5}$
---	----------	---	----	---	--------------------------	----------------------	------	-----	----------------	------------------------	---------------------

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	0,5428	<u>222,55</u> 207,31	<u>4,28</u> 0,24	121	113	<u>2</u> -	<u>8,22</u> 0,015	<u>4,46</u> 0,01	
7	E26-1-1	Ізоляція трубопроводів діаметром 25 мм конструкціями теплоізоляційними комплектними на основі циліндрів мінераловатних на синтетичному зв'язуючому, товщина ізоляційного шару 40 мм	10м	5,428	<u>1899,43</u> 196,08	<u>11,41</u> 3,55	10310	1064	<u>62</u> 19	<u>9,12</u> 0,2128	<u>49,5</u> 1,16	
Разом прямі витрати по кошторису							32467	4354	<u>584</u> 158		<u>213,31</u> 9,23	
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							32467					

Всього по кошторису							35725					
Кошторисна трудоємність, люд.год.							243					
Кошторисна заробітна плата, грн.							5170					

Склав _____

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]