

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. І. СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ
КАФЕДРА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Кудря С.О.
“ ” _____ 2017 р.

Дипломний проект
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
(назва ОКР)

зі спеціальності 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»
(код та назва напрямку підготовки)

за темою: «Розрахунок геліоколектора для гарячого водопостачання
адмінбудівлі в Києві»

Виконала: студентка 4 курсу, групи ЕД-31

Литвинчук Альона Юріївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник проекту: канд. техн. наук, доцент, Суржик Т.В.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент: канд. тех. наук Бондаренко Д.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2017

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра відновлюваних джерел енергії

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ВДЕ

_____ Кудря С. О.

«__» _____ 201_ р.

Завдання

на дипломний проект студенту

Литвинчук Альоні Юріївні

1. Тема проекту «Розрахунок геліоколектора для гарячого водопостачання адмінбудівлі в Києві»

керівник проекту кандидат технічних наук, доцент, Суржик Т.В.,
затверджені наказом по університету від «17»квітня 2017 р. № 1363-С

2. Термін подання студентом проекту «15» червня 2017 р.

3. Вихідні дані до проекту

Адміністративна будівля (універмаг), що знаходиться в м. Києві
необхідно забезпечити цілорічним гарячим водопостачанням. В універмазі
працює 220 чоловік.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити):

а) сонячна енергія та її використання; б) розрахунок системи гарячого
водопостачання; в) розрахунок та вибір основного обладнання; г) охорона
праці; д) оцінка техніко-економічної доцільності системи.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Принципова схема системи гарячого водопостачання;
2. План розміщення та система кріплень сонячних колекторів;
3. План розміщення основного обладнання ГВП в бойлерній.

Поперечний переріз бака-акумулятора;

4. Техніко-економічні показники геліосистеми;
5. Плакат (назва роботи).
6. Дата видачі завдання «20» грудня 2016 р.

| № з/п | Назва етапів виконання дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1 | Сонячна енергія та її використання | | |
| 2 | Розрахунок системи гарячого водопостачання | | |
| 3 | Розрахунок виробітку енергії системою | | |
| 5 | Розробка схеми ГВП | | |
| 6 | Вибір обладнання | | |
| 7 | Розрахунок техніко-економічної ефективності геліосистеми | | |
| 8 | Робота над графічною частиною | | |
| 9 | Оформлення проекту та підготовка до здачі | | |

Студент _____

Литвинчук А.Ю.

Керівник проекту _____

Суржик Т.В.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

за темою: «Розрахунок геліоколектора для гарячого водопостачання
адмінбудівлі в Києві»

Анотація

Метою даної роботи є розрахунок системи гарячого водопостачання універмагу від сонячних теплових колекторів.

В першому розділі розглянуто способи використання сонячної енергії та розповідається про стан розвитку її в Україні

В другому розділі розраховано сонячну радіацію, кількість сонячних колекторів, визначено кількість необхідної та виробленої енергії системою за кожен місяць.

В третьому розділі було розраховано та вибрано основне обладнання системи гарячого водопостачання.

В четвертому розділі – розглянуто охорону праці.

В п'ятому розділі була проведена оцінка техніко-економічної ефективності геліосистеми та термін її окупності.

Annotation

The aim of this work is to calculate hot-water system supply for department store using solar thermal collectors.

In the first section examines the methods of using solar energy and tell about state of it development in Ukraine.

In the second section designed solar radiation calculated amount of solar collectors, determined the amount required and the energy produced by the system each month.

In the third section was designed and selected basic equipment.

In the fourth chapter - labor protection.

In the fifth section was evaluated technical and economic efficiency and payback time.

Зміст

| | |
|--|----|
| Анотація | 5 |
| ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ..... | 8 |
| ВСТУП..... | 9 |
| РОЗДІЛ 1 СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ | 10 |
| 1.1 Способи використання сонячної енергії..... | 11 |
| 1.2 Сонячна радіація в Україні | 13 |
| 1.3 Особливості використання сонячної енергії..... | 16 |
| РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ.. | 20 |
| 2.1 Вихідні дані | 21 |
| 2.2 Розрахунок надходження сонячної радіації..... | 21 |
| 2.3 Розрахунок споживаної та необхідної енергії..... | 24 |
| РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ..... | 27 |
| 3.1 Система гарячого водопостачання..... | 28 |
| 3.2 Харатеристики сонячного колектора | 30 |
| 3.3 Розрахунок та вибір бака-акумулятора..... | 31 |
| 3.4 Розрахунок та вибір циркуляційного насосу | 33 |
| 3.5 Розрахунок та вибір бака-розширювача | 35 |
| 3.6 Контролер Tech ST 402N..... | 36 |
| РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ | 38 |
| 4.1 Введення..... | 39 |
| 4.2 Умови праці на виробництві..... | 42 |
| 4.3 Електричний струм | 45 |
| 4.4 Взаємодія людини з колом електричного струму | 46 |
| 4.5 Пожежна безпека..... | 49 |
| 4.5 Оцінка впливу системи на навколишнє середовище та здоров'я людини..... | 55 |

| | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | | | | |
| Розробив | | Литвинчук А. | | | ЗМІСТ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Суржик Т.В. | | | | | 6 | 2 |
| Реценз. | | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| Н. Контр. | | Головко В.М. | | | | | | |
| Затвер. | | Кудря С.О. | | | | | | |

РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ

| | |
|--|----|
| СИСТЕМИ..... | 56 |
| 5.1 Специфікація | 57 |
| 5.2 Окупність системи та її доцільність..... | 58 |
| ВИСНОВКИ..... | 59 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ..... | 60 |

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

Перелік скорочень та умовних позначень

- S – кут нахилу колектора;
 φ – широта місцевості;
 $t_{гв}$ – температура гарячої води;
 I_b – пряма сонячна радіація;
 I_d – розсіяна сонячна радіація;
 I – сумарна сонячна радіація;
 ρ – відбиваюча здатність землі та навколишніх об'єктів;
 δ – кутове положення Сонця опівдні відносно площини екватора;
 R_b – коефіцієнт перерахунку приходу сонячної випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу;
 θ – кут між напрямком прямої сонячної радіації та нормаллю до сприймаючої поверхні;
 γ – азимутальний кут площини;
 ω – часовий кут;
 I_t – сумарна сонячна радіація на похилу поверхню;
 Q_n – необхідна кількість теплоти для нагріву води;
 S_n – необхідна площа СК;
 η – коефіцієнт корисної дії;
СК – сонячний колектор;
 $n_{ск}$ – необхідна кількість сонячних теплоприймачів;
 S_1 – площа поглинаючої поверхні одного СК;
 Q_0 – кількість теплоти, що можна отримати від геліоустановки.

| | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|------------|----------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | ПЕРЕЛІК УМОВНИХ | | |
| Розробив | | Литвинчук А. | | | Лім. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Суржик Т.В. | | | | 8 | 1 |
| Реценз. | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| Н. Контр. | | Головко В.М. | | | СКОРОЧЕНЬ | | |
| Затвер. | | Кудря С.О. | | | | | |

Вступ

На сьогодні світ виснажив ресурси викопних видів палив, тому ціни на них постійно зростають. Викопні палива мають негативний вплив на навколишнє середовище, так як вони забруднюють повітря, ґрунти та воду. Через це велика частина світу почала звертатися до альтернативних джерел енергії таких як сонце, вітер, біопалива. Такі дії допоможуть значно зменшити використання природного газу та нафти, а також зменшити відсоток забруднення нашої планети.

Використовуючи поновлювані джерела енергії, можна екологічно жити енергією будь-які населені пункти, або ж жити окремі будівлі, що дозволить відмовитись від центральних мереж електро- та теплопостачання. Це дозволить зекономити на комунальних виплатах.

Зараз сонячна енергетика набула найбільшого поширення по всьому світі. Завдяки їй, можна не тільки жити будинки електроенергією, але й опалювати будинки та нагрівати воду для власних потреб. Ця галузь допоможе зменшити потребу у використанні викопних горючих копалин.

Україна за останні декілька років значно збільшила площі сонячних електростанцій в більшості областях, таких як Вінницька, Київська, Хмельницька, Полтавська Львівська тощо. Хоча потужності ще не дуже великі, але з кожним роком площі цих станцій разом з потужністю постійно зростають. Це каже про те, що Україна теж розвивається в галузі відновлюваних джерел енергії.

В даному дипломному проекті буде представлено альтернативний спосіб отримання гарячого водопостачання від геліоколекторної установки, для універмагу.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|---------------|------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | ВСТУП | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розробив</i> | | <i>Литвинчук А.</i> | | | | | | |
| <i>Керівник</i> | | <i>Суржик Т.В.</i> | | | | | 9 | 1 |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Головко В.М.</i> | | | | | | |
| <i>Затвер.</i> | | <i>Кудря С.О.</i> | | | | | | |

РОЗДІЛ 1
СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

| | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------|--|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | РОЗДІЛ 1 СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ ТА ІІ ВИКОРИСТАННЯ | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розробив</i> | <i>Литвинчук А.</i> | | | | | | 10 | 9 |
| <i>Керівник</i> | <i>Суржик Т.В.</i> | | | | | | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Головко В.М.</i> | | | | | | | |
| <i>Затвер.</i> | <i>Кудря С.О.</i> | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |

1.1 Способи використання сонячної енергії

Сонце – одне з відновлюваних джерел енергії. Сьогодні альтернативні джерела енергії використовуються в потребах аграрної промисловості та в побутових цілях.

Використання сонячної енергії відіграє важливу роль в житті кожної людини. Щогодини сонячне проміння потрапляє на поверхню Землі, що і нагріває її поверхню. Завдяки цьому по всій планеті виникають течії, вітрові потоки, нагріваються води, що і являється основою життя тут.

Щорічно використання сонячної енергії стає все більш популярним. Все починалось з елементарного використання сонячного випромінювання для нагріву води дачних будиночків, а зараз масштабно використовується для електропостачання, опалення та гарячого водопостачання будь-яких будівель та промислових цехів.

Сонячна енергія використовується в таких сферах як:

- сільське господарство (електрообладнання фермерських будівель та опалення парників);
- електрозабезпечення навчальних та медичних закладів;
- авіація та космічне обладнання;
- освітлення міських вулиць, паркових зон тощо;
- опалення, гаряче водопостачання та забезпечення електрикою житлових будинків;
- для побутових потреб. [1]

Щоб досягнути прогресу в галузі відновлюваної енергетики, такі країни як Японія, США та деякі країни ЄС вкладають великі кошти у науково-технічні дослідження. Це значно підвищує швидкість розвитку відновлюваної енергетики. Прогнозується, що відсоток постачання електроенергії від ВДЕ зросте майже до 30 %, а потреба в нафті спаде до 50%. [2]

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

Широке освоєння відновлюваних джерел дозволить значно зменшити рівень споживання традиційних видів палив. Це значить, що зменшиться виснаження ресурсів планети, знизиться відсоток викидів шкідливих речовин в атмосферу, гідросферу та літосферу. Тобто в світі вже винайшли екологічно безпечну енергетичну галузь, залишається тільки розвивати її та поширювати у всіх точках земної поверхні.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

1.2 Сонячна інсоляція в Україні

Щосекунди з сонячної поверхні виділяється приблизно $1,02 \cdot 10^{20}$ кВт·год енергії або $1,25 \cdot 10^{16}$ т у.п. До Землі приходить тільки частка від цієї енергії – близько 10^{18} кВт·год щороку, що чи не в 10000 разів перевищує енергетичне споживання світу і майже в 100 разів перевершує енергію всіх відомих покладів викопних палив планети. В космосі густина сонячного випромінювання близька до значення $1,35$ кВт/м². [3]

Максимальне сонячне випромінення, що надходить до земної поверхні складає не більше 1 кВт/м² і то, триває воно декілька годин в літні дні, а в зимові цей показник набагато менший. В середньому сонячна інсоляція на Землі приблизно дорівнює 250 Вт/м². Такі значення потужності сонячного випромінювання показують те, що до земної поверхні надходить тільки половина від повної кількості сонячної радіації. Все через те, що вона проходить через атмосферні шари (близько 23%), а все інше – це пряме сонячне випромінення (27%).

Коли створюють та вводять в експлуатацію сонячне обладнання враховують сумарні дані сонячного випромінювання, а також його складових, що залежать від періодичності та змінності його приходу через кліматичні умови.

На рисунку 1.1 показано прихід сонячної інсоляції, що надходять до земної поверхні протягом року на 1 м² горизонтальної поверхні в деяких регіонах України.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |



Рисунок 1.1 – Енергія сонячного випромінювання, яке сягає земної поверхні в містах України

Україна поділяється на чотири зони по ступеню густини сонячної радіації, що показані нижче на рисунку 1.2. [4]



Рисунок 1.2 – інтенсивність сонячної інсоляції в Україні

Перша та друга зони, в яких знаходяться південні області держави є найбільш сприятливими для використання сонячних енергетичних установок, в той час як більша частина України – це третя та четверта зони, які навпаки є найменш сприятливими.

Більша частина радіації Сонця, що надходить на територію України – це розсіяне світло (приблизно 60% від сумарного приходу сонячного випромінення). Для того щоб перетворити більшу частину сонячної енергії, необхідно використовувати покриття, що добре поглинають сонячне випромінення, тобто високоселективні.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 15 |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.3 Особливості використання сонячної енергії

Пасивні системи – один із найпримітивніших методів використання сонячної енергії. Наприклад, такою системою може бути звичана бочка, що пофарбована в темні кольори, для води. Темна поверхня поглинає сонячне випромінювання, тим самим перетворюючи його в тепло, що й нагріває воду всередині.

Але прогрес не стоїть на місці, і є більш масштабні методи використання цієї системи. На сьогодні вже існують технології, які враховують кліматичні умови даної місцевості та особливості будівельних матеріалів, для проектування будинків, так як це дає можливість використовувати більше сонячної енергії для опалення чи охолодження, а також для освітлення. Таким чином, з конкретно такою конструкцією, сама будівля буде працювати як колектор, що поповнюється сонячною енергією.

Таким чином, сучасні конструкції враховують положення на географічній карті. Тобто, наприклад в будинках, що розташовані в південних регіонах, більшість вікон розташовують на півночі, для того, щоб зменшити прихід сонячного світла з вікон, а в північних регіонах, навпаки, основна маса вікон розташована на півдні, для більшого приходу сонячних променів та тепла. Основою проектування таких будинків є орієнтація вікон і їх географічного розташування, теплоізоляція та теплове навантаження.

Такі конструкції є екологічно чистими, незалежні в енергетичному плані і достатньо комфортні. Тепло в таких будинках зберігається завдяки спеціальним теплоізолюючим матеріалам, якими обшиті стіни, підлога та стеля. Вперше такий будинок був винайдений в США наприкінці 50-х років ХХ століття. На короткий період він набрав популярності серед жителів країни, але стрімке зниження цін на нафту значно скоротило інтерес. Але зараз через глобальні екологічні проблеми, людство знову починає звертатися до екологічних проектів, тому і можна спостерігати зростання інтересу до відновлюваних джерел енергії.

| | | | | | | |
|--------------|------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Змін.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 16 |

Активні системи. Основою використання таких систем є використання сонячних колекторів. Колектор – це пристрій, котрий поглинає енергію сонячного випромінювання та перетворює її в теплову, і передає її через теплоносій для обігріву будівель, або для нагрівання води. Такі системи можна застосовувати будь-де, де потрібне тепло, наприклад фермерські угіддя, в промисловості, чи в побутових потребах. Види колекторів:

- повітряний колектор – один из найпростіших сонячних колекторів. Має не складну конструкцію, що нагадує тепличний ефект. Основним елементом є теплоізолююча пластинка, яка може бути виконана з будь-якого матеріалу, яка добре проводить теплову енергію. Головне, щоб пластина мала темний колір поверхні, для кращого поглинаючого ефекту. Проходячи через прозоре покриття, сонячне проміння нагріває пластину, а потім потоком теплого повітря передається в приміщення. Для кращої конвекції повітря в системі використовують вентилятори.

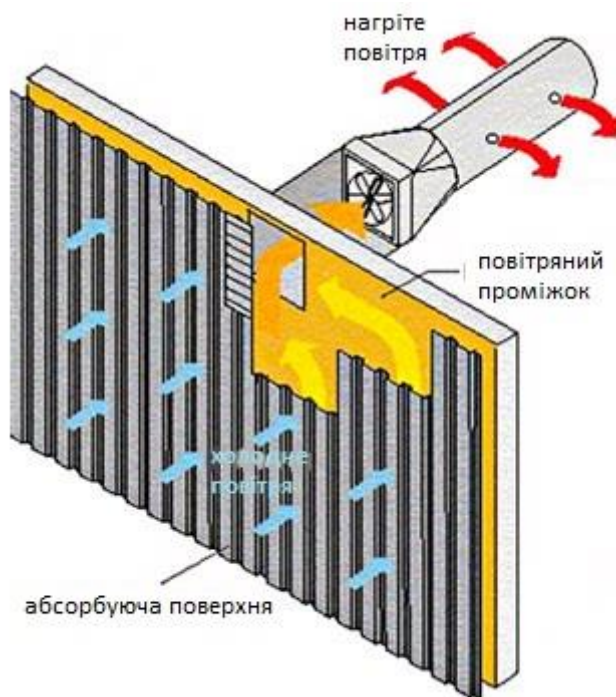


Рисунок 1.3 – Приклад повітряного колектора

- плоский колектор – має елемент, що поглинає сонячне випромінювання, скляне покриття, трубопровід та термоізолюючий шар. Прозоре

покриття слугує захистом корпусу від різних кліматичних негараздів. В середині корпусу колектора абсорбуюча панель, що з'єднана з теплоносієм, який циркулює по трубкам. Трубопровід може мати різні форми, наприклад у формі решітки, або у вигляді змієвика. Теплоносій рухається від входу до виходу з колектора, поступово нагріваючись. Панель абсорбера виготовляють з металів, які добре проводять теплову енергію, наприклад мідь або алюміній.

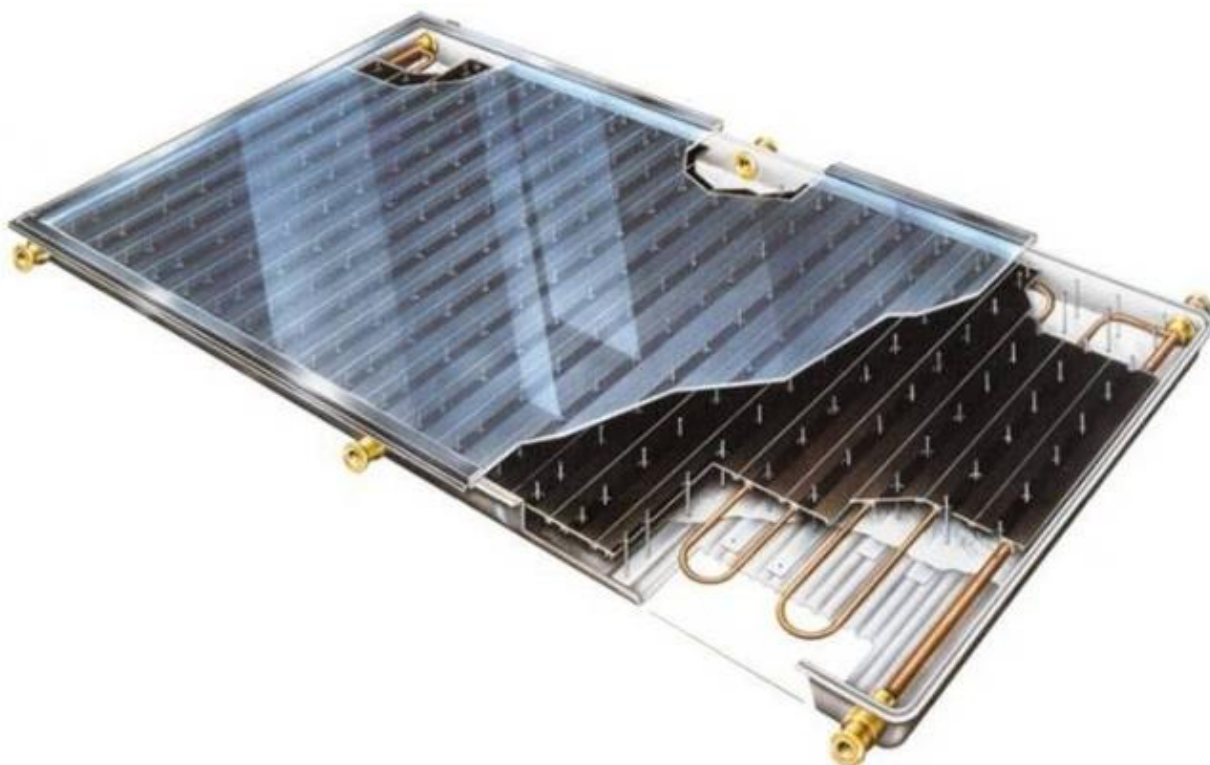


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд плоского колектора

- вакуумні колектори. Основною частиною таких колекторів є вакуумні трубки, кожна з яких складається з двох скляних трубок, так, що внутрішня покрита високоселективним покриттям з мінімальним відбиттям променів. Між трубками постійно підтримується вакуум. Такі колектори складаються з декількох трубок і передає тепло в спеціальний накопичуючий резервуар через теплоносій.

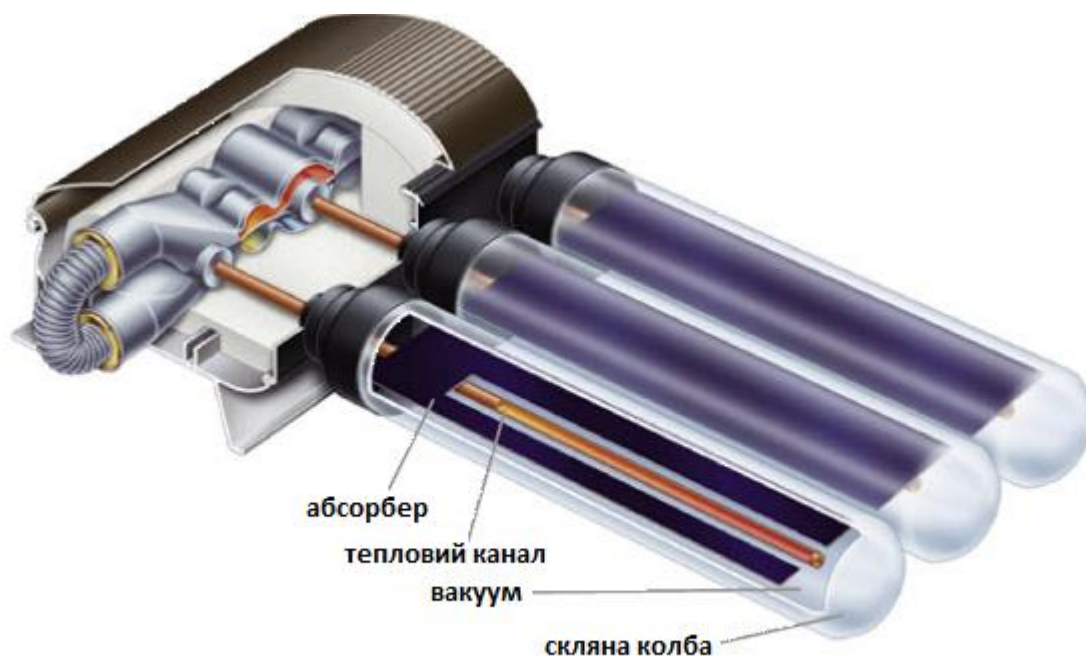


Рисунок 1.5 – Загальний вигляд вакуумного колектора

Сонячна батарея – це комплекс модулів, що поглинає і перетворює сонячну енергію в електричну. Вперше сонячні батареї почали використовувати на космічних супутниках. [5]



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд сонячної панелі

РОЗДІЛ 2
РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

| | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|------------|--|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ | Лім. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | | Литвинчук А. | | | | | 20 | 6 |
| Керівник | | Суржик Т.В. | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | Головко В.М. | | | | | | |
| Затвер. | | Кудря С.О. | | | | | | |

2.1 Вихідні дані

Адміністративна будівля (універмаг), що розташована в м. Києві потрібно забезпечити гарячим водопостачанням протягом року, тобто з січня по грудень включно. В будівлі працює 220 осіб щоденно, тому система завантажна повністю.

Холодне водопостачання здійснюється з центрального водоканалу.

Згідно ДБН В 2.5-64:2012 температура гарячої води в адміністративній будівлі має складати $t_{26} = 45^{\circ}\text{C}$ (температура для санітарно-гігієнічних потреб $40-60^{\circ}$), а норма споживання гарячої води на одного працівника – 6 л/добу. [7]

2.2 Розрахунок надходження сонячної радіації

Приклад розрахунків буде проведений для 15 вересня (258 день року). [8]

Кліматичні дані для географічної широти міста Києва в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Прихід сонячної інсоляції за добу для міста Києва

| Місяць | $I_b, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | $I_d, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | $I, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | $\rho, \%$ |
|----------|---|---|---|------------|
| січень | 0,41 | 0,66 | 1,07 | 61 |
| лютий | 0,84 | 1,03 | 1,87 | 60 |
| березень | 1,36 | 1,59 | 2,95 | 35 |
| квітень | 1,85 | 2,11 | 3,96 | 17 |
| травень | 2,73 | 2,52 | 5,25 | 19 |
| червень | 2,77 | 2,64 | 5,41 | 20 |
| липень | 2,64 | 2,61 | 5,25 | 22 |
| серпень | 2,43 | 2,24 | 4,67 | 21 |
| вересень | 1,48 | 1,64 | 3,12 | 20 |
| жовтень | 0,87 | 1,07 | 1,94 | 17 |
| листопад | 0,36 | 0,66 | 1,02 | 16 |
| грудень | 0,31 | 0,55 | 0,86 | 61 |

2.2.1 Розрахунок схилення Сонця, δ – кутове положення Сонця опівдні відносно площини екватора:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284 + n)}{365}\right) = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284 + 258)}{365}\right) = 2,217^\circ$$

2.2.2 Розрахуємо R_b – коефіцієнт перерахунку приходу сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу:

$$R_b = \frac{\cos \theta_{\text{пох}}}{\cos \theta_{\text{гор}}}$$

де $\theta_{\text{пох}}$, $\theta_{\text{гор}}$ – кут між напрямком прямої сонячної радіації та нормаллю до сприймаючої поверхні, відповідно похилої та горизонтальної.

Кут визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \sin \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos S - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos S \times \\ & \times \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin S \cdot \sin \gamma \times \\ & \times \sin \omega \end{aligned}$$

де S – кут встановлення сонячного колектора; γ – азимутальний кут площини (відхилення нормалі до площини від місцевого меридіану); ω – часовий кут; $\varphi = 50,75^\circ$ (для міста Києва); $\delta = 2,217^\circ$ (для 15 вересня), $S=50^\circ$, $\gamma = 0^\circ$, $\omega = 0^\circ$. Кут між напрямком прямої сонячної радіації та нормаллю до сприймаючої поверхні колектора, що розташована під нахилом:

$$\begin{aligned} \cos \theta_{\text{пох}} = & \sin \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos S - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \cos \varphi \times \\ & \times \cos S \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin S \\ & \times \sin \gamma \cdot \sin \omega = \\ = & \sin 2,217^\circ \cdot \sin 50,75^\circ \cdot \cos 50^\circ - \sin 2,217^\circ \cdot \cos 50,75^\circ \times \\ & \times \sin 50^\circ \cdot \cos 0^\circ + \cos 2,217^\circ \cdot \cos 50,75^\circ \cdot \cos 50^\circ \cdot \cos 0^\circ \\ & + \cos 2,217^\circ \cdot \sin 50,75^\circ \cdot \sin 50^\circ \cdot \cos 0^\circ \cdot \cos 0^\circ + \cos 2,217^\circ \\ & \times \sin 50^\circ \cdot \sin 0^\circ \cdot \sin 0^\circ = 1 \end{aligned}$$

Кут між напрямком прямої сонячної радіації та нормаллю до сприймаючої поверхні колектора, що розташована горизонтально:

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

$$\begin{aligned}
\cos \theta_{\text{гор}} &= \sin \delta \cdot \sin \varphi \cdot \cos S - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \cos \varphi \times \\
&\times \cos S \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin S \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin S \\
&\times \sin \gamma \cdot \sin \omega = \\
&= \sin 2,217^\circ \cdot \sin 50,75^\circ \cdot \cos 0^\circ - \sin 2,217^\circ \cdot \cos 50,75^\circ \times \times \sin 0^\circ \\
&\cdot \cos 0^\circ + \cos 2,217^\circ \cdot \cos 50,75^\circ \cdot \cos 0^\circ \cdot \cos 0^\circ + \cos 2,217^\circ \\
&\cdot \sin 50,75^\circ \cdot \sin 0^\circ \cdot \cos 0^\circ \cdot \cos 0^\circ + \cos 2,217^\circ \times \sin 0^\circ \cdot \sin 0^\circ \\
&\cdot \sin 0^\circ = 0,662
\end{aligned}$$

Коефіцієнт перерахунку приходу прямого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу:

$$R_b = \frac{\cos \theta_{\text{пох}}}{\cos \theta_{\text{гор}}} = \frac{1}{0,662} = 1,51$$

2.2.3 Розрахуємо коефіцієнт перерахунку приходу розсіяного сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу:

$$R_d = \frac{1 + \cos S}{2} = \frac{1 + \cos 50^\circ}{2} = 0,821$$

2.2.4 Розрахуємо коефіцієнт перерахунку приходу відбитого сонячного випромінювання з горизонтальної поверхні на похилу:

$$R_r = \frac{1 - \cos S}{2} = \frac{1 - \cos 50^\circ}{2} = 0,179$$

2.2.5 Перерахунок сумарної денної сонячної радіації на похилу поверхню:

$$\begin{aligned}
I_t &= I_b \cdot R_b + I_d \cdot R_d + I \cdot R_r \cdot \rho = \\
&= 1,48 \cdot 1,51 + 1,64 \cdot 0,821 + 3,12 \cdot 0,179 \cdot 0,2 = \\
&= 3,693 \left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{добу}} \right)
\end{aligned}$$

де ρ – відбиваюча здатність землі та навколишніх предметів.

2.2.6 Аналогічно розраховується сумарна денна радіація на похилу поверхню для кожного місяця. Результати вказані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Перерахована сумарна денна радіація на похилу поверхню

| місяць | $I_t, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | місяць | $I_t, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | місяць | $I_t, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ | місяць | $I_t, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{добу}}$ |
|----------|---|---------|---|----------|---|----------|---|
| січень | 1,89 | квітень | 4,29 | липень | 5,19 | жовтень | 2,67 |
| лютий | 2,93 | травень | 5,31 | серпень | 4,98 | листопад | 1,56 |
| березень | 3,78 | червень | 5,24 | вересень | 3,69 | грудень | 1,58 |

Колектори встановлюються на даху будівлі під кутом 50° , тому що кути нахилу колекторів визначають періодом роботи і для південної орієнтації становлять:

- для цілорічних $S = \varphi$ (де φ – широта місцевості);
- для літніх $S = \varphi - 15^\circ$;
- для зимового періоду $S = \varphi + 15^\circ$. [6]

2.3 Розрахунок споживаної та необхідної енергії

2.3.1 Розрахуємо необхідну кількість теплоти для нагріву даної кількості води до потрібної температури:

$$Q_H = \frac{c_p}{3600} \cdot m \cdot n \cdot (t_{hw} - t_{cw}) = \frac{4,2}{3600} \cdot 6 \cdot 220 \cdot (45^\circ - 10^\circ) =$$

$$= 53,9 \left(\frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{добу}} \right)$$

де Q_H – необхідна кількість теплоти для нагріву води, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{добу}}$.

2.3.2 Визначаємо необхідну площу поглинаючої поверхні СК.

Оскільки в наша система з дублером, то згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010, Q_H будемо розраховувати по місяцю з середнім приходом радіації, в даному випадку це вересень. [9]

$$S_H = \frac{Q_H}{I_t \cdot \eta} = \frac{53,9}{3,69 \cdot 0,808} = 20,186 \text{ (м}^2\text{)}$$

де η – коефіцієнт корисної дії СК.

Необхідна кількість сонячних теплоприймачів $n_{\text{СК}}$:

$$n_{\text{СК}} = \frac{S_{\text{н}}}{S_1} = \frac{20,186}{1,836} = 10,994$$

де S_1 – площа поглинаючої поверхні одного СК, м².

Примаємо кількість сонячних колекторів ріним 11.

Кількість теплоти, що можна отримати від геліосистеми:

$$Q_o = I \cdot \eta \cdot S_1 \cdot n_{\text{СК}}$$

Для вересня кількість отриманої енергії за добу становить:

$$Q_o = 3,12 \cdot 0,808 \cdot 1,836 \cdot 11 = 50,913 \left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{добу}} \right)$$

Аналогічний розрахунок і для інших місяців. Так як температура холодної води відрізняється від сезону, то і необхідна кількість енергії теж буде відрізнятись. Температура холодної води для зимового сезону – 5°C; для весняно-осіннього – 10°C; для літнього сезону – 15°C. Результати приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Споживана та вироблена енергія за місяць

| Місяць | Споживання, кВт·год/міс | Виробіток, кВт·год/міс |
|----------|-------------------------|------------------------|
| Січень | 1910 | 541,3 |
| Лютий | 1725 | 854,4 |
| Березень | 1671 | 1492 |
| Квітень | 1617 | 1939 |
| Травень | 1671 | 2656 |
| Червень | 1404 | 2648 |
| Липень | 1451 | 2656 |
| Серпень | 1451 | 2362 |
| Вересень | 1617 | 1527 |
| Жовтень | 1671 | 981,4 |
| Листопад | 1617 | 499,4 |
| Грудень | 1910 | 435,1 |

Споживання і виробіток енергії, кВт·год щомісяця

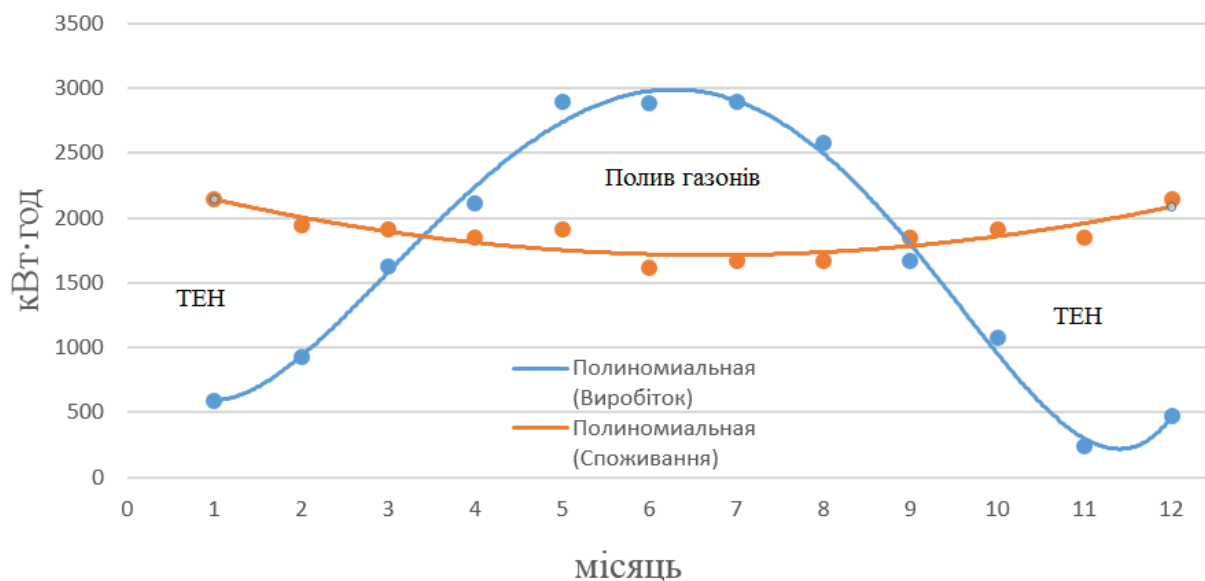


Рисунок 2.1 – Споживання та виробіток енергії

Оскільки найбільша нестача енергії в грудні і складає 1474,9 кВт·год, а за день в середньому 47,8 кВт·год, то оснащуємо систему додатковим джерелом підігріву: ТЕНом потужністю 5 кВт.

Надлишок теплої води, в період з квітня по серпень, буде використовуватись для нічного поливу газонів та клумб.

РОЗДІЛ 3
РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

| | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------|--|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розробив</i> | <i>Литвинчук А.</i> | | | | | | 27 | 10 |
| <i>Керівник</i> | <i>Суржик Т.В.</i> | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Головко В.М.</i> | | | | | | | |
| <i>Затвер.</i> | <i>Кудря С.О.</i> | | | | | | | |

3.1 Система гарячого водопостачання

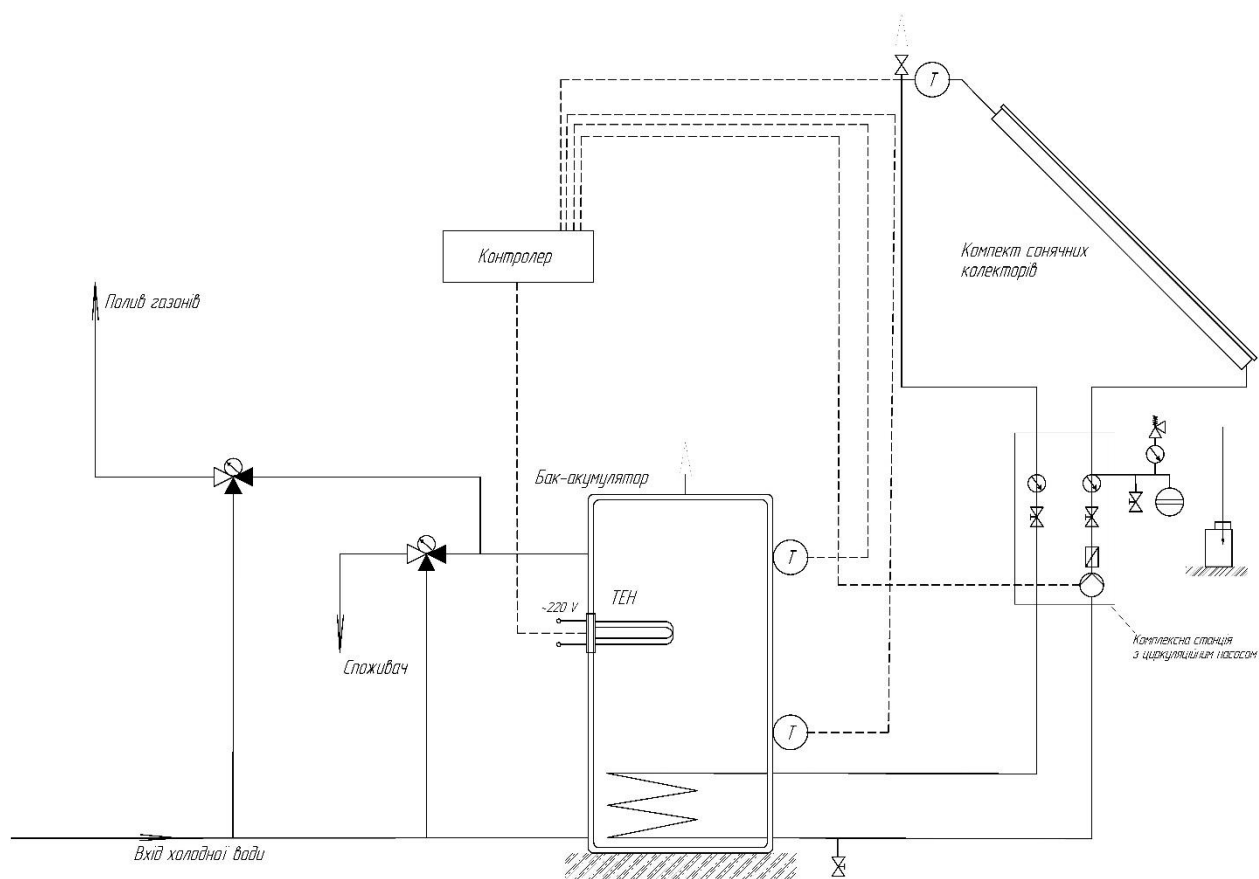














Рисунок 3.1 – Принципова схема ГВП

- | | | | |
|---|--------------------------|---|-----------------------------------|
|  | - Відокремлювач повітря; |  | - Приймально заправна ємність; |
|  | - Циркуляційний насос; |  | - Вентиль; |
|  | - Зворотній клапан; |  | - Кран для заповнення/зливу води; |
|  | - Датчик температури; |  | - Змішувач гарячої води; |
|  | - Манометр; |  | - Комплект теплового лічильника. |
|  | - Запобіжний клапан; | | |
|  | - Розширювальний бак; | | |

| | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

6.050701.3114.28 ПЗ

1. Принцип роботи системи ГВП

В абсорбері (поглинаюча частина колектора), під дією сонячної радіації йде перетворення сонячної енергії в теплову енергію. Як результат, панель нагрівається, а це тепло передається теплоносію. Теплоносій прокачується насосом всередині колектора, відбираючи отримане ним тепло. Це тепло далі прокачується по колу, де циркулює теплоносій, до бака-акумулятора, і передає його через змійовик, в нижній частині баку. Нагріта вода, за фізичним законом конвекції, підіймається до верхньої частини бака і далі йде до споживача. Теплоносій, віддаючи набуту енергію воді, охолоджується і повертається назад до колектора, щоб забрати з нього теплову енергію. Тому цикл циркулювання теплоносія в системі є замкнутим.

2. Обладнання

Двоконтурна система, що розраховується в даному дипломному проєкті, працює цілорічно, тому теплоносієм обираємо такий, який не замерзає при від'ємних значеннях температури – пропиленгліколь.

Для передачі накопиченої теплової енергії в колекторі холодній воді, та для зберігання та накопичення гарячої води необхідно обрати бак-акумулятор. Для того, щоб забезпечити резервний нагрів води, необхідно обрати ТЕН, яким можна докомплектувати бак-акумулятор. Для постійної циркуляції теплоносія в контурі геліосистеми, необхідне використання циркуляційного насосу. Якщо в контурі сонячного колектора будуть виникати зміни в об'ємі теплоносія через температурні коливання, то обираємо додатково бак-розширювач. Для контролю та керування загальним станом сонячної системи вибираємо контролер.

| | | | | | | |
|--------------|------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Змін.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 29 |

3.2 Характеристики сонячного колектора Hewalex KS2100 T AC

Таблиця 3.1 – Характеристики колектора Hewalex KS2100 T AC [10]

| № | Назва показників | Значення |
|----|--|----------|
| 1 | Габаритні розміри панелі колектора, мм | |
| | довжина | 2018 |
| | ширина | 1037 |
| | висота | 89 |
| 2 | Площа колектора, м ² | 2,09 |
| 3 | Площа абсорбера колектора, м ² | 1,836 |
| 4 | Матеріал корпусу | Алюміній |
| 5 | Матеріал абсорбера колектора | Алюміній |
| 6 | Поглинаюче покриття | Bluetec |
| 7 | Об'єм каналів теплопоглинаючого абсорбера колектора, л | 0,85 |
| 8 | Маса колектора (без теплоносія), кг | 34,4 |
| 9 | Строк експлуатації, років | 20 |
| 10 | ККД колектора | 0,808 |

| | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

6.050701.3114.28 ПЗ

Лист

30

3.3 Розрахунок і вибір бака-акумулятора

Згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010 ємність для системи з примусовою циркуляцією треба визначати відповідно до площі сонячного колектора з розрахунку 0,05-0,08 м³ на 1 м² сонячного колектора (рекомендуються менші значення для I зони та більші значення для III зони).

$$V_{\text{БА}} = S_{\text{погл}} \cdot 0,059 = 20,196 \cdot 0,059 = 1,191 \text{ (м}^3\text{)}$$

де $S_{\text{погл}}$ – площа поглинаючої поверхні СК, м².

Обираємо акумуляуючий бак Viessmann Vitocell 100-V CVA об'ємом 1200 літрів. Основні переваги Viessmann Vitocell 100-V CVA [11]:

- водонагрівач виконаний зі сталі і має емальоване внутрішнє покриття, що робить його корозійностійким;
- вода повністю нагрівається за рахунок змійовика, що розташований на дні бака;
- рівномірність та швидкість нагріву води забезпечується великим розміром змійовика;
- ізоляція із м'якого пінополіуретану забезпечує зменшення тепловтрат з бака;
- є можливість комплектації електронагрівальної додаткової вставки;
- для збільшення об'ємів гарячого водопостачання, за допомогою колекторів, є можливість з'єднувати кілька водонагрівачів у батареї.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

Таблиця 3.2 – Розміри бака-акумулятора Viessmann Vitocell 100-V CVA

| | | | |
|----------------------|------|--------------|------|
| Довжина а, мм | 1060 | h, мм | 104 |
| Ширина b, мм | 1144 | k, мм | 555 |
| Висота с, мм | 2160 | l, мм | 180 |
| d, мм | 2025 | m, мм | 468 |
| e, мм | 1373 | n, мм | 1047 |
| f, мм | 952 | o, мм | 850 |
| g, мм | 332 | | |

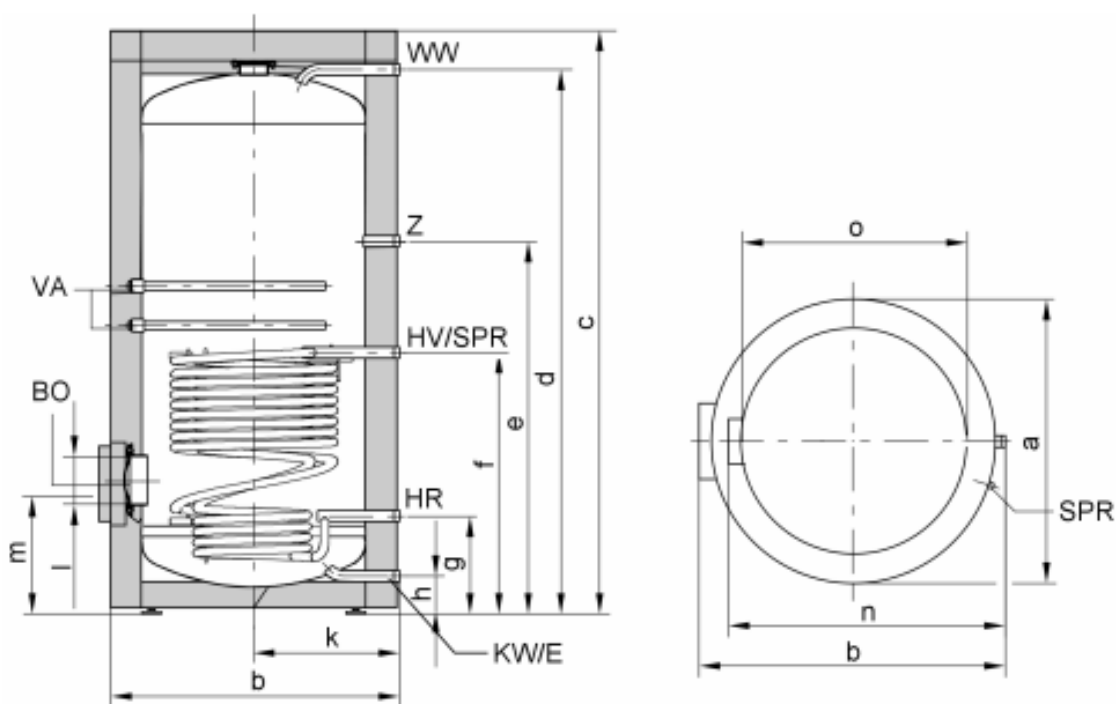


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд бака-акумулятора Viessmann Vitocell 100-V CVA

Умовні позначення: BO – отвір візуального контролю та чистки; E – лінія зливу; HR – зворотня магістраль гарячого контуру; HV – магістраль подачі гарячого контуру; KW – трубопровід холодної води; SPR – регулятор температури; VA – магнієвий електрод; WW – трубопровід гарячої води; Z – циркуляційний трубопровід.

| | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

6.050701.3114.28 ПЗ

Лист

32

3.4 Розрахунок та вибір циркуляційного насосу

Прийmemo масову витрату на рівні 45 кг/м²·год, тоді масова витрата для всіх колекторів:

$$G = g \cdot n_{\text{СК}} \cdot S_{\text{СК}} = 45 \cdot 11 \cdot 1,836 = 908,82 \frac{\text{КГ}}{\text{ГОД}} = 0,909 \frac{\text{М}^3}{\text{ГОД}}$$

де g – питома масова витрата води, кг/м²·год;

$n_{\text{СК}}$ – кількість СК, шт.;

$S_{\text{СК}}$ – площа одного СК, м².

Гідравлічний опір одного СК дорівнює 16 бар, що дорівнює 0,163 м вод. ст., тоді загальний опір системи:

$$\Delta P = n_{\text{СК}} \cdot R_{\text{СК}} + h = 11 \cdot 0,163 + 5 = 6,793 \text{ (м вод. ст.)}$$

де $R_{\text{СК}}$ – гідравлічний опір одного СК, МПа;

h – статична висота колектора, м вод. ст.

За значенням витрати води та перепадом тиску обираємо насос фірми DAB типу DAB B 80/250.40 T – 400V. Даний насос представлений на рисунку 3.2. Технічні характеристики насоса приведені в таблиці 3.3. [12]

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

Таблиця 3.2 – Основні технічні характеристики насоса DAB B 80/250.40 T – 400V

| | |
|--|------------|
| Напруга живлення, <i>V</i> | 220 |
| Частота, <i>Гц</i> | 50 |
| Максимальний тиск, <i>бар</i> | 10 |
| Напор, <i>м</i> | 11 |
| Продуктивність, <i>м³/год</i> | 14,4 |
| Діапазон робочих температур, <i>°C</i> | -10...+110 |
| Фазність | 1 фаза |
| Країна виробник | Італія |
| Маса, <i>кг</i> | 8,8 |
| Потужність, <i>кВт</i> | 0,271 |



Рисунок 3.3 – Циркуляційний насос DAB B 80/250.40 T – 400V

| | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

6.050701.3114.28 ПЗ

Лист

34

3.5 Розрахунок і вибір бака-розширювача

Номінальний об'єм мембранного бака-розширювача обраховуємо за рівнянням:

$$V_H = \frac{(V_{\text{зап}} + V_{\text{зб}} + z \cdot V_{\text{кол}}) \cdot (p_{\text{доп}} + 1)}{p_{\text{доп}} - (p_{\text{над}} + 0,5)} = 49,27 \text{ (л)}$$

де – $V_{\text{зап}} = 0,005 \cdot V_{\text{нал}} = 0,225$ – об'єм запобіжного теплоносія, л;

$V_{\text{нал}} = 45$ – наливний об'єм установки, л;

$V_{\text{зб}} = V_{\text{нал}} \cdot \beta = 2,52$ – збільшення об'єму при нагріві установки, л;

β – коефіцієнт розширення (для пропіленгліколю 0,056);

$p_{\text{доп}} = 5,5$ – допустимий кінцевий надлишковий тиск, бар;

$p_{\text{над}} = 1,5 + 0,1 \cdot h = 2$ – надлишковий тиск азоту на вході баку, бар;

$z = 11$ – кількість колекторів, шт.;

$V_{\text{кол}} = 1,86$ – об'єм колектора, л.

Обрано бак-розширювач Sregoni типу АО 50 об'ємом 50 літрів, а максимальний робочий тиск складає 10 бар.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

3.6 Контролер Tech ST 402N

Професійні контролери для геліосистеми багатофункціональні і призначені для вирішення різних задач: для контролю безперебійної роботи геліосистеми різного призначення, для забезпечення виробітку додаткової теплової енергії за рахунок автоматичного керування часом роботи системи, а також з ціллю економії електроенергії. Контролери дозволяють проектувати сонячні системи різної складності.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд контролера Tech ST 402N

Переваги контролера Tech ST 402 N:

- має 5 режимів роботи;
- ефективно керує сонячними колекторами;
- гнучкі налаштування вручну;
- має 2 датчика температури (бака-накопичувача та колекторів);
- можливість підключення додаткового обладнання;

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

- можливість підключення до модулів GSM та Ethernet;
- захист від перегрівання, замерзання, має функцію термодезінфекції.

Фунціональні особливості:

- можливість програмувати роботу пристрою;
- сповіщення про неполадки в роботі системи;
- можливість встановлення основних параметрів контролю;
- доступні 5 режимів роботи контролера:
 - автоматичний – насос працює безперервно, поки не досягнена мінімальна різниця температур колектора та бака-накопичувача. Після цього насос вимикається і вмикається коли температура в баці падає до рівня, визначеного користувачем;
 - розморожування – для періодичного очищення сонячного колектора від снігу у зимові місяці;
 - відпуску – насос вмикається у випадку перегріву колектора або бака-накопичувача, для зниження чи зрівняння температури в них;
 - ручний – користувач сам задає параметри, зручні та необхідні для використання.[13]

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

| | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|------------|---|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| Розробив | | Литвинчук А. | | | | | 38 | 17 |
| Керівник | | Суржик Т.В. | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | Головко В.М. | | | | | | |
| Затвер. | | Кудря С.О. | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |

4.1 Введення

Охорона праці – це система, що забезпечує безпеку життя і здоров'я робітників в процесі їх праці і включає в себе соціально-економічні, реабілітаційні, правові, лікувально-профілактичні, психофізичні, санітарно-гігієнічні та багато інших заходів. Її функціями є дотримання гігієни та санітарних умов роботи, проводити заходи для зниження впливу шкідливих умов на організми робочих в процесі роботи. Використання техніки безпеки – це основа охорони праці. Так можна вирішити основні проблеми: використання приладів та машин, працюючи з якими людина не наражається на небезпеку, а також винайдення таких засобів захисту, що в процесі роботи можуть забезпечити безпеку працівників, додатково проводити навчання щодо безпечних прийомів роботи. Здоров'я і працездатність працюючих людей – основний об'єкт охорони праці, а засоби і заходи – предметом для їх збереження. До правових заходів відносять акти загального та спеціального призначень. До загальних відносять:

- Конституція;
- Кодекс законів щодо праці;
- Закон «Про охорону праці» та «Про обов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на підприємстві та професійних захворювань, що спричинили втрату працездатності».

Дія законодавчих актів має поширення на всі об'єкти господарства і не залежить від форми власності та видів їх діяльності. Спеціальні законодавчі акти – це державні нормативні акти щодо охорони праці. Вони включають в себе:

- Стандарти безпеки праці в державі;
- Галузеві та міжгалузеві акти з питань охорони праці (Санітарні норми, Правила з пожежної безпеки, Будівельні правила та норма, Правила з безпечної електричної експлуатації тощо).

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

Нормативні акти, які мають дію в рамках господарчого об'єкта (Положення щодо системи керування охороною праці на господарчому об'єкті, Положення щодо служби охорони праці на господарчому об'єкті, Положення щодо комісії з питань в галузі охорони праці на господарчому об'єкті, Положення щодо роботи уповноваженого колективу підприємства з питань в галузі охорони праці, Положення щодо навчання та перевірки знань працівників з охорони праці, Положення щодо порядку тестування місць праці на відповідність нормативних актів в охороні праці тощо). Вимоги нормативних актів:

- відповідні умови на робочих місцях;
- процеси, що проходять на виробництві, машини, механізми, інструменти та інші засоби мають бути безпечними для використання робочим персоналом;
- засоби захисту працівників мають бути у відповідному стані;
- задовільні санітарні та побутові умови праці.

Нормативно-правові акти в галузі охорони праці є загальнообов'язковими для виконання без виключення всіма суб'єктами для задовільних умов у виробництві.

Перелік усіх нормативних документів в галузі охорони праці приведено в «Державному реєстрі галузевих та міжгалузевих актів про охорону праці». Він введений в дію з 1995 року та включає в себе 2000 нормативних актів (включаючи правила, інструкції, норми, положення тощо), міждержавних стандартів близько 350 з безпеки роботи та приблизно 40 державних стандартів.

Головна організація, що здійснює нагляд за охороною праці та державними нормативними актами – це науково-дослідний національний інститут охорони праці.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

Спеціальні законодавчі акти поширюються на деякі виробничі галузі, на певні типи господарсько-економічної галузі та окремо на деякі господарчі об'єкти.

Використання економічних систем керування охороною праці передбачаються соціально-економічними заходами. Вони охоплюють:

- соціальне страхування людей від надзвичайних випадків на підприємстві та професійних захворювань, що є обов'язковим;
- за працю в шкідливих та небезпечних умовах мають виплачувати пільги та компенсації.

Для ліквідації небезпечних та шкідливих виробничих умов на робочий персонал під час трудової діяльності, проводять організаційно-технічні рішення та інженерно-технічні заходи.

Заходи щодо санітарно-гігієнічних норм забезпечують проведення досліджень. Вони розглядають вплив умов праці на людське здоров'я та встановлюють допустимі рівні чинників даних умов на місці роботи, а потім перевіряють їх відповідність на робочих місцях, чи відповідають вони умовам, які представлені в актах з питань щодо охорони праці.

Лікувально-профілактичні дії забезпечують обов'язково проведення медичних оглядів для деяких видів працівників, для того щоб забезпечити їх здоровий стан, або стан людей які контактують з ними. Жінки, неповнолітні особи та інваліди мають особливі вимоги з охорони праці.

Окрім загальних державних законів, правові зв'язки у галузі охорони праці можуть регулюватися спеціальними законами, розпорядженнями президента, рішеннями державного парламенту, документами прийнятими міністерством та центральними органами влади. Так як Україна бажає вступити в Євросоюз, то її уряд має вдосконалити базу законів з вирішення питань з охорони праці, та адаптувати законодавство щодо охорони праці до вимог, які надав Євросоюз.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

4.2 Умови праці на виробництві

На будь якого виробництві існує низка факторів, яка так чи інакше, впливає на здоров'я та життєдіяльність людини. Технологічні процеси, які проходять на підприємстві визначаються за рівнем небезпеки або кількістю небезпечних факторів. Рівнем технологічної безпеки і визначається безпечність роботи на виробництві.

Фактори, що є небезпечними або шкідливими поділяються на психофізіологічні, фізичні, біологічні та хімічні (згідно ГОСТ 12.0.003-74).

Шкідливий фактор – це фактор на виробництві, вплив якого має можливість псувати стан здоров'я людини, або навіть зменшити її працездатність.

Небезпечний фактор – фактор на виробництві, що призводить до травмування, при певних умовах, або до різкого погіршення здоров'я людини.

Фізичні шкідливі та небезпечні фактори:

- механізми, що рухаються;
- високий рівень пилу чи шкідливих газів у повітрі робочого простору;
- робоче устаткування, що може пересуватися;
- обладнання, що має невідповідну для своєї роботи температуру;
- невідповідні умови для працездатності людини: шумність, підвищений рівень вібрації, радіації, електромагнітних, інфрачервоних та ультрафіолетових випромінювань, ультразвук, підвищена іонізація повітря, статична електрика тощо;
- коливання поза межами норми тиску, вологості, іонізації повітря, а також продуктів;
- високе значення струму та напруги в струмоведучих частинах;
- перевищена напруженість магнітного, електричного чи електромагнітного полів;
- відсутність сонячного світла;
- неосвітленість або погана освітленість робочої поверхні;

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

- ненормальна яскравість світла в робочому приміщенні;
- засліплююча дія світла (прямого та відбитого).

До хімічних виробничих шкідливих та небезпечних чинників включають такі речовини, які поділяються за природою дії на людський організм:

- токсичні;
- які подразнюють шкіру та слизові оболонки;
- канцерогенні;
- такі, що впливають на функціонування організму.

До біологічних можна віднести еукаріотні мікроорганізми (різного роду грибки, бактерії, паразитуючі тварини та рослини) та прокаріотні (віруси).

Психологічні небезпечні фактори залежать від фізичних навантажень (динамічні та статичні) а також нервові перевантаження (розумове навантаження, втома сприймаючих органів, вплив однорідної праці, емоційний тягар тощо).

Є такі типи факторів, що можна за природою їх дії на організм працівника можна віднести до декількох чинних груп. Деякі типи небезпечних чинників призводять до виробничих травм – порушення цілісності тканин організму або навіть порушення життєво важливих функцій організму.

Травми на підприємстві найчастіше є наслідками нещасних випадків. Нещасний випадок – це вплив небезпечного фактору або механізмів на працівника, внаслідок якого спричинена шкода його здоров'ю.

Як наслідок шкідливих факторів виробництва можливі і професійні захворювання – погіршення стану людини, що є результатом роботи в несприятливих умовах, або перевантаженням організму.

Існують граничнодопустимі рівні шкідливих та небезпечних чинників на робочому місці, поріг яких зазначений в санітарних нормах та правилах, нормативно-технічних документаціях. Їх не можна перевищувати, так як це має великий вплив на працездатність працівників.

Сонячні колектори перетворюють енергію сонячного випромінювання в теплову енергію. Основним у монтажі геліоколекторної системи – конструкція, що підтримує сонячні колектори, так як вона має витримувати вагу приймаючої панелі, сильні вітри, шторми та інші несприятливі природні умови.

Існує ще декілька, не менш важливих небезпек, це те, що під час монтажу використовують електрозварювання, а також те, що під час встановлення колекторів у сонячний день, коли сонце найбільш активне, є можливість отримати сонячний удар. Це хворобливий стан людини, при якому вона відчуває сильний головний біль, запаморочення, слабкість організму, шкіра втрачає свій природній колір і стає білою, сповільненість рухів. Ще може супроводжуватись нудотою, втратою свідомості, температура тіла може сягнути більше 40°C. Для уникнення такого стану, працівнику потрібно накривати голову, одяг має бути світлого кольору для максимального відбиття сонячних променів, вживати воду по мірі необхідності, зменшити час перебування на відкритому сонці.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

4.3 Електричний струм

Електричний струм може спричиняти ураження при дії його на організм людини. Тяжкість ураження залежить від значень напруги та струму, а також від часу взаємодії з людиною.

Струм починає відчуватися уже при малих значеннях (0,6 – 1,5 мА при 50 Гц частоти, або постійний струм 5 – 7 мА). Його ще називають відчутним струмом. Експериментально виявлено, що половина з досліджуваних людей відчують дуже низькі значення струму (від 1,11 мА при 50 Гц). Подразнення підсилюються при збільшенні сили струму, тому починається неконтрольоване стискання м'язової тканини (5 – 25 мА при 50 Гц, та 50 – 80 мА постійного струму). В результаті таких скорочень, людина що потрапила під ураження таким струмом, не має можливості забрати свою руку, що доторкнулась до струмоведучих частин електроустановки, тобто вона не в змозі розірвати контакт з провідником. Для половини людей невідпускаючий струм дорівнює 15 мА. Якщо струм буде мати більші значення, то кінцівки людини паралізуються, дихати стає складніше, можлива аритмія (безладні скорочення серцевого м'яза), через що, серце працює в не нормальному, для нього, режимі. В результаті порушується кровообіг. При дуже високих значеннях струму (157 мА при 50 Гц) через декілька секунд настає фібриляція шлуночків серця, тому його назвали пороговим фібрилятивним струмом.

Межа допустимих значень, що є нормальною для роботи з електроустановками при струмі частотою 50 Гц – 0,3 мА, частотою 400 Гц – 0,4 мА, і 1 мА на постійному. [16]

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

4.4 Взаємодія людини з електричним колом

При роботі з електроустаткуванням завжди є ризик потрапити під дію електричного струму. Така небезпечна ситуація трапляється у багатьох випадках тому, що людина має контакт із землею через неякісну підошву на взутті, яка має певну електропровідність. Якщо ж людина потрапила в таку ситуацію, то, скоріше за все, отримає електротравму, або навіть все може закінчитись і смертю. Шкода, яку завдає електричний струм, оцінюється струмом, під ураження якого потрапив працівник. Характерні схеми замикання людини в коло електричного струму.

- Схема 1:

Дотик до однієї фази мережі з глухозаземленою нейтраллю напругою 0,4 кВ в звичайних умовах (рисунок 4.1).

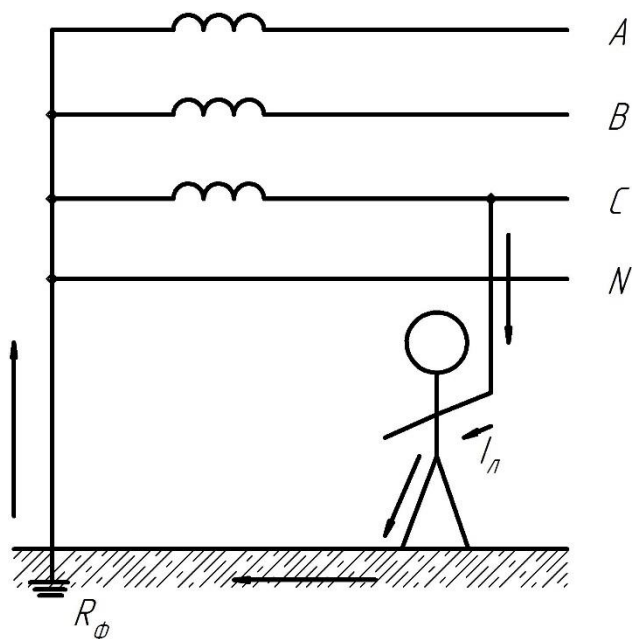


Рисунок 4.1 – Схема прямого однофазного дотику людини до мережі 0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю при нормальних умовах

Розрахунковий струм:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л}} = \frac{220}{1500} = 0,146 \text{ (A)}$$

| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |

- Схема 2:

Прямий дотик до однієї фази струмовідних частин під напругою 0,4 кВ в аварійному режимі. Нейтраль глухозаземлена (рисунок 4.2).

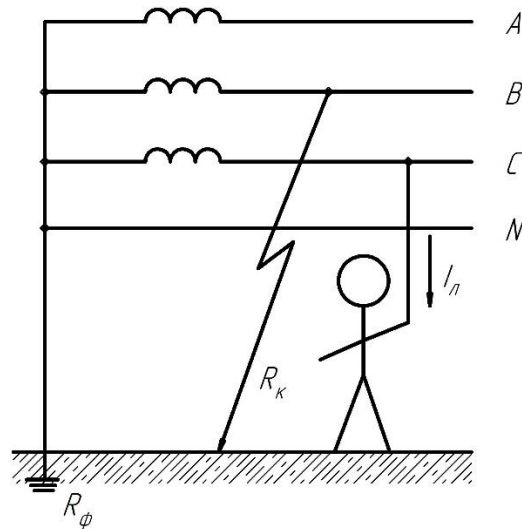


Рисунок 4.2 – Схема одофазного дотику до мережі 0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю. Режим аварійний

Розрахунковий струм:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{л}}} = \frac{2 \cdot U_{\text{л}}}{3 \cdot R_{\text{л}}} = 0,169 \text{ (A)}$$

- Схема 3:

Дотик людини до двох фаз струмоведучої частини електромережі напругою 0,4 кВ (рисунок 4.3).

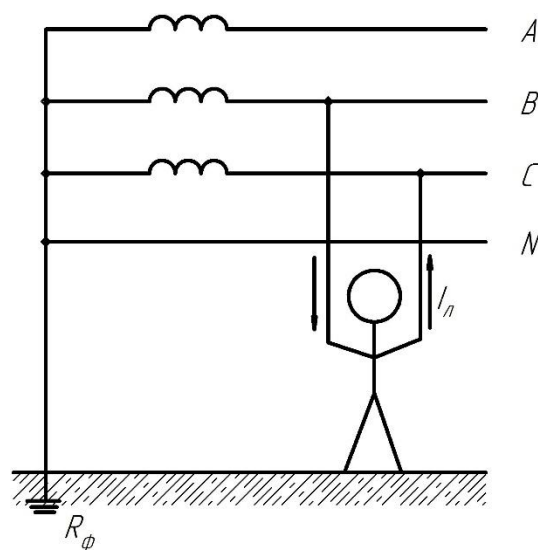


Рисунок 4.3 – Двофазний прямий дотик до мережі 0,4 кВ

Розрахунковий струм:

$$I_{л} = \frac{U_{л}}{R_{л}} = 0,38 \text{ (A)}$$

- Схема 4:

Прямий дотик до нейтрального та фазного проводів в електромережі напругою 0,4 кВ (рисунок 4.4).

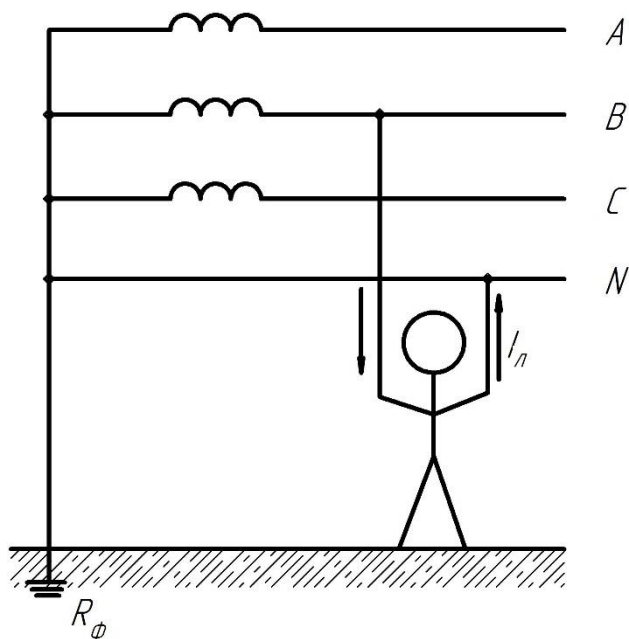


Рисунок 4.4 – Схема дотику людини до нейтрального та фазного проводів електромережі 0,4 кВ

Розрахунковий струм:

$$I_{л} = \frac{U_{\phi}}{R_{л}} = 0,22 \text{ (A)}$$

Величини, що використовувались в розрахунках:

$$U_{\phi} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ (В)} \text{ – фазова напруга електромережі;}$$

$$U_{л} = 380 \text{ (В)} \text{ – лінійна напруга електромережі;}$$

$R_{л} = 1,5 \text{ (кОм)}$ – опір людини при однофазному дотику, $R_{л} = 1 \text{ (кОм)}$ – опір людини при двофазному дотику.

| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |

6.050701.3114.28 ПЗ

Лист

48

4.5 Пожежна безпека

Вимоги пожежної безпеки до будівель та об'єктів різного призначення.

II. Вимоги пожежної безпеки до будівель та споруд адміністративного призначення:

1. Забезпечення протипожежного стану в адміністративних будівлях та приміщеннях здійснюються відповідно до III розділу даних Вимог.

2. Всі, без виключення, двері евакуаційного призначення та інших виходів завжди мають бути справними та не замкнутими, і відчинятися в напрямку виходу персоналу з будівлі.

3. В адміністративних приміщеннях забороняється використовувати електрообігрівачі.

4. Паперове сміття та ємності для паперових відходів регулярно виносити за межі приміщення в спеціальні місця.

III. Вимоги пожежної безпеки до центрів з обчислювальною технікою:

1. Пожежна безпека приміщень з обчислювальною технікою та комп'ютерами забезпечується відповідно до Правил охорони праці під час експлуатації комп'ютерних машин та електронно-обчислювальної техніки зазначених в НПАОП 0.00-1.28-10.

2. Приміщення, де знаходяться комп'ютерна та електронно-обчислювальна техніка, мають бути обладнані спеціальними протипожежними засобами.

3. Електричне живлення комп'ютерних та обчислювальних машин повинне мати автоматичне аварійне вимкнення та блокування подачі електричної енергії під час припинення функціонування охолоджувальної системи приміщення.

4. На випадок пожежі вентиляційна система приміщень, обладнаних комп'ютерною та електронно-обчислювальною технікою, повинна мати блокувальний пристрій, що забезпечить її вимкнення.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

4.5.1. Проведення заходів щодо пожежної безпеки повинно відповідати вимогам Закону України «Про пожежну безпеку», НАПБ А.01.001 «Правила безпечної безпеки в Україні», ГКД 34.03.303 «Правила пожежної безпеки на підприємствах, організаціях та компаніях енергетичної галузі України» та деяким іншим галузевим нормативним актам, що описують питання пожежної безпеки.

4.5.2. Проведення заходів щодо пожежної безпеки є основною частиною діяльності на підприємствах усіх працівників. Відповідальність покладається на керівників та на уповноважених осіб.

На будь-якому об'єкті, в залежності від кількості працівників та пожежонебезпечних об'єктів, є необхідність створення служби пожежної безпеки, або призначена уповноважена особа, що буде відповідати за пожежну безпеку.

4.5.3. Експлуатація та улаштування устаткування або будь-яких споруд мають відповідати вимогам зазначеними в нормативних документах з пожежної безпеки.

4.5.4. Необхідність встановлення протипожежного режиму та інструкцій з пожежної безпеки, незалежно від типу об'єкта, враховуючи пожежну небезпеку:

- загальнооб'єктна;
- для окремих цехів, лабораторій, спеціальних приміщень тощо;
- використання системи водопостачання, приладів виявлення та гасіння вогню;
- робота з устаткуванням та приладами, а також проведення робіт будь-якого виду мають бути пожежобезпечними.

Інструкції щодо пожежної безпеки проводяться та розробляються на підставі діючих законів та правил, а також з огляду на особливості споруди, процесів роботи та експлуатації. На додаток до цього, має бути складений план гасіння пожежі, що повинен розроблятися разом зі спеціалістами пожежної

охорони Міністерства надзвичайних ситуацій. Усі документи мають бути затверджені в необхідному порядку.

4.5.5. Кожен, хто працює на підприємстві, має обов'язково знати та виконувати вимоги правил пожежної безпеки та встановлений протипожежний режим на підприємстві. Кожен працівник повинен слідкувати за своїми діями та зупиняти дії інших працівників у разі небезпеки загоряння та пожежі.

4.5.6. Згідно з вимогами нормативних документів, працівники мають проходити протипожежний інструктаж, поновлювати та модернізувати знання з пожежної безпеки, проходити тренування з пожежної безпеки, та перевіряти знання правил пожежної безпеки.

Період проведення та обсяг тренувань визначаються нормативними документами. Враховують необхідність навичок пожежогасіння, в залежності від типу роботи, що виконують працівники.

4.5.7. При виникненні пожежі головною особою, що відповідає за гасіння вогню на своєму підрозділі, є уповноважена особа, яка визначається інструкцією з пожежної безпеки.

Ця особа, по приїзду пожежного підрозділу, повинна інформувати про особливості об'єкта та про дії, які були вжиті для гасіння пожежі. Повинна бути надана інформація про уповноважену за пожежогасіння особу, подати дозвіл на гасіння пожежі на об'єкті та максимально допомагати власними силами та додатковими засобами.

4.5.8. На підприємствах, де кількість працівників перевищує 50 осіб, рішенням робітників підприємства створюють спеціальні комісії з пожежної безпеки, обирають керівника, іноді формують волонтерські пожежні угруповання, які згідно з нормативними актами, виконують дану роботу.

4.5.9. Установки виявлення пожежі та її гасіння, обслуговуються спеціальним персоналом, який пройшов тестування, згідно з інструкціями.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Даний персонал, що відповідає за протипожежні установки, визначаються указом на підприємстві.

Засоби, що в першу чергу використовуються для гасіння пожежі, повинні бути постійно в робочому стані, на випадок загоряння на підприємстві. Вони обслуговуються відповідно до інструкцій, що надані в нормативних документах.

4.5.10. Відповідальність, за організацію протипожежної безпеки, несуть:

- керівництво – за загальний стан об'єкта та організацію протипожежних заходів та вимог, також несуть відповідальність за добровольчі угруповання з пожежної безпеки;

- технічні керівники – за роботу комісії з пожежно-технічного стану, технічний стан протипожежних засобів та автоматичних систем пожежогасіння, за виконання нормативних вимог з протипожежної організації та підготовку робочого персоналу;

- інженери та керівники підрозділів – за стан закріплених за ними приміщень та ділянок, з протипожежної системи, а також зв підготовку робочого персоналу.

4.5.11. Кожна ситуація з загорянням повинна розслідуватись спеціальною комісією щодо встановлення причини, збитків підприємства, тих хто був винен у виникненні пожежі. Ця комісія повинна розробляти протипожежні заходи для інших непошкоджених об'єктів підрозділів відповідно до ГКД 34.20.801 «Інструкція зі службового розслідування, первинного обліку та аналізу пожеж, які сталися на об'єктах».

Вимоги щодо пожежної безпеки:

1. До будь-яких будівель завжди повинен бути вільний доступ.
2. На підприємстві, у всіх приміщеннях мають бути таблички, де написано про місцезнаходження засобів з гасіння пожежі.
3. Для будь-яких споруд мають бути визначені категорії вибухової та пожежної небезпеки за ОНТП 24-86, а також визначені класи зон за

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

нормативним документом ДНАОП 0.00.1-32-01 «Правила будови електроустановок»

4. Працівники зобов'язані вміти використовувати вогнегасники та пожежними кранами, що розташовані в приміщенні.

5. Вентиляційні проходи, електрощитові та технічні кімнати не мають використовуватись для зберігання старого обладнання, меблів та інших предметів.

6. Електрощитові приміщення, вентиляційні проходи, двері горищ повинні бути замкнені. У випадку необхідності, на них встановлюють таблички з вказаним місцем зберігання ключів.

7. Перевірка справності вогнегасників та засобів гасіння пожежі повинні перевірятися не рідше одного разу на рік, та складати акт про їх перевірку.

8. Приміщення, де знаходиться електрообладнання, комп'ютери та обчислювальна техніка, оснащуються спеціальними вогнегасниками (вуглекислотними чи порошковими), з урахуванням, що на кожні 20 кв. м ємність вогнегасника – 3 л. Після закінчення роботи всі електротехнічні прилади повинні вимикатися від електричної мережі.

9. В приміщенні забороняється розводити багаття та відкритий вогонь.

Діяльність працівників у разі виникнення загоряння:

1. Виявивши пожежу або перші ознаки загорання кожен робітник зобов'язаний:

- одразу повідомляти про надзвичайну ситуацію в службу пожежної безпеки за телефоном «101», сказавши при цьому адресу де знаходиться об'єкт, кількість поверхів в будівлі, місце виникнення загорання, чи є на місці пожежі люди, а також власне прізвище та ім'я;

- по можливості, вжити заходи щодо евакуації персоналу та цінних матеріалів та речей, гасити пожежу наявними вогнегасниками та іншими засобами, що призначені для гасіння пожежі;

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

- повідомити власника підприємства, або керівника, про виникнення пожежі.

2. Повідомлений про виникнення пожежі керівник, або власник, повинен:

- впевнитись у тому, що була викликана служба пожежної безпеки;
- впевнитись у тому, що весь персонал проінформований про пожежну небезпеку;

- за необхідності, вимкнути живлення струмоприймачів та вентиляції;
- у разі загрози здоров'ю та життю персоналу, необхідно організувати евакуацію, та вивести людей із зони ризику тих осіб, які не займаються ліквідацією пожежної ситуації;

- проконтролювати правильність дії персоналу, який ліквідує пожежу, згідно Правил техніки безпеки;

- забезпечити зустріч служби пожежної безпеки, допомогти їм знайти місце пожежі, та надати допомогу при її ліквідації.

3. Забезпечити безперешкодний доступ рятувальній службі, до їх прибуття на місце.

4. У разі наявності потерпілих, надавати першу медичну допомогу, викликати карету швидкої допомоги за номером «103». Якщо нема можливості викликати лікаря, то вжити заходи для переміщення потерпілих до найближчого медичного закладу. [14]

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

4.6 Оцінка впливу системи на навколишнє середовище та здоров'я людини

Дана розроблена система не приносить шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Колектори знаходяться на плоскому даху, що не перешкоджає проходженню сонячного проміння до рослин, також нема ризику падіння колекторів з даху, у випадку неякісного влаштування установки, так як розташовані на плоскій площадці. Щодо електробезпеки, то бак-акумулятор та бак-накопичувач знаходяться на фундаменті, тобто, у разі затоплення бойлерної кімнати, електричні частини баків будуть знаходитись на безпечній дистанції від води. Контролер, насосний вузол та бак розширювач розташовані на стіні, що унеможливує їх потрапляння у водне середовище, у випадку затоплення. Тому при дотриманні правил експлуатації установки, здоров'ю людини нічого не загрожує.

Щодо пропіленгліколю, який використовується в геліосистемі, у 100% концентрації має негативний вплив на нирки та печінку, викликає алергічну реакцію. Але в нього є особливість не накопичуватись в організмі, тобто потрапляючи в нирки, він повністю розкладається і виводиться з організму. Щодо алергічної реакції, то теплоносій циркулює в замкненій системі, і він не принесе шкоди організму, який є нестійким до даного алергену. Пропіленгліколь є нетоксичним та неканцерогенним. Його в невеликих концентраціях використовують в косметології та в деяких продуктах харчування. [15]

Як висновок, можна сказати, що система є цілком безпечною при правильній експлуатації.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

РОЗДІЛ 5
ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СИСТЕМИ

| | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----------------|---------------|------------|---|-------------------|-------------|----------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дат</i> | РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СИСТЕМИ | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розробив</i> | <i>Литвинчук А.</i> | | | | | | 56 | 2 |
| <i>Керівник</i> | <i>Суржик Т.В.</i> | | | | | ФЕА, ЕД-31 | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Головко В.М.</i> | | | | | | | |
| <i>Затвер.</i> | <i>Кудря С.О.</i> | | | | | | | |

5.1 Специфікація

Таблиця 5.1 – Прайс-лист на систему ГВП

| № | Назва обладнання | Кількість | Ціна, грн | Сума, грн |
|--|--|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Сонячний колектор Hewalex KS2100 T AC | 11 | 6068 | 66748 |
| 2 | Бак-акумулятор Viessmann Vitocell-100V CVA, 1000 л. | 1 | 115738 | 115738 |
| 3 | Задня опора для сонячного колектора Altek-3 | 11 | 1272 | 13992 |
| 4 | Циркуляційний насос DAB B 80/250.40T-400V | 1 | 11361 | 11361 |
| 5 | Контролер Tech ST 402 N | 1 | 3065 | 3065 |
| 6 | Мідна труба Sanko KME 35 | 41 | 237 | 9717 |
| 7 | Теплоізоляція для труб K-FLEX SOLAR HT 13 | 41 | 92 | 3772 |
| 8 | Бак-розширювач Speroni AO 50 | 1 | 1381 | 1381 |
| 9 | Комплектуючі для геліоконтура | 1 | 42982 | 42982 |
| Загальна сума вартості всього обладнання | | | | 268756 |
| 10 | Витрати на проект та монтаж (25% вартості всього обладнання) | | | 67189 |
| Загальна сума вартості включаючи експлуатаційні витрати (1,5%) | | | | 339976 |

| | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата |

6.050701.3114.28 ПЗ

Лист

57

5.2 Окупність системи та її доцільність

Можна розглянути доцільність ГВП в порівнянні електро-нагрівом.

Вартість електричного кола можна відкинути, так як ціна на нього набагато менша за повну витрату на систему.

Кількість енергії, яку можна отримати із системи за рік $Q_{\text{рік}} = 19715$ кВт·год.

Вартість 1 кВт·год енергії на 01.06.17 складає $P = 193,819$ копійки для споживачів 2 класу напруги.

Витрати на нагрів води складатимуть:

$$C_{\text{витрат}} = Q_{\text{рік}} \cdot P = 19715 \cdot 2,1174 = 41745 \left(\frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right)$$

Окупність системи на 01.06.17 складе:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{C_{\text{ГВП}}}{C_{\text{витрат}}} = \frac{339976}{41745} = 8,1 \text{ (років)},$$

де $C_{\text{ГВП}}$ – повна вартість системи ГВП, грн.

Можна зробити висновок, що час окупності даної системи складе приблизно 8 років. Розрахунок показаний у випадку, якщо ціна на електроенергію буде залишатися незмінною. Так як вона дорожчатиме, термін окупності проекту буде зменшуватись відповідно до зростання ціни на електроенергію.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

Висновки

В даному дипломному проекті було розроблено геліоколекторну систему гарячого водопостачання адміністративної будівлі, що складається з 11 колекторів, бака-акумулятора та бака-накопичувача.

З результатів даного розрахунку можна зробити висновок, що дана система гарячого водопостачання є ефективною для міста Києва, це дозволить зменшити потреби на споживання електроенергії здобутої традиційним способом.

Щоб забезпечити гарячим водопостачанням універмаг в місті Києві необхідно 19715 кВт·год/рік теплової енергії. Розрахована система вироблятиме 18591 кВт·год/рік за допомоги сонячної енергії і тільки 1124 кВт·год/рік за рахунок додаткового джерела теплової енергії (ТЕН).

Даний проект коштує 410891 грн, час експлуатації – 20 років, а термін окупності – 8 років.

| | | | | | | |
|--------------|------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Змін.</i> | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 59 |

Перелік джерел посилання

1. Методи та особливості використання енергії сонця на землі. Режим доступу:
<http://mirenergii.ru/energiyasolnca/sposoby-i-osobennosti-ispolzovaniya-energii-solnca-na-zemle.html>
2. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС. Режим доступу:
<http://energefficiency.in.ua/stati/vozobnovlyaemaya-energiya/84-analiz-energetichnikh-strategij-krajn-es-ta-svitu-i-rol-i-v-nikh-vidnovlyuvanikh-dzherel-energiji-chastina-2.html>
3. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії : підруч. / С.О. Кудря. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
4. Потенціал України. Режим доступу:
<http://green-energy.net.ua/index.php/statti/41-potentsial-ukrajini-stattya>
5. Як використовують сонячну енергію. Режим доступу:
<http://realproducts.ru/kak-ispolzuyut-solnechnuyu-energiyu/>
6. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Р. Авезов, С 40 М.А. Барский-Зорин, И.М. Васильева и др.; Под ред. Э.В. Сарницкого и С.А. Чистовича. – М.: Стройиздат, 1990. – 328 с.: ил.
7. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 105 с.
8. Гаєвський О.Ю., Кудря С.О. Методичні вказівки для виконання розрахункової роботи з дисципліни «Фотоенергетика» - Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 34 с.
9. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. – Київ, 2010. – 35 с.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

10. Плоский сонячний колектор Hewalex KS2100 T AC. Режим доступу:
<http://teplo-hata.com.ua/product/ploskiy-solnechnyy-kollektor-hewalex-ks2100-t-ac>
11. Vitocell 100-V. Вертикальний емнісний водонагрівач. Технічний паспорт. – 18 с.
12. Циркуляційний насос DAB B 80/250.40 T – 400 v. Режим доступу:
<http://bt-service.com.ua/dab-b-80-25040-t-400-v-505816671.html>
13. Автоматика для сонячних колекторів Tech ST 402N. Режим доступу:
<http://xn--e1aamjfh.com.ua/komplektuyushchidymohody/avtomatika-tech-st-402n.html>
14. НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». К.: Міністерство внутрішніх справ України, 2014. – 124 с.
 «Пропіленгліколь: шкода або безпека?» Режим доступу:
<http://reporter.zp.ua/propilenglikol-shkoda-abo-bezpeka.html>
16. НПАОП 40.1-1.21-98. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». К.: Державний комітет України з нагляду за охороною праці, 1998. – 180 с.

| | | | | | | |
|-------|-----|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | 6.050701.3114.28 ПЗ | Лист |
| Змін. | Арк | № докум. | Підпис | Дата | | 61 |