

**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: «Геліосистема гарячого водопостачання дитячого будинку»

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕД-31

Василенко Богдан Олександрович
(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. Ігоря 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

Василенку Богдану Олександровичу

1. Тема проекту «Геліосистема гарячого водопостачання дитячого будинку»

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

Дитячий будинок, що знаходиться в місті Чернігові, необхідно частково забезпечити гарячим водопостачанням протягом року. В будинку проживають 20 дітей.

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

- а) оцінка розвитку сонячної енергетики в Україні;
- б) розрахунок сонячної радіації та виробленої потужності;
- в) розрахунок та вибір обладнання;
- г) охорона праці;
- д) оцінка техніко-економічної ефективності геліосистеми.

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;
4. Техніко-економічні показники геліосистеми;
5. Плакат (назва роботи).

6. Дата видачі завдання «20» грудня 2017 р.

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Загальні відомості про сонячну енергетику в Україні	18.04.17	
2	Розрахунок сонячної радіації	02.05.17	
3	Розрахунок виробітку системою	03.05.17	
5	Розробка схеми ГВП	10.05.17	
6	Вибір обладнання	16.05.17	
7	Розрахунок техніко-економічної ефективності геліосистему	30.05.17	
8	Робота над графічною частиною	13.05.17	
9	Оформлення проекту та підготовка до здачі	17.06.17	

Студент _____

Василенко Б.О.

Керівник проекту _____

Суржик Т.В.

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

за темою: «Геліосистема гарячого водопостачання дитячого будинку»

Київ – 2017

Анотація

Метою даного проекту є розрахунок системи гарячого водопостачання дитячого будинку від сонячних теплових колекторів.

В першому розділі розглянуто стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні, надходження сонячної радіації та засоби її перетворення.

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 project is to calculate hot water system supply for orphanage using solar thermal collectors.

In the first section the state and prospects of development of renewable energy in Ukraine, incoming solar radiation and their means of conversion are examined.

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

In the third section basic equipment was designed and selected.

The fourth section is about labor protection.

In the fifth section technical and economic efficiency as well as payback time were evaluated.

ЗМІСТ

Анотація.....	5
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ.....	12
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ.....	22
2.1 Вихідні дані.....	23
2.2 Розрахунок сонячної радіації.....	23
2.3 Розрахунок необхідної та споживаної енергії.....	25
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	27
3.1 Розробка системи гарячого водопостачання.....	28
3.2 Колектор сонячної енергії.....	30
3.3 Теплоносій.....	30
3.4 Теплообмінник.....	31
3.5 Розрахунок та вибір циркуляційного насосу.....	31
3.6 Насос заправки і підживлення системи.....	33
3.7 Розрахунок та вибір бака-розширювача.....	33
3.8 Контролер SintSolar K 4.....	34
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	36
4.1 Введення в дисципліну.....	37
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на виробництві.....	40
4.3 Дія електричного струму на організм людини.....	43
4.4 Аналіз включення людини в електричне коло.....	43
4.5 Пожежна безпека.....	47
РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛІОСИСТЕМИ.....	53
5.1 Специфікація	54

					<i>ДП 6.050701.2102.003 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	ЗМІСТ			
Розробив		Василенко Б.О.						
Керівник		Суржик Т.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-31			
					<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
						6	2	

5.2 Економічна доцільність та окупність системи.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ПОСИЛАНЬ.....	57

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ЗМІСТ			
Розробив		Василенко Б.О.						
Керівник		Суржик Т.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-31			
					Літ.	Арк.	Аркушів	
						7	2	

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

- θ - кут між напрямом прямого сонячного випромінювання та нормаллю до сприймаючої поверхні;
- F - кут між напрямом прямого сонячного випромінювання та нормаллю до горизонтальної поверхні;
- δ - кутове положення Сонця;
- φ - географічна широта місцевості;
- β - кут встановлення теплосприймаючої поверхні геліоколектора до горизонту;
- γ - азимутальний кут площини відхилення нормалі до площини місцевого меридіана;
- ω - часовий кут;
- I - сумарний прихід радіації на горизонтальну поверхню;
- I_t - сумарний прихід радіації на похилу поверхню;
- I_b - пряма радіація на горизонтальну поверхню;
- I_d - розсіяна радіація на горизонтальну поверхню;
- ρ - альbedo (коефіцієнт відбиття) поверхні Землі і довколишніх предметів;
- R_b - коефіцієнт перерахунку приходу прямої сонячної радіації;
- R_d - коефіцієнт перерахунку приходу розсіяної сонячної радіації;
- R_r - коефіцієнт перерахунку приходу відбитої сонячної радіації;
- n - кількість людей;
- m - об'єм теплоносія;
- C_p - питома теплоємність води;
- t_r - температура гарячої води;
- t_x - температура води в системі;
- ГВП - гаряче водопостачання;
- CP - сонячна радіація.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розробив		Василенко Б.О.			Перелік умовних скорочень	Лім.	Арк.	Аркуші	
Керівник		Суржик Т.В.					8	1	
Реценз.						ФЕА, ЕД-31			
Н. Контр.		Головко В.М.							
Затвер.		Кудря С.О.							

ВСТУП

Використання нетрадиційних та відновлюваних джерел в енергетичній сфері нашої країни та світу в цілому показує, наскільки важливим став цей критерій в сучасних реаліях розвитку енергетики світової спільноти. Вже довгий час відбувається процес пошуку нових і вдосконалення технологій, що вже використовуються в цій сфері, виведення їх на абсолютно нові рівні економічної та технологічної ефективності.

Зростання ціни на викопні види палива, їх шкідливий вплив на навколишнє середовище, низька ефективність технологій їх використання та очікуване вичерпання запасів є причинами такої уваги до нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

В Україні також існує значний потенціал використання НВДЕ. З іншого боку, проблеми ефективності використання традиційних джерел енергії в Україні стоять ще гостріше, ніж у світі чи країнах ЄС. Причинами цього є застарілі технології, вичерпання ресурсу використання основних фондів генерації електроенергії і тепла, що разом з низькою ефективністю використання палива призводить до значних обсягів шкідливих викидів. Значні втрати при транспортуванні, розподілі та використанні електроенергії і тепла, а також монопольна залежність від імпорту енергоносіїв ще більш ускладнюють ситуацію на енергетичних ринках країни.

Таким чином, Україна має нагальну потребу у переході до енергетично ефективних та екологічно чистих технологій, якими є, в тому числі, і НВДЕ. Але, незважаючи на декларацію щодо усвідомлення цієї потреби з боку різних гілок влади та низку нормативно-законодавчих актів, які стосуються розвитку НВДЕ, - реальних кроків щодо впровадження НВДЕ зроблено досить мало. Змінити ситуацію можна шляхом проведення відповідної енергетичної політики, вдосконалення нормативно-правової бази

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Василенко Б.О.					9	1
Керівник		Суржик Т.В.				ФЕА, ЕД-31		
Реценз.								
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.						

та залучення інвестицій у розвиток НВДЕ. Звісно, що цей процес не є швидким, але задля забезпечення майбутнього економічного процвітання України, її гідного місця у Європейській спільноті потрібно вже сьогодні активізувати вирішення цієї актуальної проблеми.

До відновлюваних джерел енергії належать періодичні або сталі потоки енергії, що розповсюджуються в природі і обмежені лише стабільністю Землі як космопланетарного елемента: променева енергія Сонця, вітер, гідроенергія, природна теплова енергія тощо.

Потік сонячного проміння на Землю, який отримує енергію завдяки термоядерному синтезу в глибині Сонця – джерело більшості видів відновлюваної енергії, за винятком геотермальної енергії та енергії припливів та відливів. За розрахунками астрономів термоядерні процеси на Сонці будуть відбуватися ще близько п'яти мільярдів років, тому, хоча у фізичному сенсі енергія Сонця не є невичерпною, за масштабами людського життя відновлюваній енергії, що походить від Сонця, виснаження не загрожує.

У сучасному світі сонячна енергія широко використовується для теплопостачання, включаючи гаряче водопостачання і опалення, а також для холодопостачання, кондиціонування повітря, висушування та в інших технологічних процесах. Сонячна енергетика має дещо обмежені можливості використання (залежить від погоди, широти розташування території та ін.), але розвивається досить інтенсивно (до 50 % в рік). В країнах ЄС широко використовуються так називані „сонячні зобов'язання” відносно будівництва з використанням нових сонячних технологій. Це сприяє істотним змінам у житловому фонді, готуючи його до неминучого дефіциту викопного палива, дає потужний сигнал для користувачів і для будівельного бізнесу. Серед заслужованих уваги останніх ініціатив можна назвати проект „Тисяча дахів” у Німеччині (2250 будинків були обладнані фотоелектричними установками)

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					
Розробив		Василенко Б.О.			ВСТУП	Лім.		Арк.	Аркушіє
Керівник		Суржик Т.В.						10	1
Реценз.						ФЕА, ЕД-31			
Н. Контр.		Головко В.М.							
Затвер.		Кудря С.О.							

та програма «Мільйон сонячних дахів» у США. Серед лідерів сонячної енергетики також є Японія та Італія. З огляду на довгострокову перспективу сонячна енергетика в значній частині може забезпечити розв'язання енергетичних проблем у житловому фонді.

Екологічність та перспективність стали приводом для розробки даного проекту – системи ГВП дитячого будинку.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							
Розробив		Василенко Б.О.			ВСТУП			Лім.	Арк.	Аркушіє	
Керівник		Суржик Т.В.								11	1
Реценз.								ФЕА, ЕД-31			
Н. Контр.		Головко В.М.									
Затвер.		Кудря С.О.									

РОЗДІЛ 1
СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 1 СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ	Лім.	Арк.	Аркушів
Розробив		Василенко Б.О.						
Керівник		Суржик Т.В.					12	10
Реценз.						ФЕА, ЕД-31		
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.						

1.1 Стан та перспективи розвитку сонячної енергетики

Як відомо, в останні десятиріччя значна увага світової спільноти приділяється альтернативній і поновлюваній енергетиці. Серед альтернативних джерел найбільш привабливою виглядає енергія Сонця, що мільярди років надходить на Землю. Люди просто зобов'язані взяти під свій контроль і максимально використовувати потік сонячної енергії. Повна кількість сонячної енергії, що надходить на поверхню Землі лише за тиждень, перевищує енергію всіх світових запасів нафти, газу, вугілля та урану. Тому розвиток сонячної енергетики, на довгострокову перспективу, складає одне з першочергових завдань. За термінологією, прийнятою ООН, всі види енергії, в основі яких лежить сонячна, класифікують як поновлювані джерела енергії, які знаходять все більше використання. Ось деякі приклади. В Японії розроблено програми «Сонячне світло» і «Місячне сяйво», в результаті здійснення яких частка альтернативної енергетики країни зросла в декілька разів. За останні тридцять років вартість електроенергії, яку отримують від сонячних батарей зменшилась більш ніж в сто разів. Сонячні енергопанелі для встановлення на даху і стінах вже випускаються серійно і знаходяться там у вільному продажу. В Німеччині, діє урядова програма, що надає податкові пільги виробникам сонячних батарей, які монтуються на дахах будинків. Прийнято закон, згідно з яким кожен громадянин має право отримати безвідсотковий кредит у банку для покупки сонячних батарей потужністю від 3-х до 5-ти кіловат. Одночасно вже кілька років працює програма «Сто тисяч сонячних дахів». Аналогічну програму «Мільйон сонячних дахів» мають США, де існує декілька експериментальних фотоелектричних станцій потужністю від 0,3 до 605МВт, що працюють на енергосистему. У США, центром розвитку сонячної енергетики якої можна вважати Сакраменто, середньорічний приріст потужностей у зазначеній галузі становить приблизно 30%.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
						13
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Як показали реалізовані в останні роки експериментальні проекти, щорічне вироблення теплової енергії в умовах України становить 500 - 600 кВт·год/м². Враховуючи загальноприйнятий на Заході потенціал використання сонячних колекторів для розвинених країн, що дорівнює 1 м² на одну людину, а також продуктивність сонячних установок для умов України, щорічні ресурси сонячного гарячого водопостачання та опалення можуть скласти 28 млрд. кВт·год. теплової енергії. Реалізація цього потенціалу дозволяє заощадити 34 млн. тонн умовного палива (т.у.п.) на рік. І це при тому, що на даний час комунальне господарство України споживає щорічно близько 76 млн. т.у.п. Серед країн колишнього СРСР Україна демонструє рекордний розвиток відновлюваної енергетики. Встановлена потужність електростанцій на основі ВДЕ з 2010 р. зросла в 10 разів і на кінець 2014 р. становила 1462,2 МВт, що відповідає 2,7 % загальної встановленої потужності електростанцій в Україні. З них сонячна енергетика — 818,9 МВт. Загалом за 2014 р. на станціях, що працюють на основі ВДЕ, було вироблено 2 млрд. кВт·год електроенергії[5]. Держава певною мірою підтримує розвиток відновлюваної енергетики, переважно через запровадження низки нормативно-правових актів. Зокрема, в 2009 р., згідно зі змінами до Закону України «Про електроенергетику», в Україні було введено систему стимулювання розвитку відновлюваної енергетики завдяки так званим «зеленим тарифам». У 2015 р. ці тарифи було скориговано з метою запобігання корупційним схемам та збалансування наявної тарифної системи.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.2 Надходження сонячної радіації

Потік сонячного випромінювання, що проходить через площу 1 м^2 , розташовану перпендикулярно потоку випромінювання на відстані однієї астрономічної одиниці від центру Сонця (тобто зовні атмосфери) Землі, дорівнює 1367 Вт/м^2 (сонячна постійна).

Через поглинання атмосферою Землі, максимальний потік сонячного випромінювання на рівні моря — 1020 Вт/м^2 . Середньодобове значення потоку сонячного випромінювання як мінімум в три рази менше (через зміни дня і ночі і зміни кута сонця над горизонтом). Взимку в помірних широтах це значення в два рази менше. Ця кількість енергії з одиниці площі визначає можливості сонячної енергетики.

Перспективи сонячної енергетики також зменшуються внаслідок глобального затемнення — антропогенного зменшення сонячного випромінювання, що доходить до поверхні Землі.

На рисунку 1.1 в місцях, відмічених чорними крапками, зображені сонячні електростанції з ККД 8%, що могли б виробити більше енергії, чим використовується у всьому світі. Інші кольори показують середньорічну (цілодобову) величину сонячної радіації, станом на 2006 рік. Враховується кількість сонячних днів у році, хмарність і тд.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		15

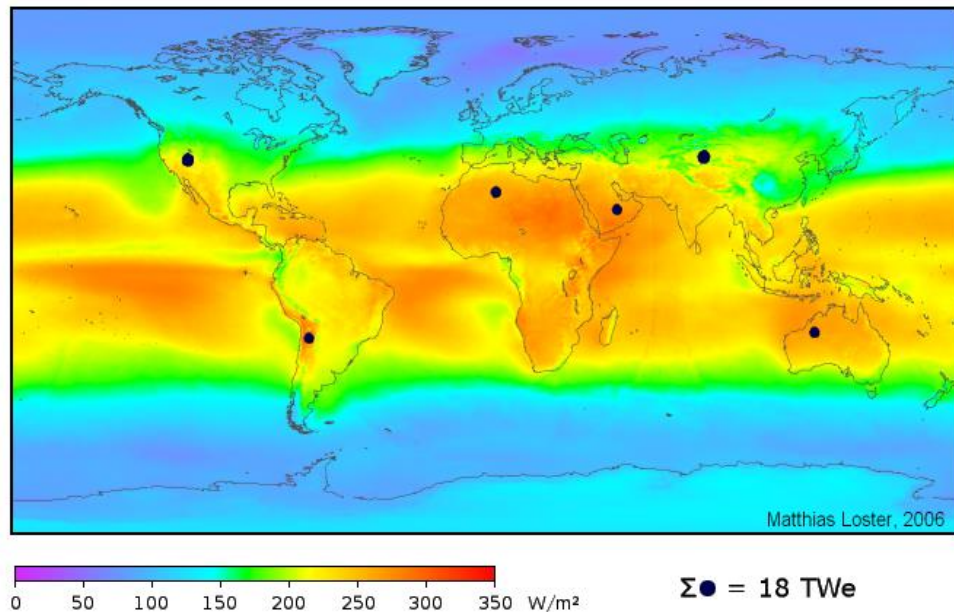


Рисунок 1.1 – Надходження сонячної радіації на земну поверхню

На території України сумарна сонячна радіація зростає з північного заходу (до 4190 МДж/м²) на південний схід (близько 5200 МДж/м²), що зображено на рисунку 1.2. Причому велика кількість сонячної радіації, що складається з прямої та розсіяної, відбивається від поверхні. Відношення відбитої сонячної енергії до сумарної кількості енергії, що надходить на земну поверхню, називається *альбедо Землі*; визначається у відсотках. Показник альбедо на північному заході вищий (близько 25 %), ніж на південному сході та півдні (16-18 %). Особливо значний цей показник за наявності снігового покриву (до 80 %); від водної поверхні сонячна радіація майже не відбивається.

Різниця величин надходження і витрати тепла, зумовлена сонячною радіацією, формує величину радіаційного балансу. В умовах України середня багаторічна величина радіаційного балансу додатня і не перевищує 1700 МДж/м².

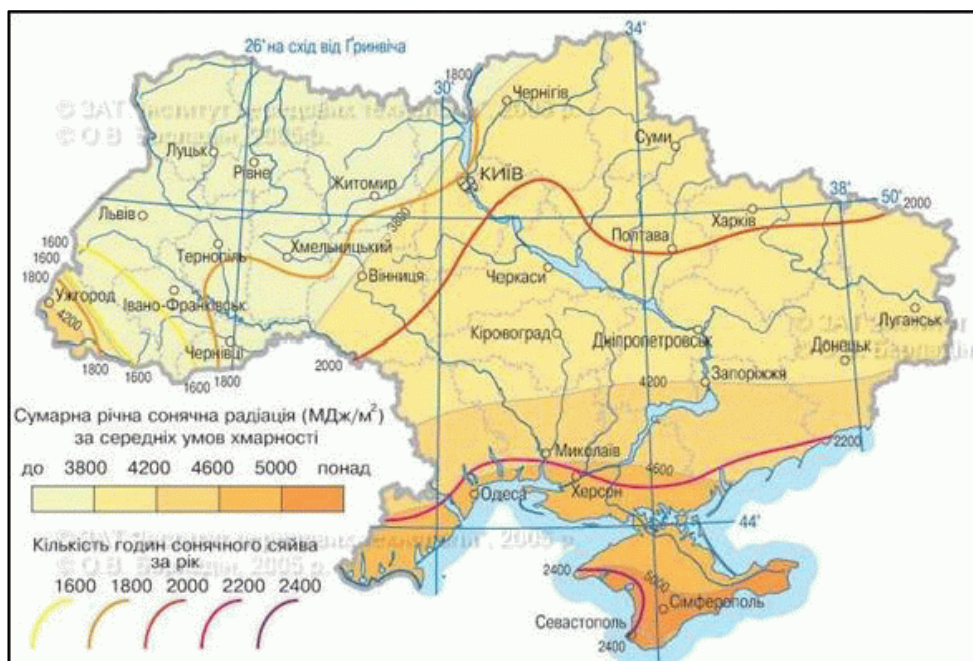


Рисунок 1.2 Сумарна сонячна радіація на території України

1.3 Класифікація систем сонячного теплопостачання та засоби перетворення енергії сонця

Системами сонячного теплопостачання називаються системи, які використовують як джерело теплової енергії сонячну радіацію. Їхньою характерною відмінністю від інших систем низькотемпературного опалення та гарячого водопостачання є застосування спеціального елемента - геліоприймача, призначеного для абсорбції сонячної радіації й перетворення її в теплову енергію. За способом використання сонячної радіації системи сонячного низькотемпературного опалення підрозділяють на пасивні й активні. Пасивними називаються системи сонячного опалення, у яких як елемент, що сприймає сонячну радіацію й перетворює її в теплоту, служать сам будинок або його окремі огороження (будинок-колектор, стіна - колектор, покрівля-колектор і т. п.). Також вони виконують і роль акумулятора.

Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 6.050701.2102.003 ПЗ

Лист

17

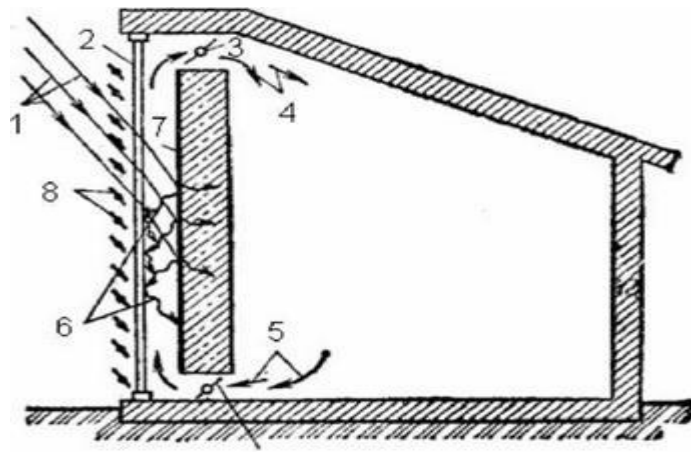


Рисунок 1.3 Пасивна низькотемпературна система сонячного опалення «стіна - колектор»:

1 - сонячні промені; 2 - прозорий екран; 3 - повітряна заслінка; 4 - нагріте повітря; 5 - охолоджене повітря із приміщення; 6 - власне довгохвильове теплове випромінювання масиву стіни; 7 - чорна абсорбуюча поверхня стіни; 8 - жалюзі.

Активними називаються системи сонячного низькотемпературного опалення, у яких геліоприймач є самостійним окремим пристроєм, що не належить до будинку. Активні геліосистеми можуть бути підрозділені: за призначенням (системи гарячого водопостачання, опалення, комбіновані системи для цілей теплохолодопостачання), за видом використовуваного теплоносія (рідинні - вода, антифриз і повітряні) за тривалістю роботи (річні, сезонні) за технічним рішенням схем (одно-, двох-, багатоконтурні).

Повітря є поширеним незамерзаючим у всім діапазоні робочих параметрів теплоносієм. При застосуванні його як теплоносія можливе сполучення систем опалення із системою вентиляції. Однак повітря – теплоносій з малою теплоємністю, що веде до збільшення витрат металу на пристрій систем повітряного опалення в порівнянні з водяними системами. Вода є теплоємним і широкодоступним теплоносієм. Однак при температурах нижче 0°C у неї необхідно додавати незамерзаючі рідини. Крім того, потрібно враховувати, що вода, насичена киснем, викликає корозію трубопроводів і апаратів. Але витрати металу у водяних геліосистемах

значно нижче, що у великому ступені сприяє більше широкому їхньому застосуванню. Сезонні геліосистеми гарячого водопостачання зазвичай одноконтурні й функціонують у літні й перехідні місяці, у періоди з позитивною температурою зовнішнього повітря. Вони можуть мати додаткове джерело теплоти або обходитися без нього залежно від призначення об'єкта, що обслуговується, і умов експлуатації. Геліосистеми опалення будинків зазвичай двоконтурні або найчастіше багатоконтурні, причому для різних контурів можуть бути застосовані різні теплоносії (наприклад, у геліоконтурі - водяні розчини незамерзаючих рідин, у проміжних контурах - вода, а в контурі споживача - повітря). Комбіновані геліосистеми річної дії для цілей теплохолодопостачання будинків багатоконтурні й включають додаткове джерело теплоти у вигляді традиційного теплогенератора, що працює на органічному паливі, або теплового насоса.

Принципова схема системи сонячного теплопостачання наведена на рисунку 1.4

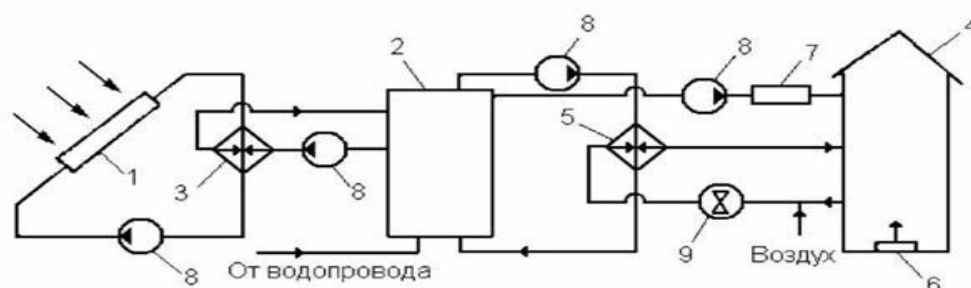


Рисунок 1.4 Принципова схема системи сонячного теплопостачання

1 - сонячний колектор; 2 - бак-акумулятор; 3 - теплообмінник; 4 - будинок; 5 - калорифер; 6 - дублер системи опалення; 7 - дублер системи гарячого водопостачання; 8 - циркуляційний насос; 9 - вентилятор.

Вона включає три контури циркуляції: перший контур, що складається із сонячних колекторів 1, циркуляційного насоса 8 і рідинного теплообмінника 3; другий контур, що складається з бака-акумулятора 2,

циркуляційного насоса 8 і теплообмінника 3; третій контур, що складається з бака-акумулятора 2, циркуляційного насоса 8, водоповітряного теплообмінника (калорифера) 5. Функціонує система сонячного теплопостачання в такий спосіб. Теплоносій (антифриз) теплоприймального контуру, нагріваючись у сонячних колекторах 1, надходить у теплообмінник 3, де теплота антифризу передається воді, що циркулює в міжтрубному просторі теплообмінника 3 під дією насоса 8 другого контуру. Нагріта вода надходить у бак-акумулятор. З бака-акумулятора вода забирається насосом гарячого водопостачання 8, доводить при необхідності до необхідної температури в дублері 7 і надходить в систему гарячого водопостачання будинку. Підживлення бака-акумулятора здійснюється з водопроводу. Для опалення вода з бака-акумулятора 2 подається насосом третього контуру 8 в калорифер 5, через який за допомогою вентилятора 9 пропускається повітря й, нагрівшись, надходить у будинок 4. У випадку відсутності сонячної радіації або недостатчі теплової енергії, вироблюваної сонячними колекторами, в роботу включається дублер 6. Вибір і компонування елементів системи сонячного теплопостачання в кожному конкретному випадку визначаються кліматичними факторами, призначенням об'єкта, режимом теплоспоживання, економічними показниками. Концентруючі геліоприймачі. Як теплоносій використовують воду або масло (вища температура кипіння). Для забезпечення високої ефективності процесу вловлювання й перетворення сонячної радіації концентруючий геліоприймач повинен бути постійно спрямований на Сонце. Із цією метою геліоприймач постачають системою спостереження, що включає датчик напрямку на Сонце, електронний блок перетворення сигналів, електродвигун з редуктором для повороту конструкції геліоприймача у двох площинах.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
						20
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

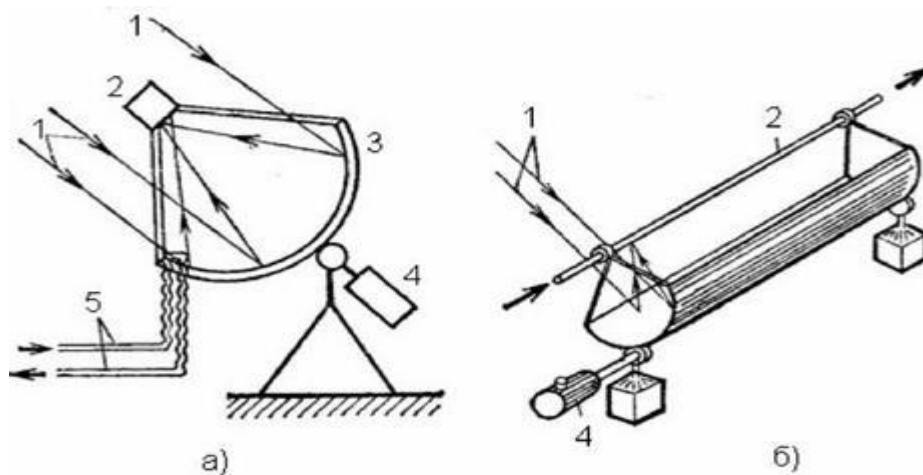


Рисунок 1.5 Концентруючі геліоприймачі: а - параболічний концентратор; б - параболоциліндричний концентратор;

1 - сонячні промені; 2 - теплосприймаючий елемент (сонячний колектор); 3 - дзеркало; 4 - механізм привода системи спостереження; 5 - трубопроводи, що підводять і відводять теплоносій.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВИРОБЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВИРОБЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ		
Розробив		Василенко Б.О.					
Керівник		Суржик Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Головко В.М.					
Затвер.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-31		
					Лім.	Арк.	Аркушів
						22	5

2.1 Вихідні дані

Дитячий будинок, що розташований у місті Чернігові, потрібно забезпечити гарячим водопостачанням протягом року. У будинку проживають 20 дітей.

Кут нахилу колектора геліосистеми до горизонту при цілорічному використанні доцільно, згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010, приймати рівним широті місцевості 51° [3]. Для зручності монтажу приймаю кут 50° .

Холодне водопостачання здійснюється від свердловини глибиною 30 м. ($t_{\text{хв}}=8^\circ\text{C}$).

Згідно ДБНВ 2.5-64:2012 температура гарячої води в дитячому будинку має бути $t_{\text{гв}}=39^\circ\text{C}$, а норма споживання гарячої води на одну дитину – 120 л/добу.

2.2 Розрахунок сонячної радіації[5]

Середньомісячні суми сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню за середніх умов хмарності для м.Чернігів[8]:

Місяць	$I_b, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$I_d, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$\rho, \%$	Місяць	$I_b, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$I_d, \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$	$\rho, \%$
Січень	18	53	74	Липень	295	286	20
Лютий	42	88	74	Серпень	260	234	19
Березень	105	168	65	Вересень	150	168	20
Квітень	173	210	26	Жовтень	70	104	22
Травень	280	264	21	Листопад	19	52	37
Червень	300	298	20	Грудень	10	39	46

Для прикладу буде наведений розрахунок для 16 травня (136 день року).

2.2.1 Розрахуємо схилення Сонця, δ – кутові положення Сонця в сонячний полудень відносно площини екватора:

$$\delta = 23.45^\circ \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284 + n)}{365}\right) \quad (2.1)$$

$$\delta = 23.45^\circ \cdot \sin\left(\frac{360 \cdot (284 + 136)}{365}\right) = 19.031^\circ$$

2.2.2 Кут установки β для систем з дублером обирається 50° .

2.2.3 Розрахуємо $\cos(F)$ та $\cos(\theta)$:

$$\cos(F) = \cos(L) \cdot \cos(\delta) + \sin(L) \cdot \sin(\delta) \quad (2.2)$$

$$\cos(F) = \sin(51.5^\circ) \cdot \sin(19.031^\circ) + \cos(51.5^\circ) \cdot \cos(19.031^\circ) = 0.844$$

$$\cos(\theta) = \cos(\beta) \cdot \cos(F) + \sin(\beta) \cdot \sin(F) \quad (2.3)$$

$$\cos(\theta) = \cos(50^\circ) \cdot 0.844 + \sin(50^\circ) \cdot 0.536 = 0.954$$

2.2.4 Розрахуємо R_b :

$$R_b = \frac{\cos(\theta)}{\cos(F)} = \frac{0.954}{0.844} = 1.13 \quad (2.4)$$

2.2.5 Розрахуємо R_d :

$$R_d = \frac{1 + \cos(\beta)}{2} = \frac{1 + \cos(50^\circ)}{2} = 0.821 \quad (2.5)$$

2.2.6 Розрахуємо R_r :

$$R_r = \frac{1 - \cos(\beta)}{2} = \frac{1 - \cos(50^\circ)}{2} = 0.179 \quad (2.6)$$

2.2.7 Перерахуємо сумарну денну сонячну радіацію на похилу поверхню:

$$I_t = I_b \cdot R_b + I_d \cdot R_d + I \cdot R_r \cdot \rho \quad (2.7)$$

$$I_t = 77.778 \cdot 1.13 + 73.333 \cdot 0.821 + 151.111 \cdot 0.179 \cdot 0.21$$

$$I_t = 153.811 \left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{місяць}} \right)$$

2.2.8 Аналогічно розрахуємо сумарну денну сонячну радіацію на похилу поверхню для кожного місяця. Результати наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків приходу сонячної радіації.

Місяць	$I, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{місяць}}$	Місяць	$I, \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{м}^2\cdot\text{місяць}}$
Січень	30.133	Липень	160.149
Лютий	51.334	Серпень	147.766
Березень	96.543	Вересень	105.887
Квітень	116.563	Жовтень	65.522
Травень	153.811	Листопад	28.221
Червень	161.644	Грудень	19.673

2.3 Розрахунок необхідної та споживаної енергії

2.3.1 Необхідну кількість теплоти для нагріву заданої кількості води до потрібної температури, розрахуємо як:

$$Q_H = c_p \cdot m \cdot n \cdot (t_r - t_x) \quad (2.8)$$

$$Q_H = \frac{4.2}{3600} \cdot 120 \cdot 20 \cdot (39 - 8) = 86.8 \left(\frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{добу}} \right)$$

2.3.2 Визначимо необхідну площу поглинаючої поверхні СК.

Оскільки в нас система з дублером, то згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010[3], $Q_{\text{необх}}$ будемо розраховувати по місяцю з максимальним приходом радіації, в нашому випадку це червень.

$$S_H = \frac{Q_H \cdot 30}{I_t \cdot \eta} = \frac{86.8 \cdot 30}{161.644 \cdot 0.8} = 20.137 \text{ (м}^2\text{)} \quad (2.9)$$

де η - коефіцієнт корисної дії СК.

Потрібна кількість сонячних колекторів $n_{\text{СК}}$:

$$n_{\text{СК}} = \frac{S_H}{S_{\text{СК1}}} = \frac{19.612}{2.57} = 7.835 \quad (2.10)$$

де $S_{\text{СК1}}$ - площа поглинаючої поверхні одиничного СК, м^2 .

Приймаємо кількість сонячних колекторів рівним 8.

Кількість теплоти, яку можемо отримати від геліосистеми:

$$Q_{\text{отр}} = I \cdot \eta_{\text{СК}} \cdot S_{\text{СК}} \cdot n_{\text{СК}} \quad (2.11)$$

$$Q_{\text{отр}} = 161.644 \cdot 0.8 \cdot 2.57 \cdot 8 = 2659 \left(\frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{місяць}} \right)$$

Аналогічно розрахуємо для інших місяців. Результати в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Виробіток та споживання енергії

Місяць	Виробіток	Споживання	Місяць	Виробіток	Споживання
Січень	496	2691	Липень	2634	2691
Лютий	844	2430	Серпень	2430	2691
Березень	1588	2691	Вересень	1742	2604
Квітень	1917	2604	Жовтень	1078	2691
Травень	2530	2691	Листопад	464	2604
Червень	2659	2604	Грудень	324	2691

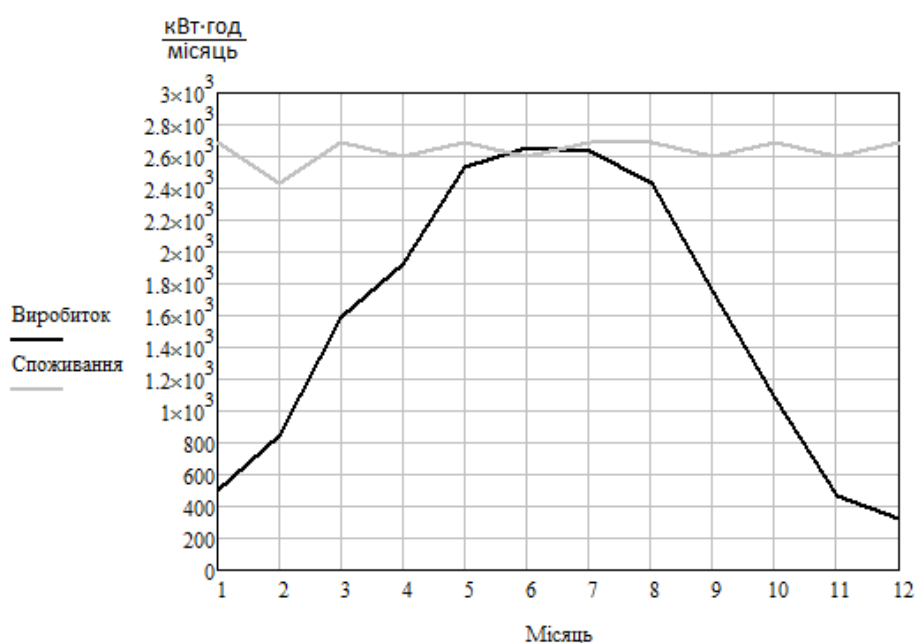


Рисунок 2.1 – Виробіток та споживання енергії

РОЗДІЛ 3
РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО		
Розробив		Василенко Б.О.					
Керівник		Суржик Т.В.					
Реценз.							
Н. Контр.		Головко В.М.					
Затвер.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-31		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						27	9

3.1 Розробка системи гарячого водопостачання.

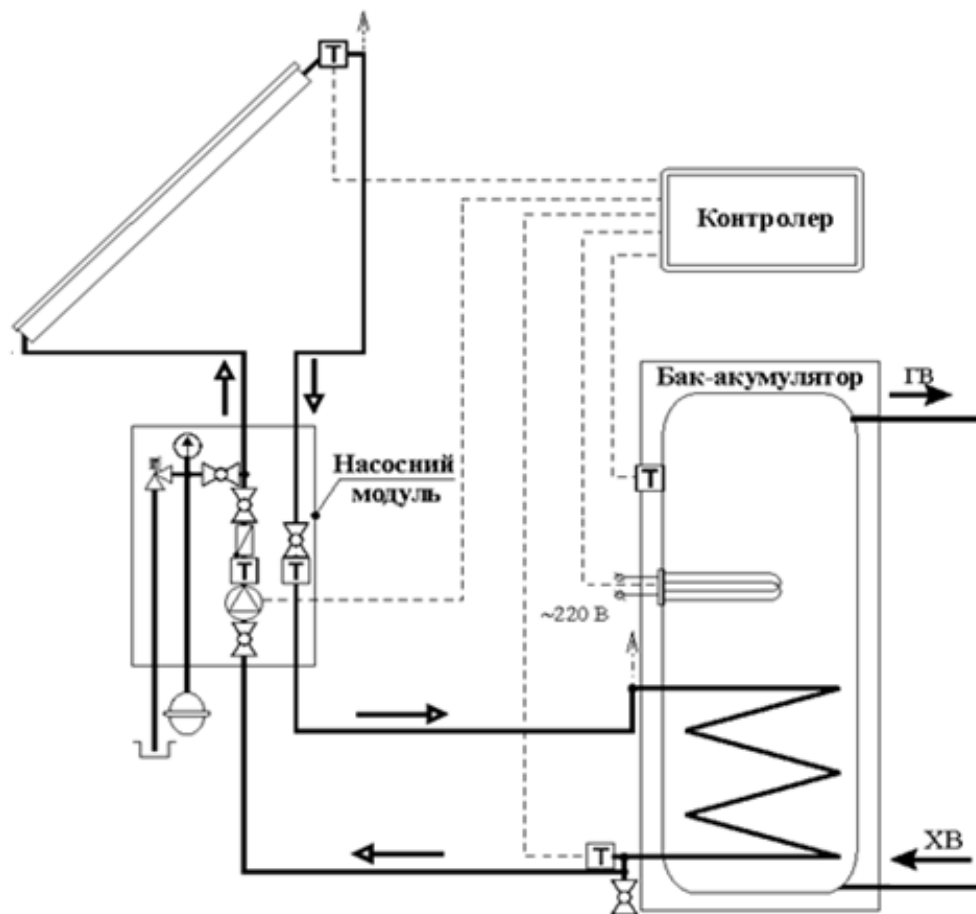


Рисунок 3.1 – Принципова схема ГВП

Умовні позначання:

-  - відокремлювач повітря;
-  - циркуляційний насос;
-  - зворотній клапан;
-  - датчик температури;
-  - манометр;
-  - бак-розшиювач
-  - запобіжний клапан;
-  - приймально-заправна ємність;
-  - шаровий вентиль.

3.1.1 Принцип роботи системи ГВП

В поглинаючій панелі колектора, а саме абсорбері, під дією сонячного випромінювання (інфрачервоної складової), відбувається перетворення сонячної енергії в теплову. У результаті панель нагрівається, а рідкий теплоносіє, який прокачується через неї за допомогою насоса, відбирає отримане тепло. Тепло передається теплоносієм в бак-акумулятор завдяки вбудованому в нижній частині баку теплообміннику. Нагріта в баку вода за законом природної конвекції піднімається у верхню частину баку-акумулятора та надходить до споживача, після цього охолоджений теплоносіє повертається у колектор та знову нагрівається, і, таким чином, цикл замикається.

3.1.2 Необхідне обладнання

Для циркуляції теплоносія в контурі геліоколектора потрібно обрати циркуляційний насос. Бак-розширювач обирається для компенсації зміни об'єму теплоносія в контурі сонячного колектора при температурному розширенні. Для керування процесом нагрівання від сонця та контролю стану геліосистеми обираємо контролер.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		29

3.2 Колектор сонячної енергії

Був вибраний колектор Enersun-20 українського виробництва

Таблиця 3.1 - Характеристики колектора Enersun-20

№	Назва показників	Значення
1	Габарити колектора, мм:	2050x1560
2	Специфікація трубок ØхД, мм	58x1800
3	Площа абсорбера колектора, м ²	2.57
4	Матеріал корпусу	Алюміній
5	Матеріал абсорбера колектора	Мідь
6	Гарантійний термін	15 років
7	Строк експлуатації	>30 років
8	Країна виробник	Україна
9	ККД колектора	0.8

3.3 Теплоносій

Був вибраний теплоносій Altek Solar 30 - не токсична рідина, практично без запаху, яка містить інгібітори (сповільнювачі) корозії та стабілізатори.

Склад теплоносія:

Пропілень гліколь (1,2 - пропандіол);

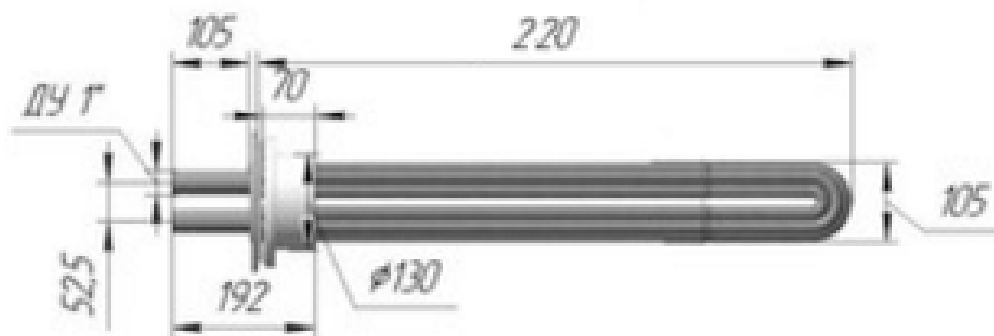
Дистильована (чи демінералізована) вода;

Пакет присадок (стабілізуючі, антикорозійні, антипінні) засоби

Антикорозійна система включає у себе всі основні види металів - мідь, алюміній, нержавіюча сталь, сталь, чугун, латунь та ін. Не допускається змішування теплоносія Altek Solar 30 із іншими теплоносіями. Також містить флуорисцентну добавку яка об'єднує контроль герметичності з'єднань.

3.4. Теплообмінник

Був вибраний теплообмінник ЕСО-TU1 блочного типу з нержавіючої хромонікелевої гофрованої харчової сталі AISI 304



3.5 Розрахунок та вибір циркуляційного насосу

Розрахунок проводжу по спрощеній методиці[2].

Приймаємо масову витрату на рівні $15 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{год}$, знайдемо масову витрату для всіх колекторів:

$$G = g \cdot S_{CK} \cdot n_{CK} = 15 \cdot 2.57 \cdot 8 = 822.4 \left(\frac{\text{кг}}{\text{год}} \right) = 0.822 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right) \quad (3.1)$$

де g – питома масова витрата води, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{год}$;

n_{CK} – кількість СК, шт.;

S_{CK} – площа одного СК, м^2 .

Гідравлічний опір одного СК дорівнює $0,003 \text{ МПа}$, Загальний опір системи буде:

$$\Delta P = 102 \cdot n_{CK} \cdot 0.003 + h = 102 \cdot 8 \cdot 0.003 + 5 = 7.45 \text{ (м вод. ст.)} \quad (3.2)$$

де R_{CK} – гідравлічний опір одного СК, МПа ;

h – статична висота колектора, м вод. ст.

За значенням витрати води та перепадом тиску обираємо насос типу BPS 20-12S. Даний насос представлений на рисунку 3.2. Технічні характеристики насоса приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Основні технічні характеристики насоса BPS 20-12S

Напруга живлення, <i>В</i>	220
Частота, <i>Гц</i>	50
Максимальний тиск, <i>бар</i>	10
Діапазон робочих температур, <i>°С</i>	-25...140
Максимальна продуктивність	35 л/хв
Країна виробник	Китай
Максимальна потужність, <i>кВт</i>	0.17



Рисунок 3.2 – Циркуляційний насос BPS 20-12S

3.6 Насос заправки і підживлення системи

Цей насос застосовується для:

- заповнення первинного контура теплоносієм;
- перекачування промивальних рідин системи;
- підживлення першого контуру теплоносієм у разі втрати тиску.

Підходить будь-який ручний або електричний насос з достатнім тиском. Треба врахувати, що в системах з запобіжним клапаном на 600 кПа, що заповнює тиск 350 кПа (3,5 бар).

3.7 Розрахунок та вибір бака-розширювача

Номінальний об'єм мембранного бака-розширювача розраховується по рівнянню:

$$V_n = \frac{(V_v + V_2 + N \cdot V_k) \cdot (P_d + 1)}{P_d - (P_N + 0.5)} = 21.65 \text{ (л)} \quad (3.3)$$

де $V_v = 0,005 \cdot V_A = 0,2$ – об'єм запобіжного теплоносія, л;

$V_A = 45$ – наливний об'єм установки, л;

$V_2 = V_A \cdot \beta = 2,44$ – збільшення об'єму при нагріві установки, л;

β – коефіцієнт розширення (для води 0,04);

$P_d = 6$ – допустимий кінцевий надлишковий тиск, бар;

$P_N = 1,5 + 0,1 \cdot h = 2$ – надлишковий тиск азоту на вході баку, бар;

$N = 8$ – кількість колекторів, шт.;

$V_k = 1,1$ – об'єм колектора, л;

Обираємо бак-розширювач CAL-PRO 24 3/4".

3.8 Контролер SintSolar K 4

Контролер - обов'язковий елемент геліосистем з примусовою циркуляцією теплоносія. Він призначений для управління процесом нагріву від сонця і контролю стану геліосистеми, а також, залежно від контролера, може управляти і іншими теплотехнічними процесами в загальній системі. контролер отримує інформацію від датчиків температури (один з яких обов'язково знаходиться в сонячному колекторі) і вибирає необхідний режим роботи. Ефективність і безпека геліосистеми значною мірою залежать від контролера: правильності закладених алгоритмів роботи геліосистеми, надійності елементів.



Рисунок 3.3 - Загальний вигляд контролера SintSolar K4

Переваги контролера SintSolar K4:

- можливість автоматичного регулювання швидкості протоки теплоносія залежно від різниці температур (реалізована у усіх моделях контролерів). В результаті система працює стабільніше, швидше, досягаються необхідні температури, забезпечується додаткове вироблення теплової енергії за рахунок збільшення часу роботи системи в ранкові, вечірні години і в похмуру погоду, а також досягається економія електроенергії за рахунок зниження споживаної потужності циркуляційним насосом;

- універсальність. Всі моделі контролерів можна використовувати в геліосистемах різного призначення, наприклад: ГВП, нагрів води в басейні, опалювання;
- висока надійність. Досягається завдяки оптимально підібраним комплектуючим, ув'язненим в герметичний полікарбонатний корпус, який забезпечує захист від прямого попадання струменів води (клас захисту IP65). Кожен контролер піддається жорстким випробуванням, для виявлення можливих несправностей ще на етапі виготовлення;
- простота контролю режимів системи. За допомогою індикації на передній панелі легко контролювати стан системи, контролер не потребує постійного налаштування, всі необхідні установки монтажної організація здійснює в процесі монтажу.

Функціональні особливості:

- аналізує інформацію від 2-х датчиків температури;
- можливість автоматичного регулювання швидкості потоку теплоносія;
- захист від перегріву;
- захист устаткування від високих температур;
- контроль аварійних ситуацій;
- режим відтаювання колекторів;
- світлодіодна індикація;
- монтаж на DIN-рейку, клемне підключення проводів;
- клас захисту IP-20.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
						35
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ			
Розробив		Василенко Б.О.						
Керівник		Суржик Т.В.						
Реценз.								
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.			ФЕА, ЕД-31			
					Літ.	Арк.	Аркуші	
						36	23	

4.1 Введення в дисципліну

Охорона праці – система забезпечення безпеки життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, санітарно-гігієнічні, психофізичні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи. Функціями охорони праці є дослідження санітарії та гігієни праці, проведення заходів щодо зниження впливу шкідливих чинників на організм працівників у процесі праці. Основним методом охорони праці є використання техніки безпеки. При цьому вирішуються дві основні задачі: створення машин та інструментів, при роботі з якими виключена небезпека для людини, і розробка спеціальних засобів захисту, що забезпечують безпеку людини в процесі праці, а також проводиться навчання працюючих безпечним прийомам праці та використання засобів захисту, створюються умови для безпечної роботи. Об'єктом охорони праці є здоров'я і працездатність людини, а предметом – засоби і заходи, спрямовані на їхнє збереження. Правові заходи охоплюють законодавчі акти загального та спеціального призначення. До загальних законодавчих актів з питань охорони праці належать:

- конституція України;
- кодекс законів про працю;
- закон України «Про охорону праці»;
- закон України “Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”.

Дія загальних законодавчих актів поширюється на всі об'єкти господарювання незалежно від форм власності та видів їхньої діяльності. Спеціальними законодавчими актами є державні нормативні акти

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
						37
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

з охорони праці (ДНАОП). Спеціальні законодавчі акти з питань охорони праці охоплюють:

- Державні стандарти безпеки праці;
- Міжгалузеві та галузеві нормативні акти з питань охорони праці (Будівельні норми і правила, Санітарні норми, Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, Правила пожежної безпеки та ін.);

Нормативні акти, що діють в межах об'єкта господарювання (Положення про систему управління охороною праці на об'єкті господарювання, Положення про службу охорони праці на об'єкті господарювання, Положення про комісію з питань охорони праці на об'єкті господарювання, Положення про роботу уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, Положення про навчання і перевірку знань з охорони праці, Положення про порядок атестації робочих місць щодо їхньої відповідності нормативним актам з питань охорони праці та ін.).

Вимогам нормативних актів з охорони праці мають відповідати:

- умови праці на кожному робочому місці;
- безпека технологічних процесів, машин, механізмів, обладнання й інших засобів виробництва;
- стан засобів колективного та індивідуального захисту;
- санітарно-побутові умови.

Нормативно – правові акти з охорони праці є обов'язковими до виконання, в умовах виробничої діяльності, будь – якими суб'єктами господарювання.

Повний перелік чинних нормативних документів з охорони праці в Україні наведено в «Державному реєстрі міжгалузевих та галузевих актів про охорону праці», який діє з 1995 р. Він включає 2000 нормативних актів (правил, норм, положень, інструкцій тощо), а також 350 міждержавних

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		38

стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБТ) і близько 40 Державних стандартів України (ДСТУ).

Функцію головної організації з опрацювання ДНАОП виконує Національний науково-дослідний інститут охорони праці, який входить до системи органів державного нагляду за охороною праці.

Сфера дії спеціальних законодавчих актів поширюється на окремі галузі виробництва, окремі види господарсько-економічної діяльності та окремі об'єкти господарювання.

Соціально-економічні заходи передбачають використання економічних методів управління охороною праці і охоплюють:

- обов'язкове соціальне страхування працівників від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- пільги і компенсації за роботу в шкідливих і небезпечних умовах праці.

Організаційно-технічні заходи спрямовані на забезпечення такого рівня організації праці та таких інженерно-технічних рішень з безпеки праці, які б унеможливили вплив на працівників шкідливих та небезпечних виробничих чинників під час трудової діяльності.

Санітарно-гігієнічні заходи передбачають проведення наукових досліджень щодо впливу виробничих чинників на здоров'я людини та встановлення граничнодопустимих рівнів цих чинників на робочих місцях, а також проведення лабораторних досліджень з метою встановлення відповідності умов праці на робочих місцях вимогам нормативних актів з питань охорони праці.

Лікувально-профілактичні заходи передбачають обов'язкове проходження попереднього та періодичних медичних оглядів для певних категорій працівників з метою збереження їхнього здоров'я чи здоров'я людей, які контактують з ними, а також особливі вимоги до охорони праці жінок, неповнолітніх осіб та інвалідів.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		39

Крім загальних законів України, правові відносини у сфері охорони праці регулюються спеціальними законодавчими актами, указами і розпорядженнями Президента України, рішеннями уряду України, нормативними актами міністерств та інших центральних органів державної виконавчої влади. Сьогодні проводиться значна робота з питань вдосконалення законодавчої бази з питань охорони праці, адаптації українського законодавства з охорони праці до вимог Європейського Союзу.

4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів на виробництві

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні.

Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать:

- рухомі машини та механізми;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- пересувні частини робочого устаткування;
- підвищена чи знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони;

- підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації;
- підвищені чи знижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря;
- небезпечне значення напруги в електричному колі;
- підвищена напруженість електричного чи магнітного полів;
- відсутність чи нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні;
- подразнюючі сенсibiliзуючі;
- канцерогенні;
- мутагенні такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційне перевантаження).

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп. Дія окремих

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		41

несприятливих факторів виробничого середовища може призвести до виробничої травми – порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

Часто травма є наслідком нещасного випадку. Нещасний випадок на виробництві – раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, внаслідок яких заподіяна шкода здоров'ю людини.

Наслідком дії несприятливих виробничих факторів може бути й професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації.

Сонячний колектор - установка для прямого перетворення енергії Сонця в теплову енергію. Важливою частиною геліоустановки під час монтажу є підтримуюча конструкція для сонячних колекторів. Комбінація підтримуючої конструкції з сонячними модулями повинна витримувати пориви вітру та інші несприятливі дії навколишнього середовища.

До основних небезпек в цій сфері можна віднести електрозварювальні роботи під час монтажу. Також, через те, що геліоколектори зазвичай встановлюють в регіонах з теплим кліматом, то робітники повинні знати про ризик отримання теплового удару – патологічного стану, що супроводжується сильним головним болем, головокружінням, загальною слабкістю, зблідненням, сповільненням рухів. В такому стані є можлива нудота, блювання, короткочасна втрата свідомості, підвищення температури тіла до +40 - +41°C. В такому випадку працівник повинен мати на головний убір, одягатися в світлих тонів одяг, щоб відбивав сонячні промені, часто вживати воду і не перебувати довго при прямих сонячних променях.

4.3 Дія електричного струму на організм людини

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		42

Дія електричного струму на організм людини може спричинити ураження, що залежать від роду та значення струму, а також від тривалості і місця його дії.

Людина починає відчувати дію струму, що проходить через неї, при малому значенні цього струму 0,6 - 1,5 мА промислової частоти 50 Гц і 5 - 7 мА при постійному струмі. Такий струм називається відчутнішим струмом. Емпірично встановлено, що 50 % людей відчують струм, починаючи з 1,11 мА (50 Гц). При збільшенні струму, що проходить через тіло людини, подразнювальна дія підсилюється і при значенні змінного струму частотою 50 Гц рівному 5 - 25 мА (50 - 80 мА при постійному струмі) відбувається мимовільне скорочення м'язів (судоми) рук, в результаті чого людина не може забрати руку, котра торкається струмоведучої частини, тобто вона не в змозі самотійно порушити контакт з струмоведучою частиною. Пороговий невідпускаючий струм для 50 % людей становить 15 мА. При більших значеннях струму руки паралізуються, утруднюється дихання і може настати фібриляція серця - безладні скорочення серцевих волокон (фібрил) м'язу, в результаті яких серце перестає нормально працювати і припиняється кровообіг. Чим більший струм, тим швидше настає порушення роботи легень та серця і при струмі 157 мА (50 Гц) через 2 - 3 с настає фібриляція серця у 50 % людей. Такий струм називається пороговим фібриляційним струмом.

Гранично допустимі значення струмів через тіло людини за нормальної роботи електропристрою при змінному струмі 50 Гц - 0,3 мА, 400 Гц - 0,4 мА, при постійному струмі 1 мА.

4.4 Аналіз включення людини в електричне коло

У процесі експлуатації електроустановок не виключена можливість дотику людини до струмопровідних частин, які перебувають під напругою. В більшості випадків небезпечне доторкання до струмопровідних частин трапляється, коли людина стоїть на землі, а взуття має деяку

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		43

електропровідність. Людина включившись в електричне поле може отримати електричну травму з летальним наслідком. небезпека електричної напруги оцінюється силою уражуючого струму. Розрахуємо силу уражуючого струму для найбільш характерних схем включення людини в електричне коло.

1 – ий випадок

Однофазний прямий дотик до струмовідних частин в мережі напругою 0,4кВ з глухозаземленою нейтраллю в нормальному режимі:

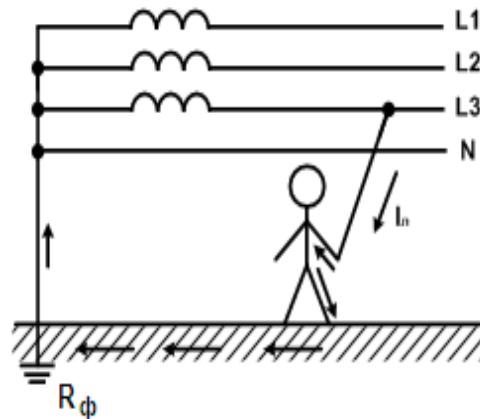


Рисунок 4.1 – Схема увімкнення людини в коло при однофазному прямому дотику до мережі 0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю в нормальному режимі.

Розрахунок струму:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{л}}} = \frac{220}{1700} = 0.129 \text{ (A)} \quad (4.1)$$

2 – ий випадок

Однофазний прямий дотик до струмовідних частин в мережі напругою 0,4кВ з глухозаземленою нейтраллю в аварійному режимі:

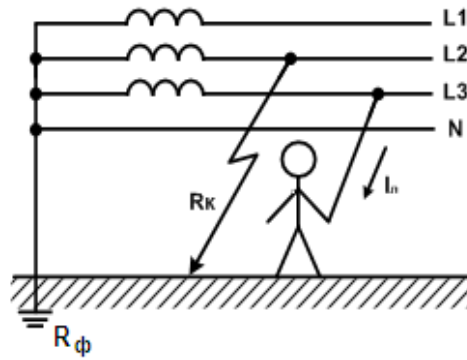


Рисунок 4.2 – Схема увімкнення людини в коло при однофазному прямому дотику до мережі 0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю в аварійному режимі.

Розрахунок струму:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{л}}} = \frac{2}{3} \frac{U_{\text{л}}}{R_{\text{л}}} = 0.149 \text{ (A)} \quad (4.2)$$

3 – й випадок

Двофазний прямий дотик людини до струмовідних частин в мережі напругою 0,4кВ:

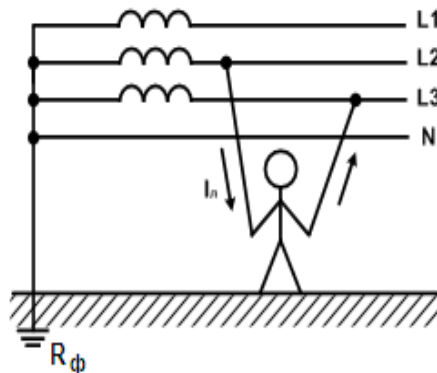


Рисунок 4.3 – Схема увімкнення людини в коло при двофазному прямому дотику до мережі 0,4 кВ.

Розрахунок струму:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{л}}}{R'_{\text{л}}} = 0.38 \text{ (A)} \quad (4.3)$$

4 – ий випадок

Прямий дотик до фазного і нульового проводів в мережі напругою 0,4кВ:

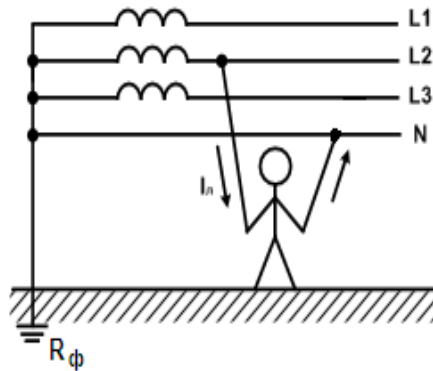


Рисунок 4.3 – Схема увімкнення людини в коло при прямому дотику до фазного і нульового проводів мережі 0,4 кВ.

Розрахунок струму:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi}}{R'_{\text{л}}} = 0.22 \text{ (A)} \quad (4.4)$$

Примітка 1: прийняті наступні позначення розрахункових величин:

$$U_{\phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ – фазна напруга в мережі, В;}$$

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ – лінійна напруга в мережі, В;}$$

$R_{\text{л}} = 1,7$ – опір кола людини при однофазному дотику при нормальному та аварійному стані мережі, кОм ;

$R'_{\text{л}} = 1$ – опір кола людини при двохфазному дотику та при однофазному дотику до фазного і нульового проводів, кОм ;

4.5 Пожежна безпека

Інструкція про заходи пожежної безпеки розроблена відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» і встановлює правила дотримання пожежної безпеки в усіх будинках, будівлях, спорудах, виробничих, службових, складських, допоміжних та інших приміщеннях підприємств усіх форм власності та підпорядкування.

1. Загальні положення

1.1. Інструкція про заходи пожежної безпеки (далі - Інструкція) розроблена відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» і встановлює правила дотримання пожежної безпеки в усіх будинках, будівлях, спорудах, виробничих, службових, складських, допоміжних та інших приміщеннях підприємств усіх форм власності та підпорядкування.

1.2. Працівники підприємств, установ та організацій зобов'язані:

- дотримуватися вимог пожежної безпеки;
- не допускати дій, які можуть призвести до виникнення пожежі;
- знати й дотримуватися усіх вимог нормативних актів пожежної безпеки та цієї інструкції;
- виконувати вказівки керівників та відповідальних за пожежну безпеку;
- після закінчення роботи прибирати робочі місця від горючих відходів, знеструмлювати електроспоживачі, які за умовами виробництва не повинні працювати в неробочий час;
- вміти застосовувати наявні засоби пожежогасіння, знати порядок дій у разі виникнення пожежі.

1.3. Відповідальність за дотримання протипожежного режиму в приміщеннях підрозділів підприємства покладається на керівників

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		47

підрозділів та осіб, відповідальних за пожежну безпеку, а в неробочий час - на чергових (охоронців).

1.4. Під час зміни чергові зобов'язані перевіряти:

- протипожежний стан приміщень, які вони охороняють;
- справність засобів зв'язку, сигналізації та засобів пожежогасіння.

1.5. У разі виявлення порушень вимог пожежної безпеки черговий зобов'язаний повідомити керівництво й ужити заходів щодо їх усунення.

1.6. Керівник підприємства зобов'язаний:

- контролювати виконання усіма працівниками вимог цієї Інструкції;
- проводити інструктажі з питань пожежної безпеки;
- періодично перевіряти стан пожежної безпеки на об'єкті та перебіг чергування;
- забезпечити утримання у справному стані засобів пожежогасіння та шляхів евакуації.

Інструкція є обов'язковою для вивчення й виконання всіма працівниками.

2. Основні вимоги пожежної безпеки

2.1.1. До всіх будівель і споруд слід забезпечити вільний доступ.

2.1.2. На території на видних місцях повинні бути розміщені таблички із зазначенням на них порядку виклику пожежної охорони, знаки із зазначенням місць установа первинних засобів пожежогасіння.

2.1.3. Для всіх будинків, будівель, споруд тощо та приміщень виробничого, складського призначення й лабораторій необхідно визначати категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки за ОНТП 24-86 і класи зон за ДНАОП 0.00.1-32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ПБЕ)».

2.1.4. На входних дверях у зазначених приміщеннях слід розміщати таблички із зазначенням категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки та класу зони.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		48

2.1.5. Усі працівники зобов'язані вміти користуватися вогнегасниками та внутрішніми пожежними кранами.

2.1.6. Горище, вентиляційні камери, електрощитові та інші технічні приміщення не повинні використовуватися не за призначенням (для зберігання меблів, устаткування, інших сторонніх предметів).

2.1.7. Двері горищ, підвальних приміщень, технічних поверхів, вентиляційних камер, електрощитових слід утримувати замкненими. На дверях цих приміщень повинно бути вказане місце зберігання ключів.

2.1.8. Стан вогнезахисної обробки слід перевіряти не рідше одного разу на рік зі складанням акта перевірки.

2.1.9. Зберігання різних речовин і матеріалів у складських приміщеннях повинно здійснюватися з урахуванням їхніх пожежонебезпечних фізико-хімічних властивостей і сумісності. Спільне зберігання легкозаймистих і горючих рідин з іншими матеріалами (речовинами), зберігання кислот у місцях, де можливе їх стикання з речовинами органічного походження, не дозволяється.

2.1.10. Приміщення, де використовуються персональні комп'ютери, слід оснащувати переносними вуглекислотними або порошковими вогнегасниками місткістю 3,0 л. із розрахунку: один вогнегасник на кожні 20м² площі підлоги захищеного приміщення. Персональні комп'ютери після закінчення роботи на них повинні відключатися від електромереж.

2.1.11. Спецодяг працюючих із лаками, фарбами та іншими ЛЗР і ГР слід своєчасно прати й ремонтувати, зберігати у розвішеному вигляді в металевих шафах, установлених у спеціально відведених приміщеннях.

2.1.12. Розводити багаття, застосовувати відкритий вогонь на території та в приміщеннях забороняється.

2.1.13. Електрозварювальні та інші роботи, пов'язані із застосуванням відкритого вогню, допускаються тільки з письмового дозволу керівника (власника) або особи, яка виконує його обов'язки.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		49

2.1.14. Правила утримування технічних засобів протипожежного захисту.

2.1.15. Будівлі й приміщення повинні оснащуватись установками пожежної сигналізації (УПС) та автоматичними установками пожежогасіння (АУП) відповідно до вимог чинних нормативних документів.

2.1.16. Усі установки повинні бути справними, утримуватися в робочому стані та мати сертифікати відповідності.

2.1.17. Силове й освітлювальне електроустаткування, електропроводка та інші споживачі електроенергії повинні виконуватися та експлуатуватися відповідно до ПУЕ, ПБЕ та Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів.

2.1.18. Електропроводка, розподільні пристрої, апаратура, електрообладнання, вимірювальні прилади, а також запобіжні пристрої різного типу, рубильники та інші пускові апарати й пристрої слід монтувати на негорючих основах (текстоліт, гетинакс та інші матеріали).

2.1.19. Розподільні електрощити, електродвигуни та пускорегулювальні апарати необхідно періодично оглядати та очищати від пилу. Приєднання нових споживачів електричної енергії (електродвигунів та іншого електрообладнання) повинно проводитися з відома відповідального за експлуатацію електрогосподарства. Зіпсовані електроапарати та прилади, які можуть спричинити коротке замикання, слід терміново ремонтувати або замінити на інші.

2.1.20. Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням номінального струму вставки (клеймо заводу-виробника або електричної лабораторії). Використання саморобних некаліброваних плавких вставок забороняється.

2.1.21. Заміри опору ізоляції в силових та освітлювальних мережах необхідно проводити не рідше одного разу на два роки.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		50

2.1.22. Під час вечірньої перевірки службових приміщень і робочих кабінетів черговий електрик зобов'язаний знеструмити електрообладнання, електроапаратуру та інші електричні прилади, перебування яких у нічний час під напругою необов'язкове.

2.1.23. Обігрівання приміщень повинно здійснюватися тільки центральним водяним опаленням.

2.1.24. Приміщення вентиляційних установок слід завжди утримувати в чистоті. У разі виникнення пожежі потрібно негайно вимкнути (відключити) вентиляційну систему (за відсутності її аварійного відключення).

2.1.25. Вентиляційні камери, шахти та повітроводи необхідно очищати від горючих предметів і пилу не рідше ніж 2 рази на рік та після капітального ремонту. Зберігання горючих матеріалів у вентиляційних камерах та використання камер для інших потреб забороняється.

2.1.26. Порядок огляду, приведення до пожежобезпечного стану і закриття приміщень, корпусів, будівель тощо після закінчення роботи.

2.1.27. Після закінчення роботи працівники повинні впорядкувати робочі місця, зачинити вікна й вимкнути електроживлення приладів та обладнання, якими вони користувалися (настільні лампи, друкарські та лічильні машинки, вентилятори, побутові кондиціонери, комп'ютери, радіоприймачі й т. ін).

2.1.28. Відповідальний за пожежну безпеку після закінчення роботи зобов'язаний оглянути приміщення, пересвідчитись у тому, що нема порушень, які можуть призвести до пожежі, перевірити відключення електроприладів, обладнання, освітлення.

3. Обов'язки та дії працівників у разі виникнення пожежі

3.1. У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це пожежно-рятувальну службу за телефоном

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		51

«101», вказати при цьому точну адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;

- вжити (по можливості) заходів щодо евакуації людей і матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння;
- повідомити про пожежу керівника (власника).

3.2. Керівник (власник), якого повідомлено про виникнення пожежі, зобов'язаний:

- перевірити, чи викликана пожежно-рятувальна служба;
- перевірити, чи людей оповіщено про пожежу;
- вимкнути (за необхідності) струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, вивести за межі небезпечної зони всіх осіб, які не беруть участь у ліквідації пожежі;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;
- організувати зустріч підрозділів пожежно-рятувальної служби, надати їм допомогу під час локалізації та ліквідації пожежі.

3.3. Після прибуття на пожежу пожежних підрозділів забезпечити безперешкодний доступ їх до місця виникнення пожежі.

3.4. Якщо є потерпілі, необхідно надати першу (долікарську) допомогу, викликати лікаря або вжити заходів щодо транспортування їх у найближчий медичний заклад.

РОЗДІЛ 5
ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЛІОСИСТЕМИ

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	РОЗДІЛ 5 ОЦІНКА ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літ.	Арк.	Аркуші
Розробив		Василенко Б.О.					53	3
Керівник		Суржик Т.В.				ФЕА, ЕД-31		
Реценз.								
Н. Контр.		Головко В.М.						
Затвер.		Кудря С.О.						

5.1 Специфікація

Таблиця 5.1 - Кошторис затрат на систему ГВП

№	Найменування товару	Кіл-ть	Ціна, грн	Сума, грн
1	Сонячний колектор Enersun-20	8	9000	72000
2	Опорна конструкція на плоский дах	8	1650	13200
3	Циркуляційний насос BPS 20-12S	1	1530	1530
4	Контроллер SintSolar K4	1	2390	2390
5	Труба мідна 22x1	20	226	13571
6	Теплоізоляція для труб, каучук НТ, товщина 19 мм	20	173	1387
7	Бак-розширювач CAL-PRO 24 3/4"	1	864	864
8	Теплоносій Altek Solar 30	60л	550	3300
9	Теплообмінник ECO-TU1	1	3500	3500
Загальна вартість обладнання:				103234
9	Затрати на проектні та монтажні роботи (15% від вартості обладнання)			15485
Загальна сума з врахуванням експлуатаційних витрат (1,5%):				120268

5.2 Економічна доцільність та окупність системи

Економічну доцільність розглянемо в порівнянні з електричним нагрівом.

Кількість енергії, яка виробляється системою за сезон: $Q_{\text{вироб}} = 23310$ кВт·год.

Вартість 1 кВт·год з 01.03.2017 становить $P = 90$ коп. для дитячих домів сімейного типу[1].

Витрати на нагрів води електрикою складуть:

$$C_{\text{ел}} = Q_{\text{вироб}} \cdot P = 18931 \cdot 0.9 = 17038 \left(\frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right) \quad (5.1)$$

Термін окупності системи становитиме:

$$PP = \frac{C_{\text{сист}}}{C_{\text{ел}}} = \frac{120268}{17038} = 7.1 \text{ (років)} \quad (5.2)$$

де $C_{\text{сист}}$ – загальна вартість системи ГВП, грн.;

Отже термін окупності даного проекту буде складати 7.1 років.

Розрахунки проведені без урахування подорожчання електроенергії, а оскільки вона буде дорожчати терміну окупності буде зменшуватися.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розроблено геліосистему горячого водопостачання дитячого будинку з 8 колекторами.

Для забезпечення горячого водопостачання дитячого будинку в місті Чернігові потрібно 31682 кВт·год/рік теплової енергії. Розроблена геліосистема буде виробляти 18931 кВт·год/рік за рахунок сонячної енергії.

Вартість проекту складає 120268 грн, термін експлуатації - більше 30 років, окупність – 7 років.

					ДП 6.050701.2102.003 ПЗ	Лист
						56
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 105 с.
2. Viessmann Vitosol, Инструкция по проектированию. – Viessmann, 2003. –88 с.-
Режим доступу:
http://www.profik.com.ua/wp-content/uploads/2010/10/engineering_vitosol.pdf
3. ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання в будинках житлового і громадського призначення. – Київ, 2010. – 35 с.
4. Кудря С.О., Головка В.М. Основи конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії – Київ: НТУУ «КПІ», 2011. – 202 с.
5. Гаєвський О.Ю., Кудря С.О. Методичні вказівки для виконання розрахункової роботи з дисципліни «Фотоенергетика» - Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 34 с.
6. Офіційний сайт SintSolar - Україна. Режим доступу:
<http://www.sintsolar.com.ua/>
7. Даффи Д, Бекман У. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. – М.: Мир, 1977. – 150 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ, 2010. – 66 с.