

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ

Електричної інженерії та кіберфізичних систем

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз можливості зниження електроспоживання будівлею
заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1412

спеціальності 141 Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Дереш Р. Я.

(ініціали та прізвище)

Керівник д.т.н., доц., Друбецька Т.І.

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

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

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

Запоріжжя


2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

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

Дереш Роману Ярославовичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Аналіз можливості зниження електроспоживання будівлею заводууправління ПАТ «Запоріжсталь»

керівник роботи Друбецька Т.І., к.т.н., доцент _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023 року № 639 - с _____

2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.









3 Вихідні дані до роботи: Структура електроспоживання підприємства: вентиляція - 56625 кВт·год; освітлення – 75125 кВт·год; інше обладнання - 52743,75 кВт·год; Нагрів води на потреби ГВП - 374997,6 кВт·год.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки 1) Аналіз можливості використання систем сонячного енергопостачання в кліматичних умовах України 2) Аналіз можливості впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві 3) Техніко-економічне обґрунтування впровадження комбінованої системи теплопостачання 4) Охорона праці та техногенна безпека

5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз енергоспоживання 2) План будівлі 3) Схема електропостачання 4) Структурна та схема сонячного колектора 5) Розрахунок необхідної кількості колекторів 6) Схема розміщення комбінованої схеми

енергозабезпечення 7) Техніко- економічне обґрунтування впровадження заходів з енергозбереження 8) Висновки.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Друбецька Т.І., к.т.н., доцент		
Розділ 2	Друбецька Т.І., к.т.н., доцент		
Розділ 3	Друбецька Т.І., к.т.н., доцент		
Розділ 4	Друбецька Т.І., к.т.н., доцент		

7 Дата видачі завдання 01.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз можливості використання систем сонячного енергопостачання в кліматичних умовах України	30.09.2023	
2	Аналіз можливості впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві	15.10.2023	
3	Техніко-економічне обґрунтування впровадження комбінованої системи теплопостачання	25.10.2023	
4	Охорона праці та техногенна безпека	10.11.2023	

Студент  Р. Я. Дереш
(підпис) (ініціали та прізвище)

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

Нормоконтроль пройдено

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

АНОТАЦІЯ

Дереш Р. Я. Аналіз можливості зниження електроспоживання будівлею заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь».

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

В роботі було досліджено можливість підвищення енергоефективності будівлі заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок використання поновлюваних джерел енергії. Розроблено математичний апарат, що дозволяє визначати потужність комбінованого джерела енергії, а також визначати економічні показники системи на основі запропонованого підходу.

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ, ПОНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА, КОМБІНОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

ABSTRACT

Deresh, R. Y. Analysis of the Possibility of Reducing Electricity Consumption by the Plant Management Building of PJSC "Zaporizhstal".

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

The paper investigates the possibility of increasing the energy efficiency of the building of the plant management of PJSC "Zaporizhstal" through the use of renewable energy sources. A mathematical apparatus has been developed that allows to determine the power of a combined energy source, as well as to

determine the economic indicators of the system on the basis of the proposed approach.

Keywords: ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SUPPLY SYSTEM, RENEWABLE SOURCES, COMBINED HEAT SUPPLY, ENERGY SOURCE

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз можливості використання систем сонячного енергопостачання в кліматичних умовах України	11
1.1 Аналіз доцільності впровадження систем сонячного тепlopостачання	11
1.2 Аналіз напрямів використання сонячної енергії	16
1.3 Аналіз технологій отримання енергії сонячного випромінювання	19
1.4 Технічні аспекти використання систем сонячного енергозабезпечення	25
2 Аналіз можливості впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві	27
2.1. Сутність та поняття енергозбереження на підприємстві	27
2.2 Загальні відомості про виробництво.....	41
2.3 Аналіз існуючої системи енергопостачання об'єкта	43
2.3.1 Система електропостачання підприємства	43
2.3.2 Внутрішньооб'єктова електрична мережа	46
2.4 Енергетичний баланс підприємства	48
2.5 Визначення теплових навантажень будівлі.....	51
2.6 Розрахунок необхідної кількості теплової енергії	52
2.7 Розрахунок необхідної кількості теплової енергії для потреб адміністративної частини.....	54
2.8 Вибір технологічного обладнання системи ГВП.....	56
2.8.1 Водопровід.....	66
2.8.2 Каналізація.....	67
2.8.3 Автоматика.....	67
2.9 Визначення необхідної кількості геліоколекторів.....	68

3 Техніко-економічне обґрунтування впровадження комбінованої системи теплопостачання	76
3.1 Маркетинговий аналіз використання колекторів різних виробників	76
4 Охорона праці та техногенна безпека.....	86
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	86
4.2 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів.....	89
4.3 Заходи з електричної безпеки.....	90
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	91
4.5 Розрахунок блискавковідводу устаткування.....	94
Висновки.....	98
Перелік посилань.....	99

ВСТУП

Питання економії енергетичних ресурсів на сьогоднішній день є актуальним і виникає перед кожним представником сучасного суспільства. Запасів енергоресурсів на Україні залишається все менше, а процес їх видобутку стає дуже складним і небезпечним. Використання нетрадиційної енергетики ще не знайшло широкого розповсюдження в Україні. Єдиний вихід - це економія енергоресурсів. В даний час у світовій енергетиці простежується стійка тенденція до збільшення виробництва і споживання енергії, особливо електричної. Навіть з урахуванням значних структурних змін в промисловості та переходу на енергозберігаючі технології, потреби в тепло-і електроенергії в найближчі десятиліття будуть тільки збільшуватися.

Основний потенціал енергозбереження – це економія енергії у процесі її споживання. Це стосується, насамперед, електричної енергії. Тому вагомим напрямком енергозбереження, для подібних об'єктів, що розглядається в дипломному проекті, є зменшення втрат в електромережах, які для окремих регіонів сьогодні сягають 30 відсотків.

З однієї сторони при збільшенні номінальної напруги системи електропостачання зменшуються втрати електроенергії, підвищується пропускна здатність системи електропостачання, але збільшуються вкладення в ізоляцію електроустаткування; з другого – при зменшенні номінальної напруги зростають втрати електроенергії та зменшується пропускна здатність мережі.

Для остаточного визначення номінальної напруги слід вирішити це завдання на основі техніко-економічного порівняння різних варіантів. У зв'язку з цим потрібно визначити декілька номінальних напруг на яких можливе виконання електропостачання, далі визначити залежність напруги від витрат, та знаходячи мінімум цієї функції визначають раціональну

нестандартну номінальну напругу, яку округляють до найближчої стандартної напруги.

Між реактивними елементами в системі електропостачання постійно проходить обмін реактивною енергією, яка на відміну від активної не споживається але необхідна для роботи устаткування. В зв'язку з цим передача реактивної потужності по-перше зменшує пропускну здатність системи, а по-друге збільшує падіння напруги в вузлах системи, що негативно відображається на економічних показниках роботи. Для вирішення цієї проблеми проводять як технічні заходи по зменшенню споживання реактивної потужності приймачами, так і компенсацію реактивної потужності.

У разі компенсації реактивної потужності необхідно вирішити ряд таких питань: вибрати компенсуючі пристрої; розмістити в системі електропостачання компенсуючі пристрої.

Об'єкт дослідження – система енергозабезпечення будівлі заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь».

Предмет дослідження – процес виробництва та розподілу енергії з метою підвищення ефективності електроспоживання будівлі заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь».

Завдання роботи – дослідити можливість підвищення енергоефективності будівлі заводоуправління ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок використання поновлюваних джерел енергії; розробити математичний апарат, що дозволить визначати потужність комбінованого джерела енергії; визначити економічні показники системи на основі запропонованого підходу. На сьогоднішній день існує кілька напрямків проектів економії і раціонального використання палива й енергії, реалізація яких дає як практично миттєвий, так перспективний економічний ефект.

Впровадження заходів з енергозбереження несе за собою не тільки зменшення кількості спожитої підприємством електричної енергії, але і зниження собівартості вихідної продукції, що відповідає тематиці дипломного проекту.

Організація ефективного енергетичного менеджменту на промисловому підприємстві - це найважливіше завдання, яке постає перед керівництвом підприємства, що починає діяльність у частині управління ІПЕ. До першочергових заходів щодо організації енергоменеджменту на підприємстві можна віднести:

- організацію структурного підрозділу на підприємстві, який відповідає за раціональне використання енергетичних ресурсів або співробітництво зі спеціалізованими організаціями на основах аутсорсингу;
- формування й підвищення надійності системи прогнозування попиту на енергоресурси;
- проведення енергетичних обстежень споживання електроенергії;
- організацію керування споживанням у години максимумів навантаження енергетичної системи;
- впровадження цільового підходу до витрачання коштів, що виділяються для впровадження програм енергозбереження;
- вивчення й застосування закордонного досвіду енергозбереження;
- лобювання підтримки підвищення енергоефективності в законодавчих та виконавчих державних органах.

1 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ СОНЯЧНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ В КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

1.1 Аналіз доцільності впровадження систем сонячного теплопостачання

Клімат нашої планети визначає сонячна енергія. Потік її досить істотно міняється протягом року в залежності від широти місцевості й обумовлює кліматичну зональність - різницю температур, вологості, тиску і вітру на Землі.

Сонячна енергія може бути перетворена в теплову, механічну і електричну енергію, використана в хімічних і біологічних процесах. Сонячні установки (СУ) знаходять застосування в системах опалювання і охолодження житлових і громадських будівель, в технологічних процесах, що протікають при низьких, середніх і високих температурах. Вони використовуються для отримання гарячої води, опріснення морської або мінералізованої води, для сушки матеріалів і сільськогосподарських продуктів.

Взагалі СУ мають ряд переваг : ефективно використовується як пряме так і розсіяне сонячне випромінювання; можливість створення установок практично будь-якої потужності; досить великий строк служби установок (до 50 років); початкові затрати на СУ значно менші, ніж приєднання віддаленого населеного пункту до системи теплопостачання або електропостачання, а експлуатаційні затрати з урахуванням строку служби виявляються нижчими ніж у дизельних електростанціях матеріали сонячних установок виконують роль вишуканого будівельного матеріалу, що покращують архітектуру будівель, забезпечують їх водозахист, звукоізоляцію і теплозахист; застосування СУ не має негативного впливу на оточуюче середовище . Екологічні проблеми можуть виникнути при

виробництві фотоелектричних елементів; виробництві і неправильній утилізації акумуляторів.

З огляду на вище перераховані факти можна говорити про доцільність використання сонячного потенціалу, що припадає на територію України.

Україна розташована у Центрально-Східній Європі, у південно-східній частині Східноєвропейської рівнини, між 44° і 52° північної широти і 22° і 41° східної довготи.[3]

В результаті обробки статистичних метеорологічних даних по надходженню сонячної радіації визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної зони України.

Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1000кВт год/м в північній частині України і до 1400кВт год/м в АР Крим. Щоб приблизно зорієнтуватись про що йдеться мова, то можна ці цифри охарактеризувати так - сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує енергію всього річного споживання електроенергії в нашій країні. А тривалість сонячних годин (не сонячної радіації а прямого сонячного випромінювання) на протязі року в північно-західній частині України складає 1600 - 1700 годин. У лісостеповій зоні вона зростає до 1900 - 2000 годин за рік. У степовій зоні, на морських узбережжях досягає 2300 - 2400 годин за рік. Максимальне сонячне сяйво у Кримських горах - 2453 години за рік (Карабі - Яйла).

Звичайно, чим ближче до екватора тим більша кількість сонячних годин в році і в таких країнах як Туреччина, Болгарія, Іспанія, Португалія, Єгипет і т. далі ефективне використання сонячних систем відбувається круглорічно.

Відомо, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт год/м) є достатньо високим і набагато вищим ніж наприклад в Німеччині - 1000 кВт год/м чи навіть Польщі - 1080 кВт год/м . Отже, ми маємо хороші

можливості для ефективного використання теплоенергетичного обладнання на території України.

Термін «ефективне використання» означає, що геліоустановка працюватиме з віддачею в 50% і більше, а це 9 місяців в південних областях України (з березня по листопад), і 7 місяців - в північних областях (з квітня по жовтень). Взимку ефективність роботи падає але не зникає. Отже і в умовах нашого клімату сонячні системи працюють круглорічно, правда тільки що з перемінною ефективністю.

Для оцінки енергетичного потенціалу сонячної енергії і для встановлення можливих обсягів його практичного використання та обсягів заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів, було проведено розподіл на три різновиди - загальний, технічний і доцільно-економічний, (рисунок 1.1)

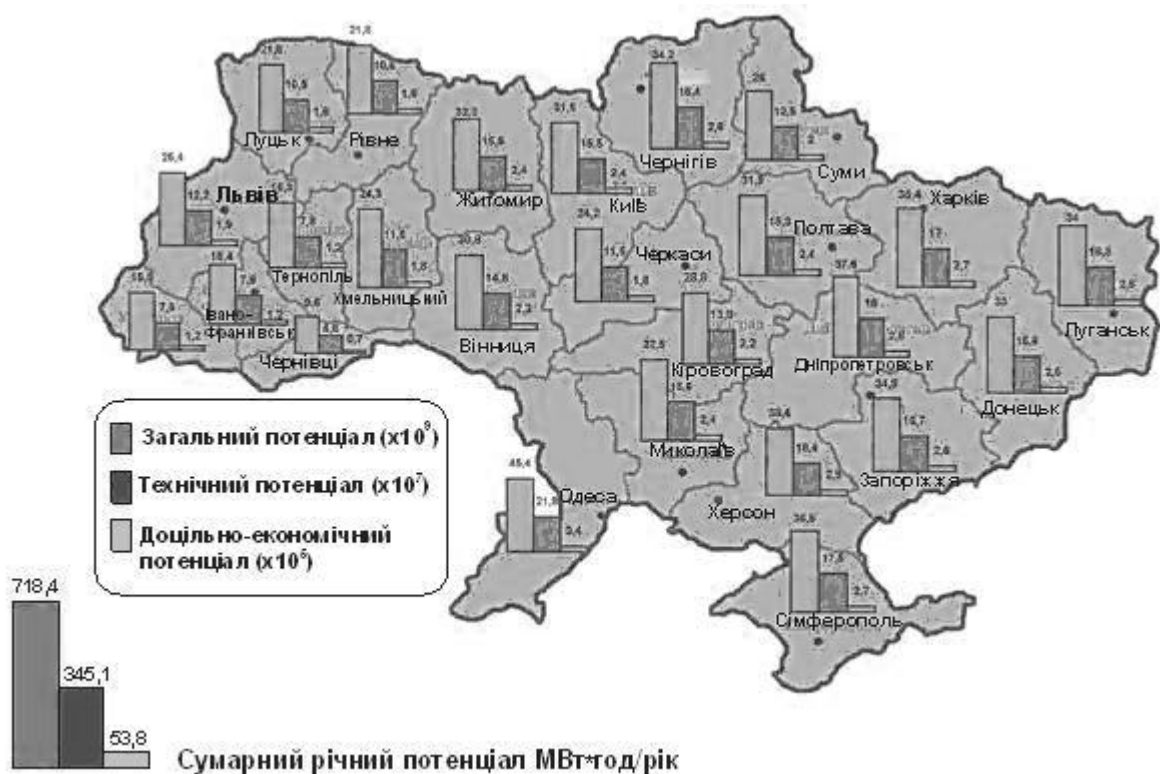


Рисунок 1.1 - Потенціал сонячної енергії на території України

Загальний потенціал - це максимально можлива кількість енергії, яку отримує якась конкретна область України.

Технічний потенціал - це частка енергії загального потенціалу, яку можна реалізувати за допомогою сучасних технічних засобів.

Доцільно-економічний потенціал - кількість енергії, яку доцільно використовувати з метою заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів, враховуючи при цьому наступні фактори: економічний, екологічний, технічно-технологічні, соціальні та політичні.

Використання сонячної енергії є перспективною статтею економії для усіх країн світу, відповідаючи їхнім інтересам ще й в плані енергетичної незалежності, завдяки чому вона впевнено завойовує стійкі позиції в світовій енергетиці. Привабливість сонячної енергії можна виразити рядом таких обставин: [9]

Сонячна енергетика доступна в кожній точці нашої планети, відрізняючись по щільності потоку випромінювання не більше ніж в два рази.

Таблиця 1.1 - Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України

Області	Потенціал сонячної енергії МВт·год/рік		
	Загальний потенціал (·10 ⁹)	Технічний потенціал (·10 ⁷)	Доцільно- економічний потенціал (·10 ⁵)
1	2	3	4
Вінницька	30,8	14,8	2,3
Волинська	21,8	10,5	1,6
Дніпропетровська	37,6	18	2,8
Донецька	33	15,8	2,5
Житомирська	32,3	15,5	2,4
Закарпатська	15,5	7,5	1,2

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Запорізька	34,8	16,7	2,6
Івано-Франківська	16,4	7,9	1,2
Київська	31,5	15,5	2,4
Кіровоградська	28,8	13,8	2,2
Луганська	34	16,3	2,5
Львівська	25,4	12,2	1,9
Миколаївська	32,5	15,6	2,4
Одеська	45,4	21,8	3,4
Полтавська	31,9	15,3	2,4
Рівненська	21,8	10,5	1,6
Сумська	26	12,5	2,0
Тернопільська	16,3	7,8	1,2
Харківська	35,4	17	2,7
Херсонська	38,4	18,4	2,9
Хмельницька	24,3	11,6	1,8
Черкаська	24,2	11,6	1,8
Чернівецька	9,6	4,6	0,7
Чернігівська	34,2	16,4	2,6
АР Крим	36,5	17,5	2,7
Всього	718,4	345,1	53,8

Сонячна енергія - це екологічно чисте джерело енергії, яке можна використовувати у великих масштабах без негативного впливу на оточуюче середовище. Сонячна енергія - це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне і через мільйон років.

Оцінки прямих соціальних витрат, пов'язаних зі шкідливим впливом традиційних електростанцій, враховуючи хвороби й зниження тривалості

життя людей, оплати медичного обслуговування, втрати на виробництві, зниження врожаю, відновлення лісів і ремонт будинків у результаті забруднення повітря, води й ґрунту дають величину, що додає близько 50% до вже наявних світових цін на паливо й енергію. По суті, це витрати всього суспільства - "екологічний податок", що вже, неявно й дуже давно, платять громадяни своїм здоров'ям і особистими витратами за недосконалість енергетичних установок, і цей "податок" нарешті повинен бути усвідомлений всім людством. Тому використання екологічно чистих джерел енергії на сьогоднішній день це не пустий звук. [10]

1.2 Аналіз напрямів використання сонячної енергії

Основними напрямками використання сонячної енергії вважається: перетворення її в електричну енергію та отримання тепла шляхом абсорбції сонячного випромінювання.

Щодо вироблення електроенергії, то тут ситуація складніша, а от підігрів води та опалення приміщення за допомогою сонячної енергії - це буденна справа. Звичайно, тут також не все так просто, потрібно брати до уваги погодні умови, включаючи сезонні обмеження на використання сонячної енергії. Але навіть в Центральній Європі, де сонячної енергії не так вже і багато, та все ж, її достатньо щоб економити до 40% палива чи газу, що використовується тільки для того, щоб приготувати гарячу воду.

Реалізація проекту має позитивний вплив на навколишнє середовище завдяки зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу, внаслідок скорочення споживання теплової енергії від централізованого тепlopостачання і відповідного зниження використання палива, а головне - впровадженням поновлюваних джерел енергії.

Переходячи від короткотермінових перспектив до довготермінових, зазначимо що: продовження росту цін на нафту й газ буде означати суттєве розширення «сонячної технології», застосування якої вже стає економічно вигідним. Сонячна система - товар тривалого використання, термін служби якого більше ніж 20 років, а які ціни на нафту і газ будуть через 5 років? А через 10 років? Україна належить до енергодефіцитних країн, оскільки за рахунок власних паливно-енергетичних ресурсів вона задовольняє свої потреби лише на 47-49%. За рахунок власного видобутку покривається 10-12% потреб у нафті та 20-25% - у природному газі.

Нагрітий в колекторі теплоносії протікаючи по нижньому змійовику бойлера віддає тепло воді. Так бойлер спеціальної конструкції працює акумулятором тепла. В сонячних системах використовується двоконтурний бойлер. Це такий бойлер який може одночасно нагрівати воду від двох джерел енергії. Його під'єднують до сонячної системи і газового котла. Коли недостатньо сонячного випромінювання і вода в бойлері не може нагрітись до потрібної температури, тоді вмикається котел і догріває воду через верхній змійовик до заданої величини. Влітку котел вмикається рідко або взагалі не вмикається. Взимку, особливо в похмуру погоду, сонячна система просто не здатна підняти температуру води до 60 С, але реально нагріє її до +30 С - +40 С, а котел чи вбудований в бойлер ТЕН догріє воду до потрібного рівня. Відтак в будь-яку пору року ми гарантовано матимемо гарячу воду, наведено на рисунку 1.2.

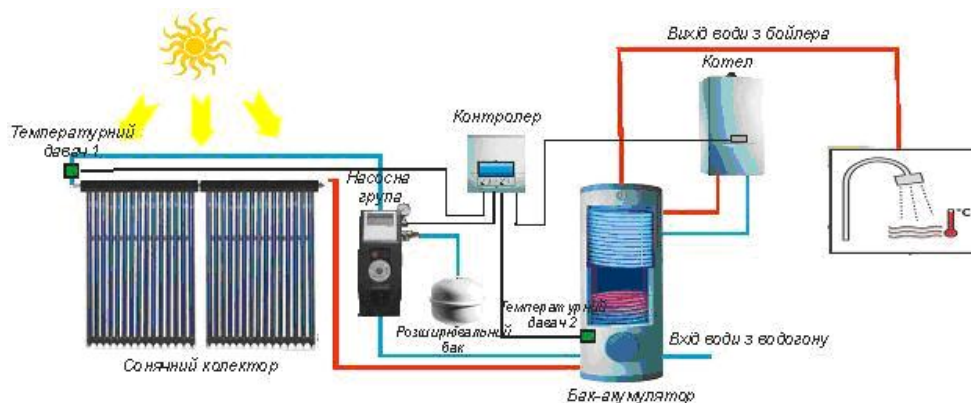


Рисунок 1.2 – Принципова схема під'єднання геліосистеми

Згідно останніх десяти років метеорологічних спостережень, на Україну припадає 100-200 сонячних днів в році, в залежності від регіону, (рисунок 1.13)

Підрахуємо, яку кількість теплоти зможе заощадити геліосистема? Отже, якщо взяти мінімум: 100 сонячних днів - по вісім годин кожний, 200 пасмурних днів - по п'ять годин кожний (взимку світловий день коротший), та 65 днів з опадами, снігами по п'ять годин кожний. [19]

$$Q = 8\text{год } 100\text{днів} + (300 \cdot 5\text{год } 200\text{днів}) + 100 \cdot 4\text{год } 65\text{днів} = 972,5 \text{ кВт год /м}$$

На протязі року мінімальна геліосистема - 1 колектор (1,8 м геліополя), бак-акумулятор на 150 літрів - в середньому зможе виробити 1692 кВт·год теплової енергії. Цього достатньо, щоб забезпечити гарячою водою (55 С) сім'ю з 2 осіб.

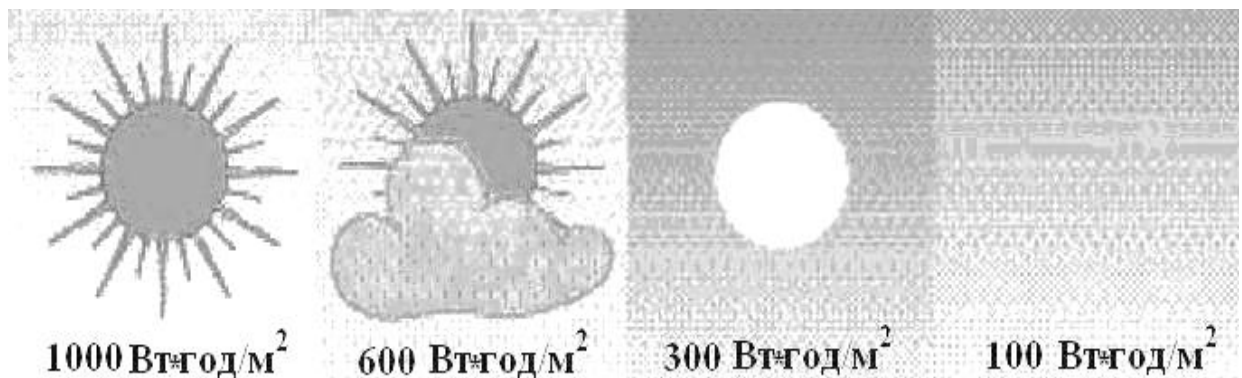


Рисунок 1.3 - Інтенсивність сонячного випромінювання

Після року використання геліосистеми з таким мінімальним набором параметрів можна зробити висновок що: газу спалюється менше ніж торік орієнтовно на 10%-12%, зменшується кількість циклів ввімкнення-вимкнення котла (збільшується його ресурс експлуатації), менше працює циркуляційний насос. Приблизний термін окупності - 10-12 років.

Якщо система більших розмірів (3 колектору, 300 літровий бак) і монтується на приватну садибу в якій проживають 4-6 осіб, то економія 18%-20% а термін окупності 6-7 років.

Якщо система налічує 8 і більше колекторів та 500 літровий бак, а на території є басейн (особливо відкритий) або сонячна система крім підігріву

води працює ще-й на підтримку опалення, то економія газу орієнтовно складе 23%-25%, а термін окупності 4 роки [1].

Отже бачимо що, чим більша потреба в гарячій воді та опалені тим менший термін окупності.

Вище на малюнку приведена інтенсивність сонячного випромінювання в залежності від часу доби, з якого можемо зробити висновок, що геліоустановка працює більшу частину доби. Ввечері випромінювання складає 100 Вт на 1 м геліополя що дозволяє підтримувати температуру в бойлері з мінімальними тепловтратами. Приклад системи функціонування наведено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Приклад функціонування сонячної системи для гарячого водопостачання

1.3 Аналіз технологій отримання енергії сонячного випромінювання

Розглянемо деякі технології отримання теплової енергії сонячного випромінювання. [11]

Ключовим моментом роботи сонячної системи є скляна вакуумна трубка. Кожна вакуумна трубка складається з двох скляних колб. Зовнішня трубка виконана з надзвичайно міцного боросилікатного скла яке витримує удари граду який падає зі швидкістю 18 м/с і має в 25 мм діаметрі. Внутрішня колба також виконана з боросилікатного скла та вкрита

спеціальним вибіркоким трьох-рівневим покриттям з поступовою зміною поглинаючих шарів ALN/AIN-SS/CU. За рахунок застосування нових технологій досягається високий коефіцієнт поглинання та низька відбиваюча здатність, що дозволяє досягти 380 С в середині трубки при прямому сонці, без шкоди самому виробу, наведено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 - Технологія поглинання сонячного випромінювання

Між двома скляними колбами викачується повітря щоб створити вакуум який перешкоджає зворотній теплопровідності та конвекційним втратам тепла.

В середині скляної колби розташована герметична тепла трубка виготовлена з чистої червоної міді в середині якої знаходиться газ - ефір - який виконує функцію передачі тепла антифризу.

Нижче на рисунку 1.6 показаний принцип роботи вакуумної трубки.

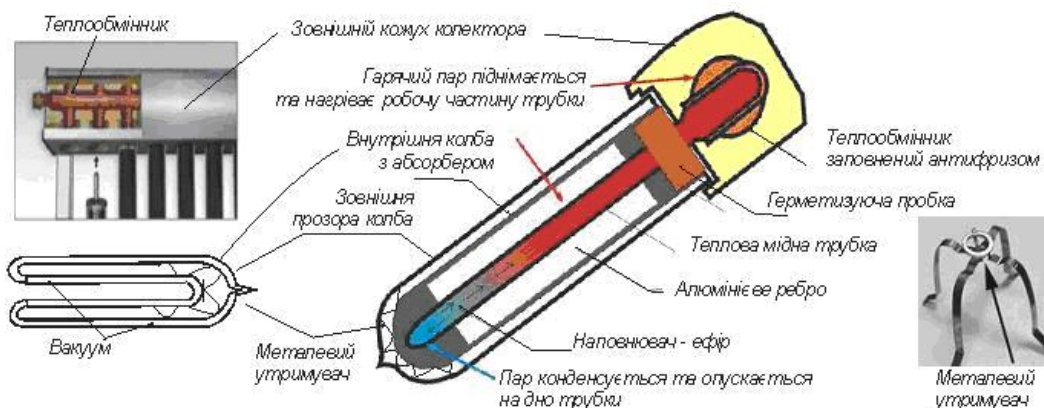


Рисунок 1.6- Принцип роботи вакуумної трубки.

Основна інтенсивність сонячного випромінювання в наземних умовах знаходиться в спектральному інтервалі 0,28мкм -3мкм. Боросилікатне скло пропускає хвилі сонячної радіації в діапазоні 0,4мкм-2,7мкм. Проникаючи крізь зовнішню прозору колбу, енергія затримується на другій колбі на яку нанесено високосективний непрозорий шар абсорбера. В результаті поглинання світла абсорбером і подальшого його випромінювання довжина хвилі збільшується до 11мкм. Скло є непроникним бар'єром для електромагнітної хвилі такої довжини. Сонячна енергія потрапляючи на абсорбер знаходиться в пастці. Поглинаючи сонячне випромінювання абсорбер навіть без зовнішньої колби може нагрітись до температури 80 С. Нагрітий до таких температур абсорбер випромінює теплову енергію яка проникаючи крізь тіло другої колби передається на мідну теплову трубку. За рахунок виникнення парникового ефекту, який базується на накопиченні енергії під шклом, в середині другої колби температура піднімається до 180 С. Це тепло нагріває ефір. Ефір, перетворюючись в пар, піднімаючись, переносить тепло в робочу частину мідної трубки де і відбувається теплообмін з антифризом. Віддача тепла змушує пар конденсуватись і текти в нижню частину мідної трубки і цикл повторюється знову.

Високий коефіцієнт передачі тепла ефіром, незначна його кількість та відносно не великі розміри теплової мідної трубки дають ефективну термічну теплопровідність. Мідна трубка працює як термічний діод. Теплопровідність дуже висока в одному напрямку(вверх) і низька в зворотньому (вниз). Для того щоб підтримувати вакуум між двома скляними колбами на нижню внутрішню частину колби наносять шар барію. Він активно поглинає любі СО, СО₂, N, O, Н O и Н під час зберігання та роботи трубки. Шар барію також забезпечує явний візуальний вказівник вакуумного статусу. Білий колір означає що порушені умови вакууму. Це полегшує роботу монтажника при визначенні працездатності трубки.

Ідеальна комбінація вакуумної та теплової мідної трубок дають нам наступні переваги перед плоскими колекторами:

- висока теплова ефективність. завдяки сучасним методам передачі тепла, високоякісне поглинаюче покриття.
- широкий спектр роботи: завдяки малій тепловій ємності вона здатна працювати при високій хмарності (в інфрачервоному діапазоні променів які проходить крізь хмари).
- кожна трубка працює не залежно одна від одної. Так-як антифриз не затікає в середину трубки а його доступ обмежується теплообмінником, то у випадку фізичного пошкодження колектор продовжує працювати.
- менша вага колектору при кращій ефективності роботи самого колектору
- краща ефективність роботи взимку завдяки вакууму. Трубка витримує морози в -30 С. Принцип роботи трубки типу GM наведено на рисунку 1.7.

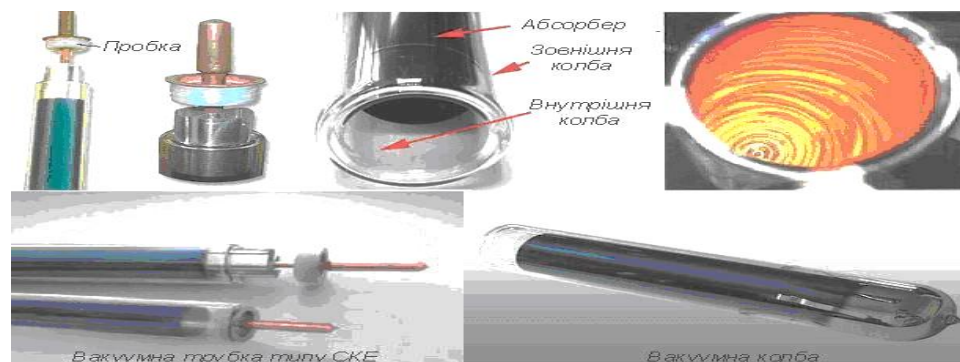


Рисунок 1.7 - Принцип роботи трубки типу GM

Трубки типу GM дещо відрізняються від трубок СКЕ. В першу чергу різниця полягає в формі абсорбера. Тут теплова мідна трубка має по боках по пластині ребристої форми, вона ж і являє собою абсорбер на який нанесено високоселективне покриття. Трубка розміщується в середині однієї єдиної скляної колби яка є дещо більшого діаметру. З колби викачують повітря та замість пробки запаюють металевою пластиною. В середині мідної трубки є ефір і працює вона за тим же принципом. Нище на рисунку 1.8 представлена вакуумна трубка типу GM.

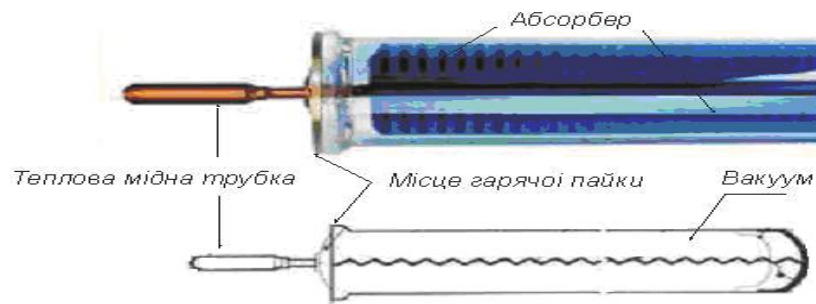


Рисунок 1.8 - Вакуумна трубка типу GM

Сонячні колектори бажано розташовувати з південної сторони будівлі. Так досягається максимум ефективності. Якщо немає можливості такого розташування то це необхідно врахувати при проектуванні та розрахунку потужності системи. В такому випадку проводиться розрахунок згідно розташування на південь і множиться на коефіцієнт відхилення. В результаті отримуємо збільшену площу геліополя.

Розташування системи, без зниження ефективності роботи, допускається з відхиленням в 60 від півдня. Також можливий каскадний варіант монтажу системи. Коли за браком площі даху одна частина колекторів розташовується на південній частині а друга на західній чи східній. Такий варіант також може стати в пригоді в плані рівномірного розподілу ваги системи згідно конструкції даху. [16]

Монтаж колекторів проводиться як правило під тим кутом який має наявний дах. Тобто монтуються паралельно покрівлі, а якщо необхідно то з деякими коректуваннями кута нахилу. Оптимальний кут нахилу колектору відносно землі рівний широті місцевості і для України складає 45 . При такому розташуванні геліосистеми вона однаково ефективно працює і зимою і літом. Якщо кут нахилу збільшувати до 80 , то це буде підвищувати ефективність системи у зимовий період. І навпаки зменшуючи кут - збільшуємо ефективність у літній період. [17]

Кількість енергії яку сприйме трубка колектору залежить від кута падіння сонячних променів. Оптимальний кут падіння 90 . Якщо сонячне світло буде падати на скляну трубку під кутом менше ніж 30 , то велика його кількість буде відбиватися.

Взимку, Сонце опускається в зеніті в порівнянні з літньою порою. Кут падіння сонячних променів загострюється. Ось чому важливо розміщувати колектор з кутом нахилу близьким до 80° якщо ми хочемо підвищення ефективності роботи системи в зимовий період. Ефективність роботи в залежності від кута нахилу колектору відносно Землі наведено на рисунку 1.9

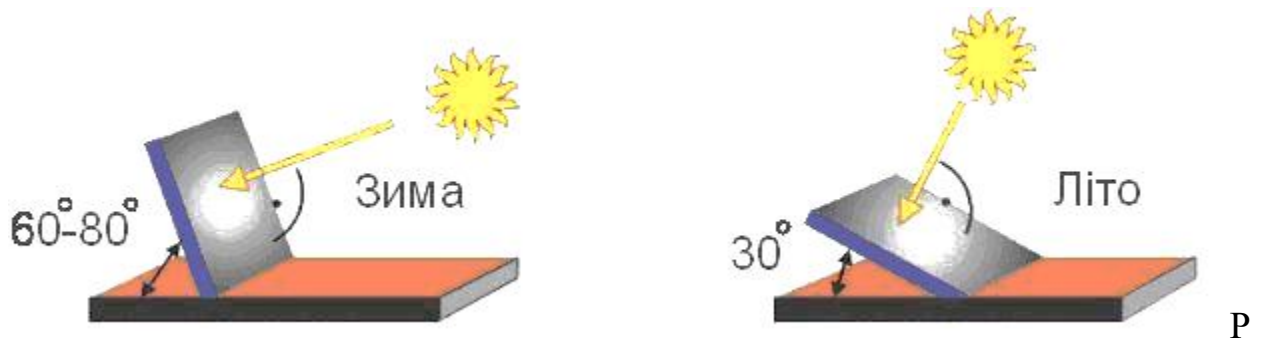


Рисунок 1.9 - Ефективність роботи в залежності від кута нахилу колектору відносно Землі

Приклади монтажу колекторів на різних типах покрівлі та в різних виконаннях по кількості та кутами нахилу. [20]

Розташування Сонця в залежності від пори року наведено на рисунку 1.10.

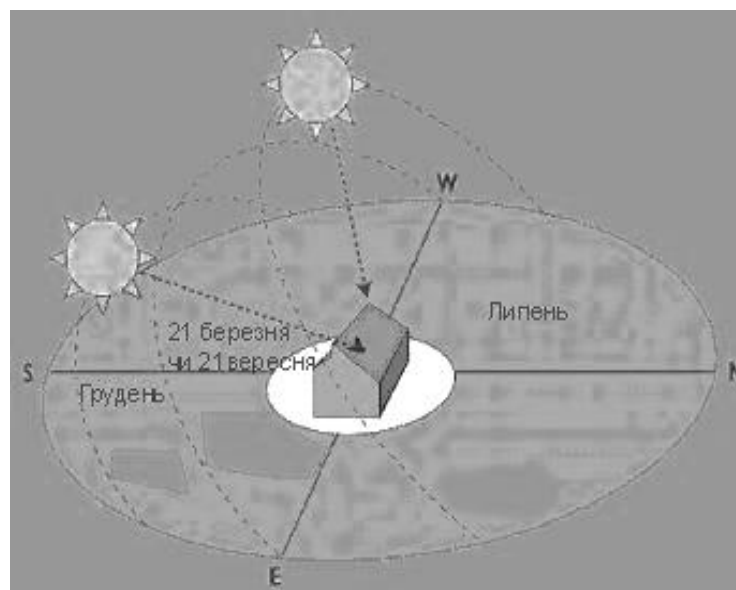


Рисунок 1.10 - Розташування Сонця в залежності від пори року

Комплект геліосистеми включає в себе:

- трубчастий вакуумний колектор;

- бак-акумулятор;
- насосна група;
- контролер;
- розширювальний бачок;
- теплоносій.

1.4 Технічні аспекти використання систем сонячного енергозабезпечення

Трубчастий вакуумний колектор - служить для перетворення енергії сонця в теплову корисну енергію та передачі її теплоносію. Колектори є різних геометричних розмірів, чим забезпечується широка можливість маніпуляцій при виборі місця для монтажу та майбутнього зовнішнього дизайну. В комплект не входять мідні трубки, муфти, фітінги і т. далі. Оскільки кожна геліосистема є індивідуальна і величина мідних магістралей визначається безпосередньо при ознайомленні з об'єктом.

Бак-акумулятор - служить для накопичення та зберігання тепла. Баки бувають від 80 до 1000 літрів. Використовуються як правило двоконтурні (бівалентні) баки. Інколи використовуються одноконтурні з вбудованим ТЕНОм, чи комбіновані, такі що одночасно працюють і на опалення і на гаряче водопостачання. В такому випадку не потрібно ставити два баки на гарячу воду і на опалення окремо. Відтак полегшується сам монтаж, зменшується: кількість запірно-регулюючої апаратури, насосного обладнання, теплові втрати.

Насосна група - служить для циркуляції теплоносія в колекторному контурі. Насос керується термостатом і вмикається, як тільки температура сонячного колектору стане вищою ніж в бойлері. Потужність насосної

групи залежить від: довжини мідних магістралей, кількості колекторів, розміру бака-акумулятора та в середньому складає 50 Вт.

Контролер - служить для контролю за станом геліосистеми та процесом нагріву від сонячних колекторів. Контролер отримує інформацію від датчиків тепла. Перший контролює величину тепла на виході з колекторів, другий температуру води в бойлері. Згідно отриманих даних контролер виконує наступні операції: вибирає режим роботи насосної групи - регулюючи швидкість потоку теплоносія, вмикає-вимикає котел, захищає обладнання від перегріву. Таким чином використання контролера покращує роботу системи забезпечуючи оптимальну циркуляцію теплоносія в ранковий, вечірній час та в пасмурні періоди.

Розширювальний бачок - служить для вирівнювання тиску в системі. При надмірному нагріванні теплоносія збільшується об'єм рідини в колекторному контурі. Для того щоб не зривати розповітряючий клапан надмірна кількість рідини потрапляє в розширювальний бачок.

Теплоносій - служить для передачі тепла від колектору до бака-акумулятора з водою.

Нижче на малюнку показаний приклад підключення сонячної системи для підігріву гарячої води з підтримкою роботи від газового котла. [13]

Для сонячних колекторів з селективним абсорбером існують стандартні правила підбору розміру установки:

- споживання гарячої води складає в середньому 50 літрів на особу;
- 1 м потрібен для нагріву 80 літрів води на протязі дня;
- бойлер повинен вміщати 50-70 літрів води на 1 м колектору або 80 літрів на людину;

Якщо притримуватись цих правил, типовий сонячний колектор зможе забезпечити 60%-70% річного споживання гарячої води в рік. У готелях, лікарнях, адміністративних корпусах заводів площа колектору та об'єм бака-акумулятора менша, але для точного визначення оптимальних розмірів

потрібен детальний аналіз. Досвід показує що сонячні системи для нагріву гарячої води повинні бути якомога більш простими і не дуже великими.

Отже, використовуючи енергію сонця, геліосистеми дозволяють щорічно економити традиційне паливо:

- до 75% - для гарячого водопостачання при цілорічному використанні;
- до 95% - для ГВП при сезонному використанні;
- до 50% - для цілей опалення;
- до 80% - для цілей чергового опалення.

2 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Сутність та поняття енергозбереження на підприємстві

В сучасній науковій літературі під енергозбереженням, зазвичай, розуміють діяльність (організаційну, наукову, практичну, інформаційну), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Саме енергія бере участь у формуванні будь-якого корисного цільового ефекту (продукту, роботи тощо). В зв'язку з цим на сучасному етапі розвитку промисловості України економія паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) є найважливішим завданням.

Економія асоціюється з обмеженням і відмовою від споживання. Однак заходи з економії повинні тільки знижувати споживання ресурсу на формування однакового кінцевого цільового ефекту.

Нераціональне використання енергії приводить до зростання витрат інших ресурсів, і це – об'єктивне явище, а деякі економісти представляють його як закон, який полягає в тому, що природа карає суспільство матеріальними витратами за дисипацію енергії у тим більшому ступені, чим менш ефективно використовується енергія. По суті, при низькій ефективності використання енергії знижується корисний ефект, який досягається, що обумовлює посилення зворотного потоку енергії через матеріальні й інші витрати, необхідні для розвитку й експлуатації систем енергетики.

При малому або помірному енергоспоживанні, високому економічному потенціалі і наявності великих природних запасів енергії не завжди приділяється належна увага ефективності використання паливно-

енергетичних ресурсів. У процесі економічного розвитку і підвищення добробуту це згодом приводить до дефіциту енергії, вимагає розробки заходів для її раціонального використання й економії.

Енергетична залежність України від поставок ПЕР, у 2003 та 2004 роках становила 60,7%, наприклад, у країнах ЄС в середньому 45%. Подібною або близькою до української є енергозалежність таких розвинутих країн Європи як Німеччина – 61,4%, Франція – 50%, Австрія – 64,7% (рисунок 2.1). Багато країн світу мають значно нижчі показники забезпечення власними первинними ПЕР, наприклад, Японія використовує їх близько 7% [1].

Рівень енергозалежності України є середньоєвропейським і має тенденцію на зменшення (з 60,7% у 2015 році до 54,8% у 2017 році), але він характеризується відсутністю диверсифікації джерел постачання енергоносіїв, насамперед нафти, природного газу та ядерного палива.

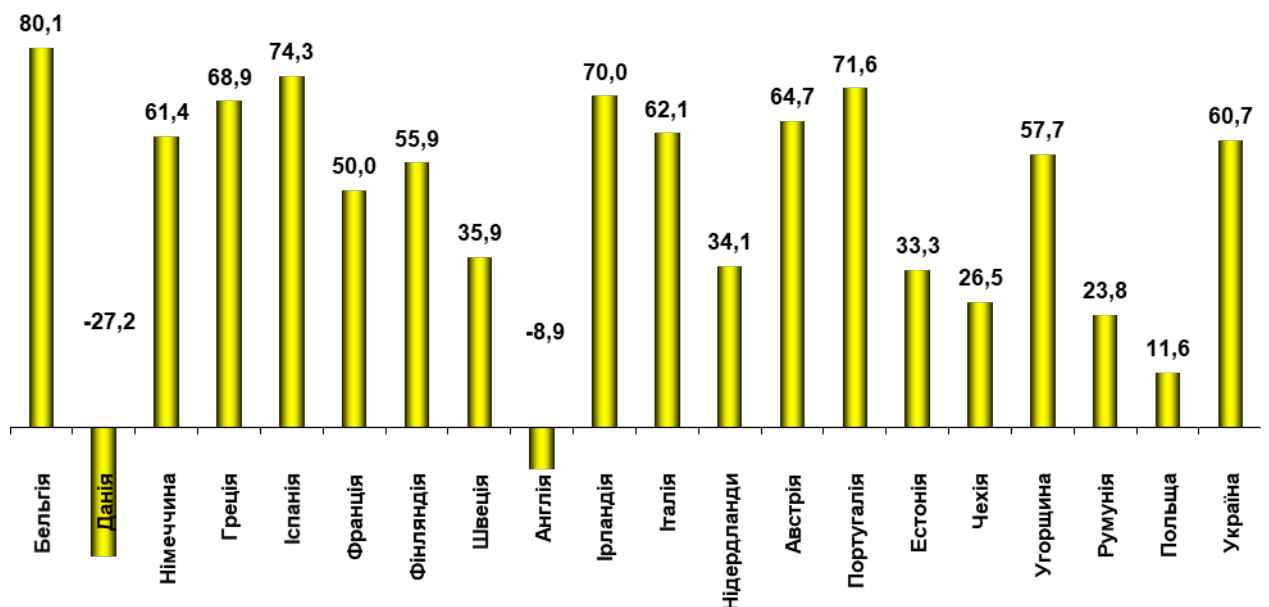


Рисунок 2.1 - Енергетична залежність України та країн світу у 2017р.,%

За структурою споживання первинної енергії в Україні за минулі роки найбільший обсяг припадає на природний газ – 41% (39% у 2017 році), тоді як в країнах світу питома вага споживання газу складає 21%, обсяг споживання нафти в Україні становить 19%, вугілля – 19%, урану –

17%, гідроресурсів та інших відновлювальних джерел – 4% (таблиця 2.1) [2].

Таблиця 2.1 - Структура споживання первинної енергії в Україні, країнах ЄС-15, США та у світі в цілому

Найменування енергоресурсу	Світ	Україна	Країни ЄС-15	США
Природний газ	21%	41%	22%	24%
Нафта	35%	19%	41%	38%
Вугілля	23%	19%	16%	23%
Уран	7%	17%	15%	8%
Гідроресурси та інші відновлювальні джерела	14%	4%	6%	7%
Всього	100%	100%	100%	100%

Напружена ситуація у забезпеченні електроенергетики, комунальної сфери та населення вугіллям належної якості, вугільними та торфобрикетками, скрапленим газом призводить до їх заміщення природним газом, що збільшує енергозалежність України. У цьому контексті доцільно провести техніко-економічні розрахунки щодо заміщення газу та інших побутових видів палива, що використовуються для опалення, на електроенергію, перш за все, у зонах розташування атомних електростанцій, в гірських та поліських селах і віддалених населених пунктах інших областей, а також використання електроенергії для опалення новозбудованого житла.

Рівень енергозабезпеченості країни характеризується показником питомого споживання первинної енергії на одну особу (т у.п./люд.). Енергозабезпеченість України у 2005 році дорівнює 4,5 т у.п./люд., що значно відстає від розвинутих країн світу (США, ЄС-15, Японія), але

випереджає рівень найбільш індустріалізованих країн світу, які розвиваються (КНР, Індія, Турція) (рисунки 2.2 та 2.3).

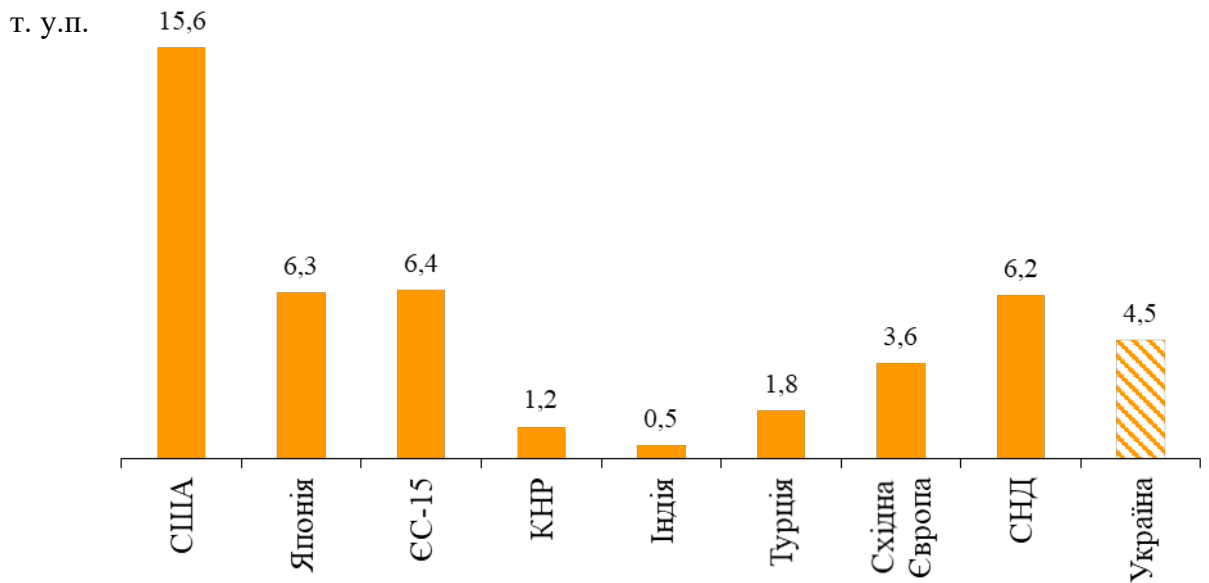


Рисунок 2.2 - Питоме річне споживання первинної енергії у країнах світу, т у.п./людину (за даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА))

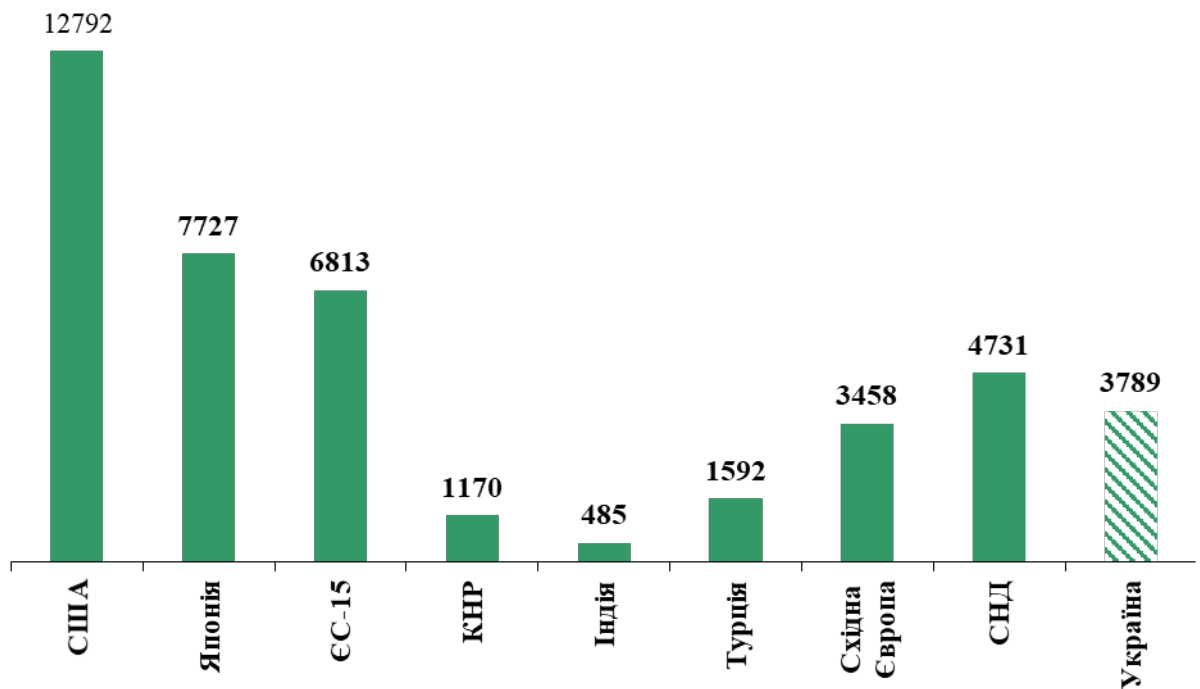


Рисунок 2.3 - Питоме річне споживання електричної енергії у країнах світу та в Україні

Технологічний рівень країни опосередковано характеризується показником споживання електричної енергії на одну особу (кВт·год/людину). Питоме річне споживання електроенергії в Україні у 2005р. становило 3789 кВт·год/людину., що в 2 – 3 рази нижче, ніж у розвинутих країнах світу. У 1990р. цей показник склав в Україні 5198 кВт·год/людину. Відставання за цим показником від розвинутих країн світу спричинено різким падінням споживання електричної енергії промисловістю та сільським господарством у 90-х роках. З 2000 року окреслено стійку тенденцію зростання цього показника (рисунок 1.3). [3]

На сьогодні енергомісткість ВВП України становить 0,89 кг умовного палива на 1 долар США з урахуванням паритету реальної купівельної спроможності (ПКС), що у 2,6 рази перевищує середній рівень енергомісткості ВВП країн світу (рисунок 2.4).

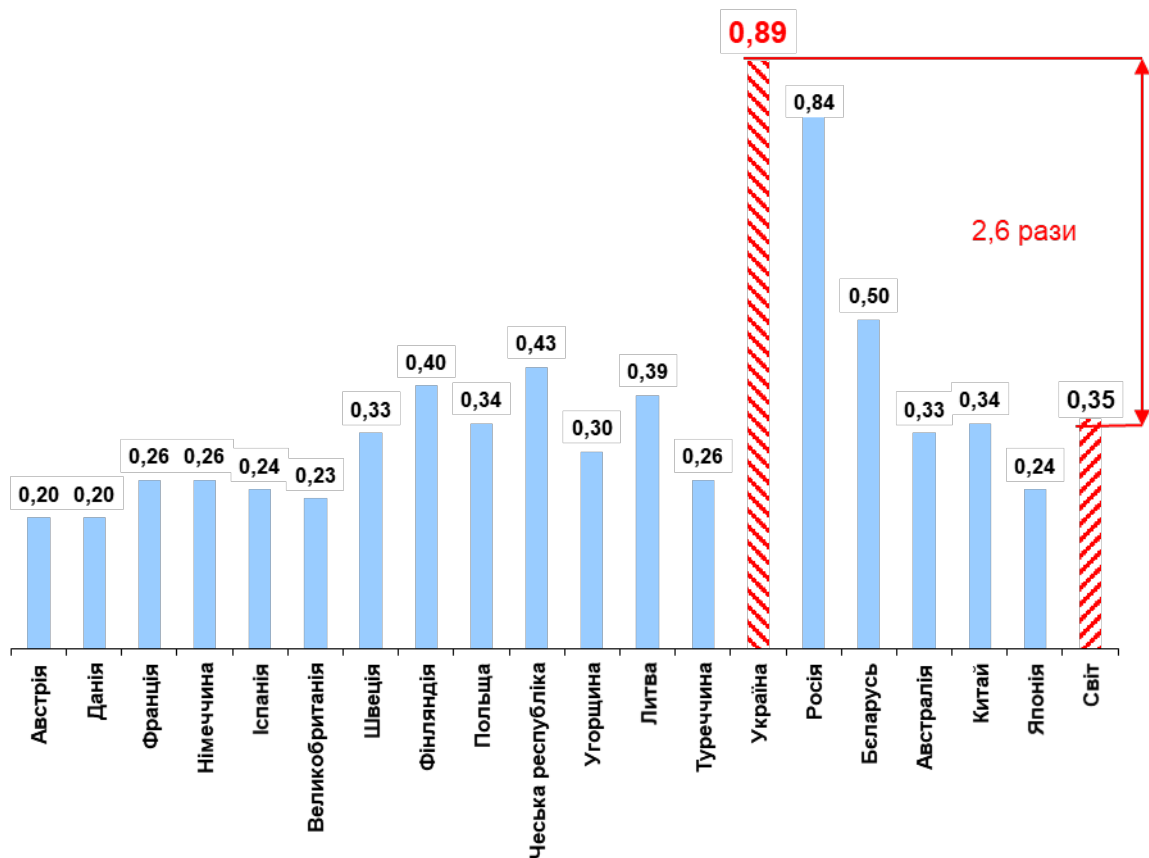


Рисунок 2.4 - Енергомісткість ВВП країн світу, кг у.п./\$ США

Узагальнюючими показниками ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів країни є питомі витрати первинної енергії на одиницю валового внутрішнього продукту країни (енергомісткість ВВП).

Висока енергомісткість ВВП в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання у більшості галузей економіки і житлово-комунальної сфери, незадовільної галузевої структури національної економіки і, зокрема, імпортно-експортних операцій та впливу „тіньового” сектору економіки.

Для досягнення бажаного результату недостатньо тільки цільових комплексних програм, які б не супроводжувались відповідними інвестиціями. В Україні інвестиційні процеси стримуються передусім нестачею належно розроблених проектів, які відповідали б вимогам потенційних інвесторів.

У загальному випадку економію енергії забезпечує зміна структури виробленої продукції, розміщення і структури виробництва, впровадження енергозберігаючих технологій, високоефективного устаткування і технічних засобів, створення умов для зниження втрат, а також удосконалювання організації виробництва і нормування енергетичних ресурсів. Вирішення цих завдань стосовно до конкретних галузей народного господарства складає сутність науково-технічного прогресу, розробка і впровадження досягнень якого вимагають певного часу і витрат. Однак, це не повинно приводити до зниження економії і негативних змін у суспільному продукті. Економічне зростання можливе при цьому за умов незмінного енергоспоживання.

Тимчасові аспекти економії енергетичних ресурсів повинні визначатися пріоритетами цілей, що планується досягти за допомогою намічених заходів. Не варто застосовувати коротко- і середньострокові заходи для реалізації резервів економії на шкоду вирішенню довгострокових проблем, що вимагають часу і коштів для перебудови виробництва, розробки і впровадження енергозберігаючих технологій, устаткування і технічних

засобів, тому що при цьому компенсація негативних змін викличе невиправдано великі витрати.

Крім соціального й економічного ефектів економія енергії впливає на екологію. Економіка й екологія взаємозалежні через виробничу діяльність, головним чином через енергію. Заходи з економії енергії різним способом впливають на захист навколишнього середовища, тобто торкають різні види екологічного збитку, обумовленого перетворенням енергії. Однак, у будь-якому випадку, ступінь впливу цих заходів залежить від кількості енергії, що наносить збиток навколишньому середовищу, що буде зекономлено при їхньому впровадженні. Економія енергії з екологічних позицій є єдиним безпечним шляхом енергозабезпечення на тривалу перспективу. Розвиток наукових основ в області економії енергії і накопичення знань створять передумови для переходу від розробки заходів щодо економії у вузькому змісті до більш широкого використання поновлюваних видів енергії.

Впровадження нововведень завжди пов'язано з використанням певних елементів відомих технологій, і тому важко чітко розмежувати нове і уже відоме. Проте, цей поділ є доцільним, тому що ставлення до інвестицій на нововведення і на розширення впровадження відомих заходів істотно розрізняється внаслідок різного підходу до оцінки їхньої економічної ефективності, створення умов для реалізації і стимулювання впровадження.

Не варто переоцінювати можливості нових технологій, але не можна їх і недооцінювати, незважаючи на те, що орієнтація на них і інвестування зв'язані з певним ризиком, обумовленим складністю їхньої практичної реалізації. У зв'язку з цим в оптимістичний прогноз повинні включатися тільки такі технології, що у даний момент вже одержали визнання, а не ті, що можуть з'явитися в прогнозованому періоді (однак останніми не варто зневажати зовсім, тому що в історії розвитку науки і техніки відомо чимало випадків, коли нововведення швидко впроваджувалися в практику).

При довгостроковому прогнозі можна оцінити ефективність і розробити заходи для удосконалювання структури суспільного продукту і розміщення

виробництв, маючи на увазі раціональне наближення енергомістких виробництв до джерел енергії й ін.

Всі ці заходи потребують докладного економічного обґрунтування. При чому для заходів, пов'язаних з реалізацією інновацій, слід використовувати спеціальні методи урахування ризику і невизначеності. Така ситуація потребує глибокого дослідження в галузі сучасних підходів до економічного обґрунтування інвестицій в енергозбереження.

Ми повинні усвідомити, що незважаючи на очевидність переваг енергозбереження як пріоритетного принципу розвитку економіки, попередні десять років функціонування економіки країни свідчать, що і органи державного управління, і суб'єкти господарювання, і населення, здебільшого ставляться до енергозбереження як до другорядної проблеми.

Отже, подальший економічний розвиток України має бути нерозривно пов'язаний з поняттям „енергозбереження”. Адже забезпечення національної безпеки держави, зокрема такої її складової як енергетичної безпеки, не можливо без вирішення проблем енергозбереження. Підтвердженням виступає стаття 7 Закону України „Про основи національної безпеки України”, в якій зазначається, що на сучасному етапі основними реальними та потенційною загрозою національній безпеці України, стабільності в суспільстві є неефективність використання паливно-енергетичних ресурсів [4].

Більш того, цим Законом визначено серед основних принципів забезпечення національної безпеки: забезпечення енергетичної безпеки на основі сталого функціонування і розвитку паливно-енергетичного комплексу, в тому числі послідовного і активного проведення політики енергозбереження

Основними наслідками негативного впливу високої енергомісткості ВВП на розвиток України є:

1. Стимування інтенсивних темпів економічного розвитку, оскільки відсутність політики з енергоефективності гальмує зміни у структурі

матеріального виробництва, перешкоджає формуванню здорового конкурентного ринкового середовища і технологічному розвитку виробництва, знижує інвестиційну привабливість економіки і зростання доходів населення.

2. Загроза національній безпеці країни. Є очевидним, що в умовах невиправдано високих обсягів енергоспоживання існує стабільна (хронічна) залежність економіки країни від імпорту енергоносіїв. При цьому вітчизняна продукція в ринкових умовах завжди буде менш конкурентоздатною порівняно з енергоефективною та високотехнологічною продукцією.

3. Перешкода інтеграції до Європейської Спільноти. В країнах ЄС діє чітка система стандартів енергоспоживання та вимог до енергоефективності продукції, технологій та послуг, і навіть наближення до рівня цих стандартів не можливо без рішучих дій Держави щодо визнання пріоритетними вимог енергозбереження.

4. Ускладнення вирішення соціальних проблем. Відомо, що енерговитрати складають основну частку собівартості деяких видів продукції та послуг в Україні, у зв'язку з цим частка заробітної плати в собівартості таких продукцій і послуг є заниженою, що суттєво впливає на доходи населення. Крім того, політика енергоефективності нерозривно пов'язана з вирішенням соціальних проблем, викликаних занепадом житлово-комунального господарства в Україні.

5. Погіршення екологічної ситуації. Не для кого не є секретом, що регіони розміщення найбільш енергомістких виробництв, на сьогодні стали зонами екологічного лиха. Арифметика проста — зменшення обсягів енергоспоживання дорівнює зменшенню обсягів викидів].

Змальована ситуація цілком закономірно підводить до важливого питання щодо покращення стану справ у сфері енергозбереження та енергоефективності.

По-перше, вище керівництво держави повинно однозначно визнати політику енергоефективності пріоритетним напрямом державної політики.

Наступним кроком, на нашу думку, має стати, створення правових підстав, які б з одного боку стимулювали, а з іншого зобов'язували суб'єктів господарювання забезпечити відповідний рівень енергоефективності в усіх галузях суспільного виробництва, уникаючи безпосереднього втручання в господарську діяльність.

Для створення дієвого механізму регулювання ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів в національній економіці, зокрема необхідно вжити такі першочергові заходи:

1. Удосконалити аморфну та декларативну систему законодавства у сфері енергозбереження. Найефективнішим способом вирішення цього завдання є прийняття законодавчого акту, наповненого нормами прямої дії, прозорими економічними механізмами стимулювання, адекватною юридичною відповідальністю. Таким документом, на нашу думку, має стати нова редакція Закону України „Про енергозбереження” - Закон України „Про енергоефективність”.

2. Створити дієву систему державного управління та контролю у сфері енергоефективності, тобто визначити статус, повноваження та організаційну структуру органу державного управління у сфері енергоефективності.

3. Запровадити такі механізми державного регулювання у сфері енергоефективності як енергетичне маркування продукції, енергетичний менеджмент, енергетичну сертифікацію підприємств, обов'язковий енергетичний аудит.

4. Встановити обов'язковість обліку паливно-енергетичних ресурсів, через прийняття проекту Закону України „Про комерційний облік ресурсів, передача яких здійснюється мережами”.

5. Запровадити механізм пільгового кредитування заходів з підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів;

6. Створити систему національних стандартів енергоефективності [5].

На завершення слід ще раз підкреслити, що час нехтування критичним станом енергомісткості ВВП України спливе, кожен наступний рік

енергоекстенсивного розвитку країни, відкидає перспективу побудови економічно розвинутої держави на декілька років. В сьогоденних умовах керівництво держави має унікальний шанс кардинально змінити економічну ситуацію в країні визнавши першочерговість та невідкладність реалізації дієвої державної політики у сфері енергоефективності.

Усвідомлення причин і особливостей енергетичної кризи в країні, а також реальна оцінка можливостей проведення дійових заходів по його подоланню (можливий темп нарощування власних обсягів видобутку органічного палива, реальна комплексна оцінка можливостей розвитку атомної енергетики, неможливість досить швидкої зміни структури економіки) свідчать про те, що енергозбереження та ефективне використання енергії є чи не єдиним шляхом вирішення зазначених проблем і є одним з питань державної безпеки України.

У стратегії "Європейський вибір. Концептуальні основи стратегії економічного і соціального розвитку України на 2005-2011 року" відзначено, що завданням стратегічної ваги є реалізація розробленої в 1996 році комплексної державної програми енергозбереження на період до 2010р. Реалізація державної програми енергозбереження може стати одним з ключових чинників технологічного переоснащення всієї української економіки. Основна мета намічених перетворень - довести енергомісткість української економіки до показників країн ЄС.

Уряди деяких країн проводять активну підтримку політики ефективного використання і заощадження енергії. В інших країнах цим питанням надається менше уваги. Розуміння механізмів, які визначають ухвалення країною тієї або іншої політики, можливо лише в контексті розгляду відповідних політичних, інституційних і економічних процесів. Адаптація світового досвіду для його використання в Україні передбачає співставлення відповідних процесів, проголошених політик енергозбереження, механізмів їх реалізації і досягнутих при цьому результатів.

В різних державах існують значні відмінності відносно ролі ринкових чинників в розвитку економіки. В процесі щорічного розподілу наявного бюджету програми енергозбереження конкурують з багатьма соціальними програмами - освіти, охорони здоров'я, підтримки сільського господарства та іншими, які мають сильну підтримку виборців, підприємницьких кіл та інших зацікавлених груп. При цьому реальна політика енергозбереження являє собою свого роду рівнодіючу інтересів різних структур і суспільних груп, що визначають економічну політику і пріоритети держави.

Наведемо загальні особливості реалізації політики енергозбереження у різних країнах світу [6]:

- розробка і реалізація політики енергозбереження кожною країною визначається комплексом властивих їй специфічних соціально-політичних і економічних чинників.

- інструменти реалізації політики енергозбереження все більше враховують необхідність функціонування в умовах, які орієнтовані на збільшення прибутку.

- відповідні механізми передбачають роботу спільно з ринковими чинниками, а не супроти них, що передбачає виявлення якнайменше дорогих рішень, заохочення конкуренції між продавцями і постачальниками енергії і введення інших економічних стимулів.

- політики енергозбереження орієнтовані на компенсацію типових недоліків ринку - неадекватної або необ'єктивної інформації, нездатності забезпечити безперервність розробки і застосування енергоефективних технологій і т.д.

- схеми дотацій і субсидій орієнтовані на досягнення низки цілей і підтримуються іншими міністерствами і зацікавленими групами. Витрати на програми енергозбереження є порівняльними з витратами на інші задачі національного бюджету.

- необхідність виконання міжнародних зобов'язань відносно навколишнього середовища, особливо Кіотського протоколу, сприяє

ухваленню і реалізації політики енергозбереження, включаючи питання субсидування і оподаткування.

Зростання цін на енергетичні ресурси в країнах Центральної та Східної Європи після розпаду Радянського Союзу та розвиток ринкової економіки, відкрили перспективи для енергосервісних компаній, які забезпечують зменшення енерговитрат клієнтів та повертають витрати на свої послуги за рахунок досягнутої економії енергоресурсів. ЕСКО-бізнес також з'являється і в Україні. Вже існують державна компанія УкрЕСКО та ряд приватних ЕСКО, що свідчить про появу привабливого ринку для роботи ЕСКО в країні.

В рамках механізму енергоефективного підяду, енергосервісна компанія (ЕСКО) шляхом впровадження енергозберігаючих заходів у клієнта, досягає гарантованого скорочення платежів постачальнику енергії і за рахунок отриманої економії оплачує початкові інвестиції та свої послуги. Таким чином, поточні витрати на енергоносії стають джерелом капітальних інвестицій в поліпшення енергоефективності об'єктів клієнтів ЕСКО.

З метою підвищення ефективності політики енергозбереження Україна здійснює співробітництво з міжнародними організаціями й окремими країнами як у рамках програм міжнародної технічної допомоги для використання в Україні передового зарубіжного досвіду, так і в напрямку залучення іноземних інвестицій у проекти по енергозбереженню. З цією метою розгорнуте співробітництво з такими міжнародними організаціями, як Європейська Комісія, Європейський банк реконструкції і розвитку, Європейська Економічна Комісія ООН, Програма Розвитку ООН, Глобальний Екологічний Фонд. Здійснюється двостороннє співробітництво з такими країнами, як Австрія, Швеція, Данія, США, Канада, Німеччина, Республіка Корея, Росія, Білорусія.

Узагальнюючи накопичену інформацію, можна зробити висновок, що дуже необхідно розробляти та впроваджувати різні програми та проекти з енергозбереження й ефективного використання енергії в Україні. Цілком очевидно, що непродуманий форсований перехід України до світових цін на

енергію й енергоносії призведе до кризи і соціальних потрясінь більшість галузей національної економіки. Але і затримки в реформуванні цін і субсидій на енергію неприпустимі.

Під фактором ефективності енергоспоживання розуміються дії (комплекс аналогічних за своєю спрямованістю заходів), які є причиною зміни стану основних елементів виробництва (зміни стану техніки, технології, організації виробництва, праці і управління, кваліфікаційного складу працюючих і поліпшення їх використання) і, як наслідок, позитивних або негативних змін показників енергоспоживання.

2.3 Загальні відомості про виробництво

Структура живлячих ПАТ «Запоріжсталь» мереж побудована за регіональним принципом і об'єднує 8 електроенергетичних систем з функціями оперативно-диспетчерського управління (Дніпровська, Донбаська, Західна, Кримська, Південна, Південно-Західна, Північна та Центральна). До функцій енергосистем належить також передача електроенергії магістральними та міждержавними електромережами та їх експлуатація (таблиця 2.2 – 2.5).

Таблиця 2.2 - Загальна встановлена потужність

Клас напруги	Довжина ПЛ, км	Кількість ПС, од.
750 кВ	1336,834	3
330 кВ	3458,074	22
220 кВ	161,989	1
Разом	4956,897	26

Таблиця 2.3 - Обсяги виробництва, споживання і передачі електроенергії

Рік	Обсяг виробництва електроенергії, млн кВт·год	Обсяг споживання електроенергії, млн кВт·год	Обсяг передачі електроенергії магістральними електромережами, млн кВт·год
2019	63680,4	47354,9	31874,1
2020	54412,0	44769,0	69195,4
2021	51149,0	45163,0	60138,4

Таблиця 2.4- Основні споживачі ДнЕС

№ з/п	Назва	%, відношення до споживання Дніпровської ЕС
1	ПАТ «ДТЕК Дніпрообленерго»	53
2	ПАТ «Запоріжжяобленерго»	20
3	ТОВ «ДТЕК Високовольтні мережі»	7
4	ПАТ «Кіровоградобленерго»	4
5	ПАТ «Українська залізниця»	2
6	ДПЕМ ПрАТ «Атомсервіс»	1

Також у складі Укренерго функціонує ряд інших підрозділів різного спрямування: від розробки проектів розвитку ОЕС, енергонагляду, виготовлення оснащення для ремонтно-експлуатаційних робіт в електромережах до поліграфії, транспортного забезпечення та громадського харчування.

Дніпровська електроенергетична система (ЕС) здійснює централізоване електропостачання Дніпропетровської, Запорізької, Кіровоградської областей та частини Донецької області на території площею 84 тис.км². Склад магістральних і міждержавних електромереж.

Таблиця 2.5 - Структура генерації, основні споживачі

№ з/п	Перелік генерації	Потужність, МВт
1	Придніпровська ТЕС	1765
2	Криворізька ТЕС	2892
3	Запорізька ТЕС	3650
4	Запорізька АЕС ВП «НАЕК «Енергоатом»	6000
5	ПАТ «Дніпровська ТЕЦ»	61,6
6	Кременчуцька ГЕС	636,2
7	Середньодніпровська ГЕС	388
8	Дніпровська ГЕС	1553,8
9	Каховська ГЕС	334,8
	Блокстанції, в тому числі:	744,8
10	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» (КМК)	274
11	КП «Жовтоводськтепломережа» (ВГОК)	30
12	ПАТ «ДніпроАЗОТ»	50
13	ПАТ «ДМК ім. Дзержинського»	37
14	ПрАТ «Євраз Южкокс» (БКХЗ)	18
15	ВГМК філія ГП «ОГХК» (Кримський Титан)	25

2.3 Аналіз існуючої системи енергопостачання об'єкта

2.3.1 Система електропостачання підприємства

Система електропостачання передбачає сукупність електроустановок пов'язаних єдиним процесом виробництва, передачі, перетворення і розподілу електричної енергії по споживачам.

Згідно з ПУЕ електроприймачі за безперебійністю електропостачання відносяться до II та III категорії за надійністю. Електроприймачі працюють у повторно – короткочасних (ПКР) та тривалому режимах.

Середовище цеху нормальне – сухе приміщення у якому відсутні ознаки, що властиві жарким, пильним і приміщенням з хімічно – активним середовищем.

Електроприймачем називається електроустановка, яка є елементом мережі електропостачання та підключена до джерела живлення в окремій точці мережі.

Мережі електропостачання включають в себе лінію електропередач, кабельну та повітряні лінії, трансформатори.

За надійністю електропостачання адміністративна будівля належить до 2 категорії. Вона включає в себе електроприймачі порушення електропостачання яких призводить до масового псування або простою обладнання. Живлення рекомендується здійснювати від двох незалежних джерел, однак допускається живлення їх від одного трансформаторної підстанції при наявності резервного трансформатора на складі.

Розрахунок електричних навантажень - одне з найбільш складних та відповідальних завдань в проектуванні систем електропостачання об'єктів. Він дозволяє вибрати елементи системи електропостачання за припустимим тривалим нагріванням, перевірити величину припустимих відхилень та коливань напруги, тощо.

При розрахунку визначають наступні види електричного навантаження: середнє розрахункове та пікове [1]. Для визначення втрат потужності та електроенергії в елементах системи електропостачання доцільно визначити середньоквадратичне навантаження.

Для розрахунку навантажень використовують: схему електричної мережі, номінальні активні потужності приймачів електроенергії (ПЕ), середньозважені коефіцієнти потужності $\cos \phi$, коефіцієнти використання K_v , тривалість ввімкнення, кратність збільшення номінального навантаження в пусковому режимі.

Розрахунок електричного навантаження освітлювальної мережі. На промислових підприємствах близько 10% споживаної електроенергії витрачається на електричне освітлення. Освітлювальні мережі живляться від цехових ТП з вторинною напругою 0,22 та 0,38 кВ.

Вирішальне значення на експлуатаційні характеристики, економічність та надійність освітлювальних установок має правильний вибір джерела світла та світильників.

Лампи розжарювання - є тепловим джерелом світла. Переваги ламп розжарювання: широкий асортимент ламп за потужністю, напругою, умовами використання; безпосереднє ввімкнення в мережу без додаткових апаратів; незалежність від зовнішнього середовища, в тому числі від температури; компактність; відносна стабільність світлового потоку (інертність випромінення). Недоліками - низька світловіддача; обмежений строк служби; переважання в спектрі жовто-червоного випромінювання; висока залежність світлового потоку і строку служби від напруги.

Для освітлення виробничих, адміністративно-побутових приміщень, приміщень адміністративних, навчальних, наукових організацій, зовнішнього освітлення та іншого, широко використовують газорозрядні джерела світла. Газорозрядні джерела світла мають наступні особливості: вони включаються в мережу через пускорегулюючий апарат і (за винятком ксенонових ламп) через баластний опір (активний, індуктивний чи ємнісний); викликають в

мережі коливання високої частоти, що створюють радіоперешкоди; чутливі до зниження напруги. Зниження напруги до 90% від номінального може призвести до згасання ламп, при цьому повторне запалення (за виключенням трубчатих люмінесцентних ламп) має місце через 8-10 хвилин після відновлення напруги; світловий потік дугових ламп змінного струму коливається з подвійною частотою, що веде до коливань освітленості та викликає стробоскопічний ефект.

В залежності від типу інертного газу яким заповнюються лампи, вони бувають: ртутні, натрієві, ксенонові. Серед газорозрядних найбільш поширені ртутні лампи, їх розрізняють:

- лампи низького тиску $1 \div 1,5$ Па - це люмінесцентні;
- високого тиску $0,3 \div 1,5$ МПа - це дугові ртутні лампи.

При проектуванні цехових мереж електропостачання необхідно забезпечити наступні вимоги:

- необхідно застосовувати раціональну схему електропостачання, в якій враховується конкретне розташування електроприймачів, їх зв'язок в технологічному процесі з тим, щоб забезпечити мінімальні втрати електроенергії в елементах цехової мережі;

- необхідно забезпечити надійність електропостачання приймачів відповідно до їх вимог надійності за ПУЕ;

- необхідно забезпечити можливість раціональної експлуатації цехових мереж, а також можливість заміни елементів цехових мереж у випадку зміни технологічного процесу;

- забезпечити по можливості мінімальну вартість цехових мереж по експлуатації та монтажу.

Цехові мережі включають в себе такі елементи:

- КТП, що призначені для зниження напруги від рівня внутрішньозаводської розподільної мережі до рівня напруги цехової мережі (10/0,4; 6/0,4);

- живляча цехова мережа - це ділянка цехової мережі від шин розподільчого пристрою 0,4 кВ КТП до електроприймачів, що живляться від шин РП 0,4 кВ;

- розподільчі цехові мережі, що включають ділянку мереж від силових розподільних пунктів до електроприймачів.

Вибір КТП полягає у визначенні її місця розташування і кількості трансформаторів [2]. КТП можуть виконуватися 3 способами: вбудовані всередині приміщення; КТП прибудованого типу; окремо розташованих КТП.

2.3.2 Внутрішньооб'єктова електрична мережа

Електричні мережі всередині об'єкта виконуються по магістральних, радіальним і змішаним схемами.

Радіальні схеми розподілу електроенергії застосовуються в тих випадках, коли пункти прийому розташовані в різних напрямках від центру живлення. Вони можуть бути одно- або двоступінчастими. На невеликих об'єктах і для живлення великих зосереджених споживачів використовуються одноступінчаті схеми. Двоступеневі радіальні схеми виконуються для великих і середніх об'єктів з підрозділами, розташованими на великій території. При двохтрансформаторних підстанціях кожен трансформатор харчується окремою лінією за блочною схемою лінія - трансформатор. Пропускна здатність блоку в післяаварійний режимі розраховується виходячи з категорійності питомих споживачів. При одноступінчастих підстанціях взаємне резервування живлення невеликих груп приймачів першої категорії здійснюється за допомогою кабельних або шинних перемичок на вторинному напрузі між сусідніми підстанціями. Радіальна схема характеризується тим, що від джерела живлення, відходять лінії, що

живлять великі електроприймачі або групові розподільні пункти, від яких, у свою чергу, відходять лінії, що живлять інші дрібні електроприймачі.

Переваги радіальних схем:

- забезпечують надійність живлення;
- легко застосовуються елементи автоматики.

Недоліки: великі витрати на установку розподільних пунктів і провідку кабелів і проводів.

Магістральні схеми напругою від 6 до 10 кВ застосовують при лінійному розміщенні підстанцій на території об'єкта, коли лінії від центру живлення до пунктів прийому можуть бути прокладені без значних зворотних напрямків. Магістральні схеми виконуються поодинокими і подвійними, з одностороннім і двостороннім живленням.

Одиночні магістралі застосовуються тоді, коли відключення одного споживача викликає необхідність відключення всіх інших споживачів. Надійність схеми з поодинокими магістралями можна підвищити, якщо живляться або ТП розташувати так, щоб була можливість здійснити часткове резервування по зв'язках низької напруги між найближчими підстанціями.

Схеми з подвійними («наскрізними») магістралями застосовуються для живлення відповідальних і технологічно пов'язаних між собою споживачів одного об'єкта.

Одиночні і подвійні магістралі з двостороннім живленням («зустрічні магістралі») застосовуються при живленні від двох незалежних джерел, необхідних за умовами забезпечення надійності електропостачання для споживачів першої та другої категорії.

Змішані схеми живлення, що поєднують принципи радіальних і магістральних систем розподілу електроенергії, мають найбільше поширення на великих об'єктах. Ступінь резервування визначається категорійністю споживачів. Споживачі першої категорії повинні забезпечуватися живленням від двох незалежних джерел. В якості другого джерела живлення можуть бути використані секційні збірні шини електростанцій або підстанцій, а

також і перемички в мережах на нижчому напрузі, якщо вони подають живлення від найближчого розподільного пункту.

Переваги магістральних схем:

- не вимагають установки розподільного щита на підстанції;
- розподіл енергії здійснюється за схемою блок-трансформатор-магістраль, що спрощує і здешевлює спорудження цехової підстанції;
- надійно для електропостачання споживачів першої, другої, третьої категорії.

Недоліки магістральних схем: пошкодження магістралі призводить до відключення всіх споживачів, що живляться від неї.

Для даного проекту вибираємо радіальну схему електроживлення, так як гідністю її є, забезпечення високої надійності живлення і в цій схемі легко можуть бути використані елементи автоматики. Також радіальна схема є простою і наочною, що підвищує її оперативну надійність, а також можливість легкого пристосування схеми до мінливих умов роботи, як в експлуатації, так і при розширенні станції, можливість ремонтів обладнання РУ без порушення нормальної роботи приєднань.

2.4 Енергетичний баланс підприємства

Метою розроблення енергетичних балансів є підвищення ефективності використання у промисловості всіх видів палива та енергії. За допомогою енергобалансів можна визначити та проаналізувати фактичний стан використання енергетичних ресурсів, встановити причини та наслідки нераціонального енерговикористання, розробити організаційно-технічні заходи, спрямовані на зниження втрат паливно-енергетичних ресурсів, тощо.

Енергетичний баланс за споживанням електричної енергії та за її витратами окремими підрозділами складають за інформацією щодо

фактичного споживання електричної енергії за останній рік виробництвами, що не змінювали і не планують у найближчі роки змінювати обсяги виробництва більш ніж на 20-30%. Енергобаланс може бути складений за даними споживання електричної енергії різними технологічними навантаженнями, енергоємними споживачами та окремими підрозділами підприємства. Витрати енергоносіїв на виробництво наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Витрати енергоносіїв будівлею

Енергоносій	Споживання, нат.од.	Витрати за 2023 рік, грн
Технічна вода	13900	41700
Питна вода	2712	29832
Газ природний	6227	57288,4
Електрична енергія	707452	1273413,6
Теплова енергія	926	2315000
Всього		3717234

На рисунку 2.5 зображений баланс витрат на енергоносії.

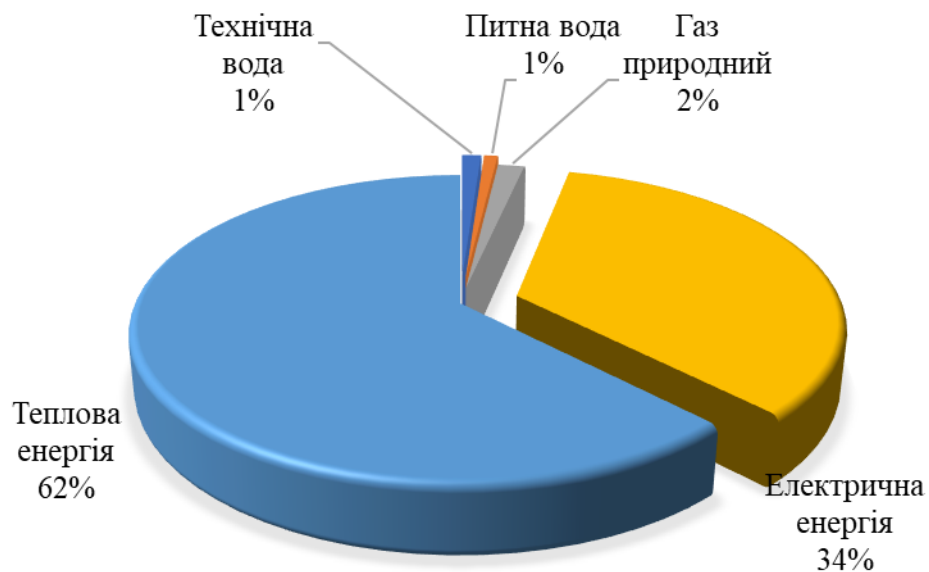


Рисунок 2.5 - Баланс витрат на енергоносії

Таблиця 2.7 – Структура електроспоживання підприємства

Тип обладнання	Споживання, кВт·год	Витрати за 2023 рік, грн
Комп'ютерна техніка	21386,875	38496,375
Піч побутова	21742,5	39136,5
Обладнання їдальні	33963,125	61133,625
Нагрів води на потреби ГВП	374997,6	674995,68
Диспетчерський пункт	21813,75	39264,75
Електроприлади офісні	27164,375	48895,875
Офісна техніка	21890	39402
Інше обладнання	52743,75	94938,75
Вентиляція	56625	101925
Освітлення	75125	135225
Всього	707451,975	1273413,555

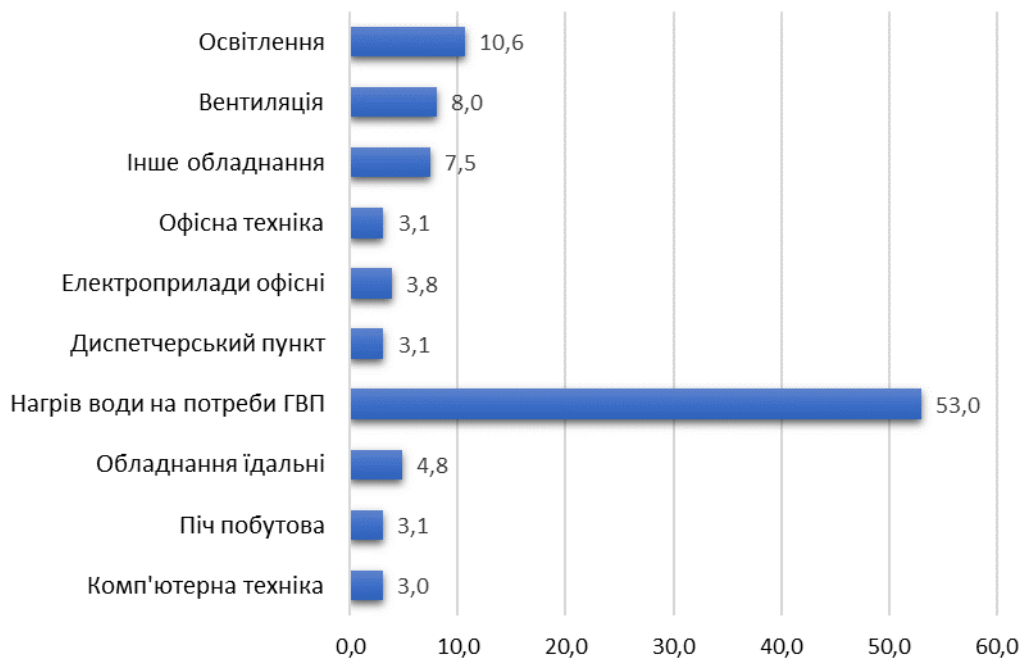


Рисунок 2.6 - Баланс витрат на електричну енергію

2.5 Визначення теплових навантажень будівлі

Зі структури енергоспоживання будівлі та переліку споживачів електричної енергії видно, що найбільша частка платежів за енергоресурси припадає на теплову енергію 62% та електричну енергію, саме 34%, а найбільшими споживачами останньої є електричні котли нагріву води на потреби ГВП, освітлення та вентиляція, 53, 10,6 та 8%, відповідно.

Як встановлено, потреба в гарячому водопостачанні задовольняється за допомогою двох електричних котлів фірми "Dakon" потужністю 60,1 кВт кожен. З огляду на зростання вартості електричної енергії, було прийнято рішення модернізувати існуючу схему та розробити комбіновану систему ГВП із застосуванням в якості джерела теплової енергії сонячного колектору.

Режим роботи однозмінний. Температура гарячої води в опалювальний період року визначається згідно з температурним графіком котельної, а в літній період року дорівнює 65°C. Тиск мережевої води системи гарячого водопостачання зимою 6 кгс/см², влітку 3 кгс/см².

Час пікових навантажень споживання гарячої води - з 10:00 до 14:30.

Витрати води на потреби гарячого водопостачання будівлі зведені в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок витрат води на потреби гарячого водопостачання будівлі

Найменування	Кількість посадочних місць	Кількість посадок з 11:00 до 14:00	Кількість страв
Їдальня № 19	104	230	1150
Їдальня № 20	72	150	950
Їдальня № 21	44	110	550
Всього:	220	490	2650

Кількість умовних страв U за годину (враховуючи, що за технічним завданням 490 посадок за 3 години з 11:00 до 14:00), дорівнює:

$$U = 2,2 \cdot n \cdot m , \quad (2.1)$$

де n - кількість посадочних місць;

m - кількість посадок в годину (для столових промислових підприємств – $m = 3$).

$$U = 2,2 \cdot (490 : 3 \text{ години}) \cdot 3 = 1078 \text{ умовних страв.}$$

2.6 Розрахунок необхідної кількості теплової енергії на потреби їдалень

Вихідні данні для розрахунку:

U - кількість умовних страв, 1078 шт.

q_0^h - Секундна витрата води, віднесена до одного приладу, для різних приладів, що обслуговують однакові водоспоживачі , 0,2 л/с.

$q_{hr,u}^h$ - загальна норма витрати води, л, споживачем під час найбільшого водоспоживання, 4 л.

$q_{o,hr}^h$ - годинна витрата, віднесена до одного приладу, що обслуговують однакові водоспоживачі, 200 л/год.

q_u^h - добова витрата необхідна на приготування однієї страви, 0,004 м³/добу

Максимальна секундна витрата :

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot a , \quad (2.2)$$

де a - коефіцієнт, що визначається, залежно від загального числа приладів N і вірогідності їх дії P , і що обчислюється як (при $a=2,89$);

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 2,89 = 2,89 \text{ л/с.}$$

$$N \cdot P^h = (q_{hr,u}^h \cdot U) / (q_o^h \cdot 3600), \quad (2.3)$$

$$N \cdot P^h = (4 \cdot 1078) / (0,2 \cdot 3600) = 5,989.$$

Максимальна годинна витрата:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot a_{hr}^h, \quad (2.4)$$

де q_{hr}^h - коефіцієнт, що визначається залежно від загального числа приладів N і вірогідності їх дії P , і що обчислюється як (при $a=7,287$).

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 7,287 = 7,287 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$N \cdot P_{hr}^h = (3600 \cdot P^h \cdot N^h \cdot q_o^h) / (q_{o,hr}^h), \quad (2.5)$$

$$N \cdot P_{hr}^h = (3600 \cdot 5,989 \cdot 0,2) / 200 = 21,56.$$

Добова витрата:

$$Q^h = q_u^h \cdot U, \quad (2.6)$$

$$Q^h = 0,004 \cdot 1078 = 4,312 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

2.7 Розрахунок необхідної кількості теплової енергії для потреб адміністративної частини

Вихідні данні для розрахунку:

U - кількість чоловік в адміністративній частині, 266 чол.

q_o^h - секундна витрата води, віднесена до одного приладу, для різних приладів, обслуговуючих однакових водоспоживачів 0,1 л/с.

$q_{hr,u}^h$ - загальна норма витрати води, л, споживачем під час найбільшого водоспоживання, 2л.

$q_{o,hr}^h$ - годинна витрата, віднесена до одного приладу, для різних приладів, обслуговуючих однакових водоспоживачів, 60л/год.

q_u^h - добова витрата на одного чоловіка у добу ,0,007 м³/добу.

Максимальна секундна витрата :

$$q^h = 5 \cdot q_o^h \cdot a, \quad (2.7)$$

$$q^h = 5 \cdot 0,1 \cdot 1,215 = 0,608 \text{ л/с.}$$

де a - коефіцієнт, що визначається залежно від загального числа приладів N і вірогідності їх дії P , і що обчислюється як, (при $a=1,215$):

$$N \cdot P^h = (q_{hr,u}^h \cdot U) / (q_o^h \cdot 3600), \quad (2.8)$$

$$N \cdot P^h = (2 \cdot 266) / (0,1 \cdot 3600) = 1,478 \text{ л/с.}$$

Максимальна годинна втрата:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{o,hr}^h \cdot a_{hr}^h, \quad (2.9)$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 3,798 = 1,139 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

де a_{hr}^h - коефіцієнт, що визначається залежно від загального числа приладів N і вірогідності їх дії P , і що обчислюється як (при $a=7,287$) :

$$N \cdot P_{hr}^h = (3600 \cdot P^h \cdot N^h \cdot q_o^h) / (q_{o,hr}^h) , \quad (2.10)$$

$$N \cdot P_{hr}^h = (3600 \cdot 5,989 \cdot 0,2) / 200 = 21,56.$$

Добова витрата:

$$Q^h = q_u^h \cdot U, \quad (2.11)$$

$$Q^h = 0,007 \cdot 266 = 1,862 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Результати розрахунків потреби підприємства в гарячій воді зводимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 - Результати розрахунків

№	Найменування	Розрахункові витрати		
		л/с	м ³ /год	м ³ /добу
1	Їдальні №19,20,21	2,89	7,287	10,60
2	Адміністративна частина	0,608	1,139	1,862
3	Всього:	3,498	8,426	12,462

Для забезпечення навантажень на гаряче водопостачання будівлі застосовані вакуумні сонячні колектори ВТК 1140/2 фірми "Vaillant".

У зимовий і перехідний період року, а також в період пікових навантажень догрів гарячої води здійснює електричний котел РОТІ 60 потужністю 60,1 кВт фірми "Dakon".

Для того щоб обрати потрібну кількість сонячних колекторів, було обрано декілька варіантів системи сонячного теплопостачання з різною кількістю сонячних колекторів.

2.8 Вибір технологічного обладнання системи ГВП

Теплова схема приведена на рисунку 2.7.

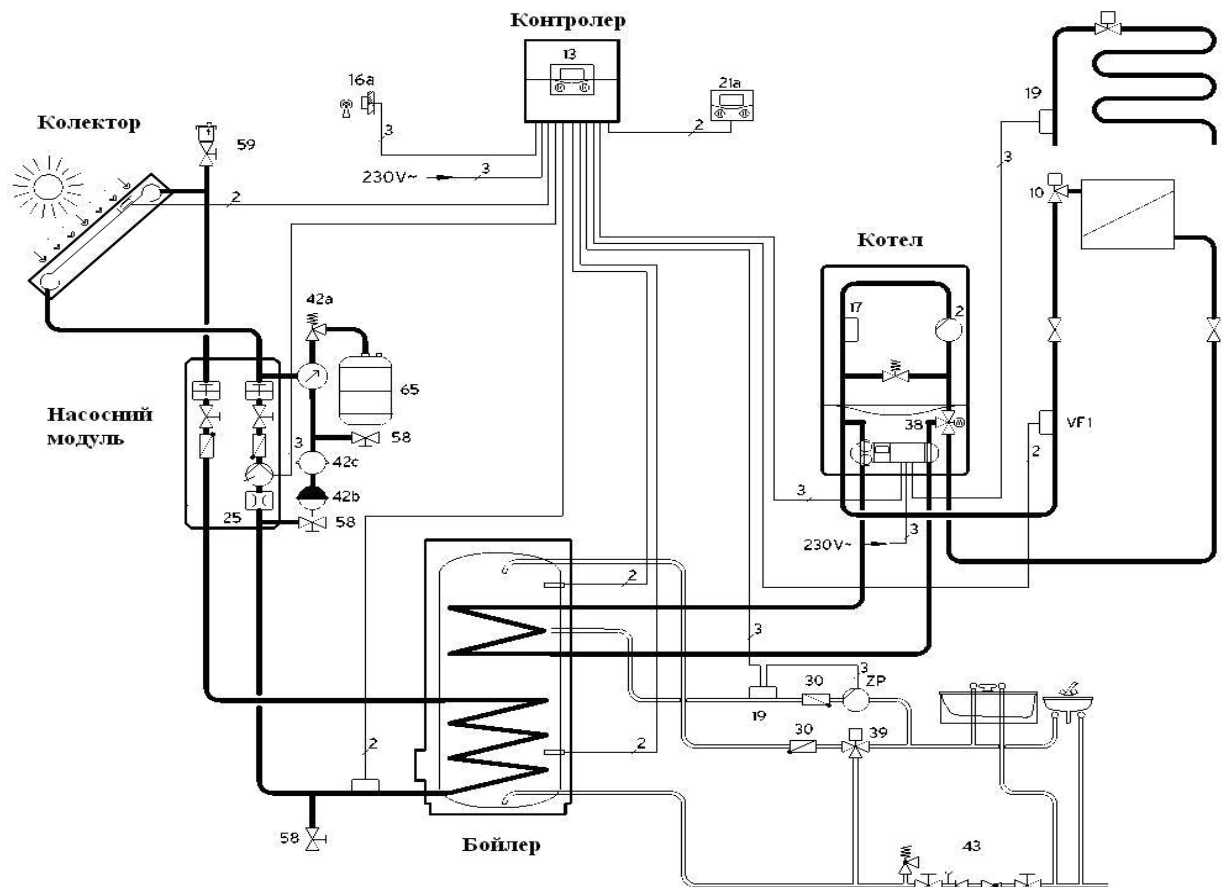


Рисунок 2.7 - Гідравлічна схема під'єднання геліосистеми

Регулювання системи сонячних колекторів здійснюється за допомогою автоматичного регулятора "Vaillant" auroMatic 620 і модуля змішувача VR60 фірми "Vaillant".

Від сонячної енергії нагрівається абсорбер сонячних колекторів і циркулюючий в нім теплоносій (далі антифриз). Теплоносій за допомогою циркуляційних насосів подається в пластинчатий теплообмінник з нержавіючої сталі сонячної станції "Meibes" Solar XXL на первинний контур, де віддає свою теплову енергію питній воді на вторинному контурі. Насоси сонячних станцій "Meibes" Solar XXL первинного і вторинного контурів включаються одночасно і управляються регулятором безпосередньо. Якщо різниця між температурою в сонячних колекторах по відношенню до температури в нижній зоні накопичувального бака гарячої води SAC 1000 піднімається до заданого значення, то відповідно включаються насоси сонячної станції "Meibes" Solar XXL. Різниця між температурами визначається за допомогою датчика сонячного колектору VR11, і датчика VR10 в накопичувальному баку гарячої води. Автоматичний регулятор auroMatic 620 налаштований на різницю температур 5-7°C. Якщо різниця між вищезгаданими температурами менша, наприклад 3°C, то регулятор вимикає насос системи сонячного тепlopостачання, оскільки в цьому випадку віддача теплової енергії недостатня. Якщо інтенсивність сонячного опромінення не достатня, то вода підігрівається від системи центрального тепlopостачання через пластинчатий теплообмінник ТПС- 14-28в холодний період року, або від електричних котлів РОТІ 60 фірм "Dakon" потужністю 60,1 кВт. кожен в теплий період року. Електрокотли від системи гарячого водопостачання розділені пластинчатим теплообмінником ТПС- 14-20. Перед поданням гарячої води до споживача проектом передбачено змішення з проточною холодною водою через 3-х ходовий змішувач у разі перегрівання баків (захист від обшпарювання), або підмішування води з системи центрального гарячого водопостачання через 3-х ходовий змішувач у разі недогрівання

накопичувальних баків. Циркуляцію у баках і захист від легіонел виконує насос "Grundfos" UPS 32-80 B 180.

Для вміщування надмірного об'єму теплоносія сонячних колекторів при її температурному розширенні проектом передбачені розширювальні баки Solar Plus 600л.; для накопичувальних баків гарячої води SAC 3000л. - розширювальні баки DV- 300 л. ; для накопичувального бака гарячої води SAC 1000л. - розширювальний бак DV-80л. [7]

Система сонячного теплопостачання і система гарячого водопостачання оснащуються запобіжними клапанами, засобами безпеки, повітрявідведенням і системою зливу.

Обв'язування сонячних колекторів, насосних станцій "Meibes" Solar XXL, розширювальних баків і трасування трубопроводів системи сонячного теплопостачання виконується із сталеві нержавіючої труби "Kistal INOX" і сталеві нержавіючого фітингу з системою прес-з'єднання і із спеціальними ущільнювачами ФКМ для систем сонячного теплопостачання.

Обв'язування устаткування в насосній виконується з металопластикових труб "Kisan S.K.S". і латунного фітингу "Kamaх". Кріплення трубопроводів здійснюється трубними хомутами "Hilti". Після монтажу і гідравлічного випробування трубопроводи теплоізолювати.

Робота системи сонячного теплопостачання для забезпечення гарячою водою будівля передбачена без постійного обслуговуючого персоналу в автоматичному режимі. Перемикання джерел догріву із зимового на літній період виконується також автоматично.

За відсутності потреби в нагріві гарячої води в ясний сонячний літній день, може статися перегрівання теплоносія у вакуумних сонячних колектору. Це може привести до закипання теплоносія, блокування насосних станцій і зупинки системи. Сонячна установка продовжить свою роботу тільки після того, як температура на колекторному полі знизиться і сконденсується теплоносій з пароподібної в рідку фазу. Це може статися в похмуру погоду або вечірньої пори. В цьому випадку, установка продовжить

свою роботу тільки наступного дня. Часте закипання теплоносія знижує його ресурс у декілька разів. Для захисту сонячної системи від простою в процесі роботи, проектом передбачені захисні ролети з автоматикою, керованою термостатом. При перевищенні температури сонячного теплоносія (гліколя) вище 110 град. наводиться в рух механізм укриття сонячних колекторів (три з семи в кожному полі) для зменшення площі поглинання і, відповідно, температури рідини в сонячних колектору. Автоматика дозволяє в плавному(що модулює) режимі управляти режимом поглинання сонячних колекторів і, тим самим регулювати температуру теплоносія.

Компонувальні рішення.

При розробці компонування устаткування насосної, вузлів і трубопроводів були враховані наступні положення:

- функціональне розміщення основного і допоміжного устаткування;
- робочим проектом передбачені необхідні відстані від фронту накопичувальних баків до стін насосної і іншого устаткування, проходи між устаткуванням, вільний доступ до арматури і циркуляційних насосів.

Компонування устаткування в насосній представлене на кресленнях робочого проекту.

Основне і допоміжне устаткування. Технічні дані.

Основне устаткування системи сонячного теплопостачання :

- вакуумні сонячні колектору VTK 1140/2 - 112шт.

Допоміжне устаткування, встановлене в насосній :

- насосна станція Solar XXL 20-70л/мін - 2шт.;
- розширювальний бак Solar Plus 600л. - 4шт.;
- накопичувальні баки гарячої води SAC 3000 - 3шт.;
- накопичувальний бак гарячої води SAC 1000 - 1шт.;
- розширювальний бак DV - 300 ГВС - 3шт.;
- насос циркуляційний UPS 32-80 В 180 - 2шт.;
- насос циркуляційний UPS 40-60/2 FB - 1шт.;
- 3х ходовий клапан змішувача VRG131 DN50 Rp2" - 2шт.;

- теплообмінник пластинчатий розбірний ТПС 14-28 - 1 шт.;
- теплообмінник пластинчатий розбірний ТПС 14-20 - 1 шт.;
- електричні котли РОТІ 60, потужністю 60,1 кВт. - 2 шт.;
- розширювальний бак АС 25л. - 1 шт.;
- розширювальний бак DV-80л. ГВС - 1 шт.;
- повітрявидалювач автоматичний SpiroVent Air 1 1/2" - 2 шт.
- запорно-регулююча арматура, контрольно-вимірювальні прилади.

Технічні данні необхідного обладнання представлено в таблицях 2.10-2.13.

Таблиця 2.10 -Технічні данні вакуумних сонячних колекторів ВТК 1140/2

Позначення	Одиниці вимірювання	Колектори типу ВТК 1140/2
Кількість вакуумних труб	шт	12
Прогнозування вироблення (Вюрцбург,	кВт·год/м ² рік	586
Коефіцієнт відтворення n_0	%	64,2
Коефіцієнт тепловіддачі a_1	Вт/(м ² к)	0,885
Коефіцієнт тепловіддачі, залежний від температури a_2	Вт/(м ² к)	0,001
Теплоємність, обумовлена площею c	кДж/(м ² к)	8,3
$K_0, trans (50\text{ }^\circ\text{C})$, відносно апертури		1
$K_0, long (50\text{ }^\circ\text{C})$, відносно апертури		0,9
Об'ємна витрата	л/(м ² к)	24
Площа брутто	м ²	2,28
Апертурна поверхня модуля A	м ²	2,0
Пікова потужність W_{peak}	Вт	1278

Таблиця 2.11 - Технічні дані бака SAC 3000л і SAC 1000л.

Позначення	Одиниці вимірювання	Накопичувальні баки	
		SAC 1000	SAC 3000
Максимальний робочий тиск	бар	10	6
Максимальна робоча температура	°C	95	95
Перекачувана рідина		гаряча вода	гаряча вода
Товщина ізоляції	мм	40	50
Зовнішнє покриття		сірий полістирол	біла синтетика
Ємність	л	1000	3000
Габаритні розміри в ізоляції			
- висота H	мм	2035	2770
- діаметр з ізоляцією D_c	мм	880	1350
- діаметр без ізоляції D_s	мм	800	1250
Входи DN1, DN2, DN3, DN4		2"	3"
Циркуляція DN5		3/4"	3/4"
Датчики DN6		1/2"	1/2"

Таблиця 2.12 - Технічні дані циркуляційних насосів

Найменування	Кількість шт.	Напруга/ Частота В/Гц	Оберти об/хв	Поружність В	Струм, А
1	2	3	4	5	6
Насосна станція "Meibes" XXL 20-70					

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5	6
Насос циркуляційний Wilo-Stratos 30/1-12 PN10 гліколь	2 шт.	1~230 В 50 Гц	4800	310	1,37
Насос циркуляційний Wilo-Stratos 30/1-12 PN10 вода	2 шт.	1~230 В 50 Гц	4800	310	1,37
Насос циркуляційний UPS 32-80 В 180	1 шт.	1~230 В 50 Гц		240	1,05
Насос циркуляційний після теплообмінника тепломережі UPS 40- 60/2 FB		1~230 В 50 Гц		240	1,05

Таблиця 2.13 - Технічні дані електрокотлів

Характеристики котла	Одиниці вимірювання	Котел типу PTE 60
1	2	3
Потужність	кВт	60,1
Напруга	В	3·230/400, 50Гц, IP 40
Струм	А	92
Переріз СУКУ	мм ²	35
Робочий тиск	бар	6,0
Об'єм води	л	30

Продовження таблиці 2.13

1	2	3
Максимальна температура опалювальної води	°C	90
Максимальний робочий надлишковий тиск	кПа	2,5
Приєднувальні розміри	DN	DN40 (G 1 1/2")
Вага, кг	кг	67
Розміри ш/в/г	мм	582 / 822 / 300
ККД	%	151/125

Розрахунок і вибір мембранних розширювальних баків.

Розрахунок розширювального бака системи сонячного теплопостачання виконаний для найбільш видаленого поля сонячних колекторів [5].

Розрахунок кількості рідини V_a , л в системі сонячного теплопостачання.

$$V_k = V_c \cdot n, \quad (2.12)$$

де V_k - об'єм рідини, що витісняється паротворенням з колектору, л.

V_c - вмісткість сонячного колектору,

n - кількість.

$$V_k = 1,6 \cdot 56 = 89,6 \text{ л.}$$

$$V_{nc} = V_n \cdot n, \quad (2.13)$$

де V_{nc} - об'єм рідини насосної станції,

V_n - вмісткість насосної станції,
 n – кількість.

$$V_{nc} = 6,0 \cdot 1 = 6,0 \text{ л.}$$

$$V_r = V_{m1} \cdot n + V_{m2} \cdot n + V_{m3} \cdot n + V_{m4} \cdot n + V_{m5} \cdot n, \quad (2.14)$$

де V_r - об'єм випарів з трубопроводів, дорівнює об'єму рідини в трубопроводах ,л;

$V_{m1}, V_{m2}, V_{m3}, V_{m4}, V_{m5}$ - об'єм випарів з окремих труб;
 n – кількість.

$$V_r = 0,201 \cdot 55 + 0,302 \cdot 37,5 + 0,515 \cdot 23 + 0,804 \cdot 27,5 + 1,195 \cdot 290 = 402,76 \text{ л.}$$

$$V_a = V_k + V_{nc} + V_r, \quad (2.15)$$

де V_a – загальний об'єм системи,

V_e - об'єм розширення рідини складає 8,5% від загального об'єму системи V_a .

$$V_a = 89,6 + 6,0 + 402,76 = 498,36 \text{ л.}$$

$$V_e = V_a \cdot 0,085, \quad (2.16)$$

$$V_e = 498,36 \cdot 0,085 = 42,36 \text{ л.}$$

Кінцевий тиск P_e системи має бути на 0,5 бар нижче за тиск спрацьовування запобіжного вентиля:

$$P_e = P_{si} - 0,5, \quad (2.17)$$

$$P_e = 6,0 - 0,5 = 5,5 \text{ бар.}$$

Початковий тиск P_a , тобто наливний тиск системи має бути на 0,5 бар вище за статичний тиск:

$$P_a = h \cdot 0,1 + 0,5 \text{ бар} , \quad (2.18)$$

$$P_a = 24 \cdot 0,1 + 0,5 = 2,9 \text{ бар.}$$

Номінальний об'єм розширювального бака (V_n) розраховується по наступній формулі,

$$V_n = (V_e + V_k + V_r) \cdot ((P_e + 1) / (P_e - P_a)) , \quad (2.19)$$

$$V_n = (42,36 + 89,6 + 402,76) \cdot ((5,5+1)/(5,5-2,9)) = 1334 \text{ л.}$$

Проектом передбачена установка чотирьох розширювальних баків об'ємом $V_n=600$ л. по два на кожне колекторне поле.

Для системи сонячного теплопостачання запобіжні клапана вбудовані в насосну станцію "Meibes" Solar XXL на первинному і вторинному контурі. Для накопичувальних баків SAC 3000л. проектом передбачені запобіжні клапана на 6 панів Rp 1"; для накопичувального бака SAC 1000л. - запобіжний клапан на 6 панів Rp 3/4". Перед накопичувальними баками SAC 3000л. і SAC 1000л. встановлені розширювальні баки Dv300л. і Dv80л. відповідно.

2.8.1 Водопровід

Як вихідна вода для гарячого водопостачання будівлі в м. Запоріжжя використовується існуюча внутрішня мережа холодної питної води В1, якість якої відповідає ГОСТу 2874-82 "Вода питна".

Для виключення утворення накипу в накопичувальних баках гарячої води SAC 3000л і SAC 1000л, теплообмінників системи сонячного тепlopостачання і догріву дублюючими джерелами (електричні котли) проектом передбачено після точки врізання в мережу живлення устаткування очищення: фільтр механічного очищення F76s-2" АВ 20мкм з автоматичним приводом промивання Z11-s і з диференціальним реле тиску DDS 76 і установка зм'якшування води FU 2472 G 150. Для підвищення тиску в системі холодного водопостачання передбачена автоматична станція підвищення тиску Hydro MULTI-E 2 CRE 5-4 з частотним регулюванням подачі води.

Технічні дані фільтру механічного очищення води :

- фільтр F76s-2" АВ "Honeywell" ;
- сітка з неіржавіючої сталі 20 мкр;
- тиск від 1,5 до 16 атм.;
- електричне живлення 220/10 В;
- $t_{max} = 40^{\circ}\text{C}$;
- витрата при $P = 0,2$ атм 11,5 м³/год;
- розмір 532267 мм;
- вхід - вихід 2"(зовнішнє різьблення);
- підключення до каналізації DN 50—>dn 70;
- час промивання - 30 сік;

Технічні дані установки зм'якшування:

- система зм'якшування води FU 2472 G 150 Clack;
- електричне живлення 220/24 В;

- продуктивність 9-12 м³/год, АР-1,1 атм;
- робочий тиск 2,0 - 6,0 атм.;
- висхідям-1828x609мм, сольов. емк-900 0 1005мм;
- об'єм катіоніту - 300 л.;
- при жорсткості - 4,2 мг-екв/л, до регенерації можна отримати 72000 л зм'якшеної води;
- витрата води при регенерації близько 1800 літрів;
- витрата солі на одну регенерацію близько 35,0 кг.

2.8.2 Каналізація

Проектом передбачена система водовідведення для прийому скидань від запобіжних клапанів насосних станцій "Meibes" Solar XXL, накопичувальних баків, електрокотлів, а так само планових і аварійних зливів накопичувальних баків з подальшим відведенням води насосними установками в існуючу мережу системи побутової каналізації $KI \text{ } \varnothing 100\text{мм}$.

Температура води, що скидається, має бути знижена до 40°C за рахунок охолодження згідно ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі".

2.8.3 Автоматика

Даним розділом проекту передбачається автоматизація роботи системи сонячного теплопостачання для забезпечення гарячою водою будівлі.

Управління насосом здійснюється датчиком протоки FLU 25. Управління 3-х ходовими змішувачами, циркуляційними насосами

здійснюється від автоматичного регулювальника auroMatic 620, передбаченим в марці ТМ. Насоси на сонячній станції «Meibes» включаються одночасно і підключаються через пускач до регулювальника auroMatic 620.

Робота електрокотла управляється автоматично термостатом, встановленим на трубопроводі. При включенні термостата приводиться в дію насос і опалювальні елементи казана, досягши необхідної температури води в трубопроводі вимикається насос і опалювальні елементи казана. Розподільні мережі виконуються контрольним кабелем марки КВВГ, прокладеним в металевих лотках, вибраних і врахованих в марці ЕМ.

2.9 Визначення необхідної кількості геліоколекторів

Варіант 1- впровадження системи ГВП, яка складається з 50 геліоколекторів.

Для потреби ГВП планується використання сонячних колекторів типу ВТК 1140/2 в кількості 50 штук для нагріву ємності 800 л.

Технічні характеристики:

- модель колектору ВТК 1140/2;
- площа (брутто/нетто) 2,3/2,0 м² ;
- кількість теплоносія в колекторі 1,8 л ;
- гідравлічне підключення (нерж. сталь) DN 15;
- теплоізоляція: глибокий вакуум 10-8 бар ;
- максимальний робочий тиск 10 бар;
- дзеркало-концентратор: коеф. віддзеркалення $p = 85\%$;
- коефіцієнт. поглинання абсорбера $\alpha = 93,50\%$;
- коефіцієнт. розсіювання абсорбера $\varepsilon = 6\%$;
- температура стагнації 272°C ;
- коефіцієнт корисної дії $\eta_0 = 64,20\%$;

- висота $h = 1\,652$ мм ;
- ширина $a = 1\,392$ мм ;
- глибина $b = 111$ мм ;
- вага $m = 37$ кг
- тип - VTK 1140/2;
- кількість - 50 штук;
- загальна площа колекторів – $113,85$ м²;
- азимут - 0° ;
- кут нахилу -45° ;

Зразок комбінованої системи ГВП наведено на рисунку 2.8.

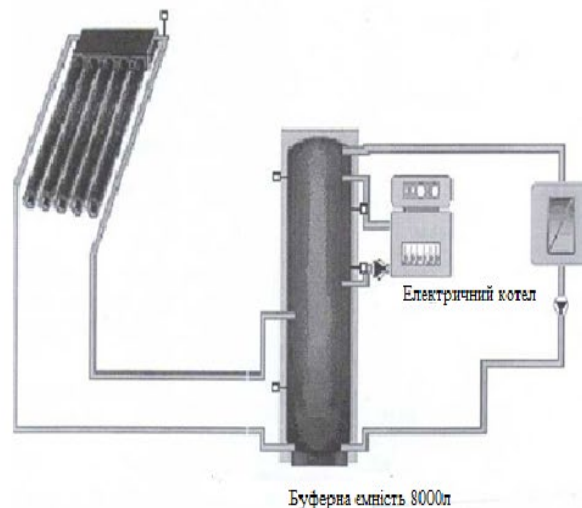


Рисунок 2.8 – Зразок комбінованої системи ГВП

Результати річних показників

- встановлена потужність колекторів: 79,5 кВт;
- загальна площа колекторів: $113,85$ м²;
- опромінювана площа колекторів: 143,3 кВт;
- енергія колекторів, що виробляється: 62,35 кВт, ($1013,75$ Вт/м²);
- потреба в тепловій енергії: 83,37 кВт;
- необхідний догрів : 21,02 кВт;
- відсоток покриття тепловитрат колекторами: 74,79%;
- коефіцієнт використання системи: 66,64%.

Вихідні данні:

Кліматичні дані об'єкта дослідження:

- місцезнаходження - місто Запоріжжя;
- сумарна річна повна радіація - 1257,09 кВт;
- градус широти - 47,83°;
- градус довготи - 35,12° .

Теплове навантаження на ГВП :

- середній щоденний вжиток: 872кВт год;
- температура подаючої лінії: 60° С;
- температура циркуляційної лінії: 40° С;
- профіль навантаження: постійний;
- буферна ємність об'ємом 8 м³;
- додаткове опалення :електричний котел;
- номінальна потужність - 60,1 кВт .

Варіант 2 – впровадження системи ГВП , яка складається з 40 колекторів.

Вакуумні колектору VTK 1140/2 в кількості 40 штук для нагріву ємності 800 л.

- тип - VTK 1140/2 ;
- кількість - 40 штук;
- загальна площа колекторів: 91,08 м²;
- азимут - 0°;
- кут нахилу - 45° .

Результати річних показників

- встановлена потужність колекторів: 63,6 кВт;
- загальна площа колекторів: 91,08 м²;
- опромінювана площа колекторів: 114,64 кВт;
- енергія поля колекторів, що виробляється: 53,6 кВт, (614,43 кВт/м²);
- потреба в тепловій енергії: 83,37 кВт ;
- необхідний догрів: 33,49 кВт;

- відсоток покриття тепловитрат колекторами: 49,88%;
- коефіцієнт використання системи: 42,7%.

Вихідні данні:

Кліматичні дані об'єкта дослідження:

- місцезнаходження - місто Запоріжжя;
- сумарна річна повна радіація: 1257,09 кВт;
- градус широти - 47,83°;
- градус довготи - 35,12° ;

Теплове навантаження на ГВП :

- середній щоденний вжиток: 872кВт год;
- температура подаючої лінії: 60° С;
- температура циркуляційної лінії: 40° С;
- навантаження: постійний;
- буферна ємність об'ємом 0,8 м³;
- додаткове опалення :електричний котел;
- номінальна потужність:60,1 кВт .

Покриття теплотребності на ГВП енергією сонячної системи
(рисунок 2.9)

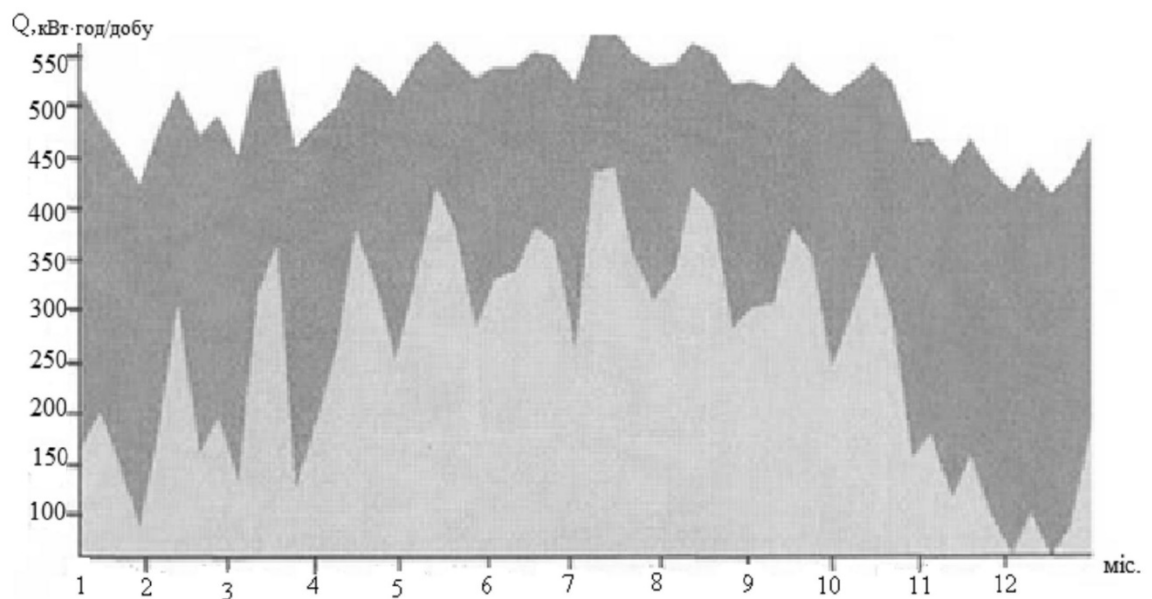


Рисунок 2.9- Покриття теплотребності на ГВП

Щоденні максимальні температури в колекторі наведено на рисунку 2.10.

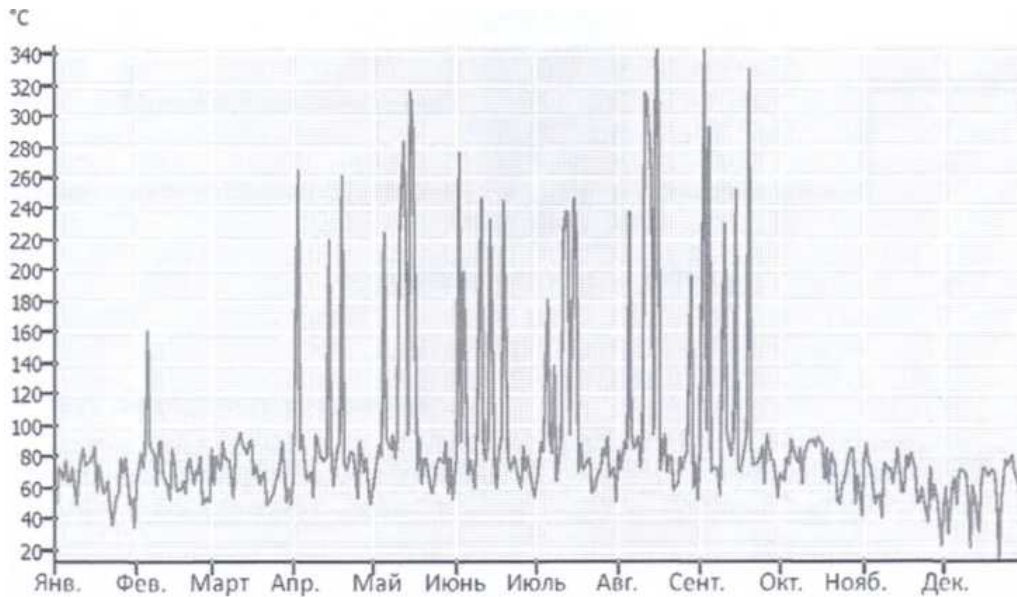


Рисунок 2.10 - Щоденні максимальні температури в колекторі

Варіант 3.- впровадження системи ГВП, яка складається з 20 шт.

- Вакуумні колектору VTK 1140/2 в кількості 100 штук для нагріву ємності 800 л.

- тип - VTK 1140/2;
- кількість - 20 штук;
- загальна площа колекторів: $S = 45,54 \text{ м}^2$;
- азимут - 0° ;
- кут нахилу: 45° .

Результати річних показників:

- встановлена потужність колекторів: 31,8 кВт;
- загальна площа колекторів: $45,54 \text{ м}^2$;
- опромінювана площа колекторів: 57,32 кВт, ($1437,42 \text{ кВт/м}^2$);
- енергія колекторів, що виробляється: 26,8 кВт, ($724,11 \text{ кВт/м}^2$);
- енергія поля колекторів, що виробляється: 24,94 кВт, ($683,55 \text{ кВт/м}^2$);
- потреба в тепловій енергії: 83,37 кВт;
- необхідний догрів: 58,43 кВт;
- міра покриття тепловтрат колекторами: 29,91%;
- коефіцієнт використання системи: 47,6%;

Вихідні данні:

Кліматичні дані об'єкта дослідження:

- місцезнаходження - місто Запоріжжя;
- сумарна річна повна радіація: 1257,09 кВт;
- градус широти - 47,83°;
- градус довготи - 35,12°;

Теплове навантаження на ГВП :

- середній щоденний вжиток: 872кВт;
- температура подаючої лінії: 60° С;
- температура циркуляційної лінії:40° С;
- профіль навантаження: постійний;
- буферна ємність об'ємом 8 м³;

додаткове опалення:

- електричний котел, номінальна потужність: 60,1 кВт.
- покриття теплопотреби на ГВП енергією сонячної системи

наведено на рисунку 2.7

- енергія сонячної системи 136,71 кВт год
- теплопотреба ГВП 318,28 кВт

Щоденні максимальні температури в колекторі (рисунок 2.11).

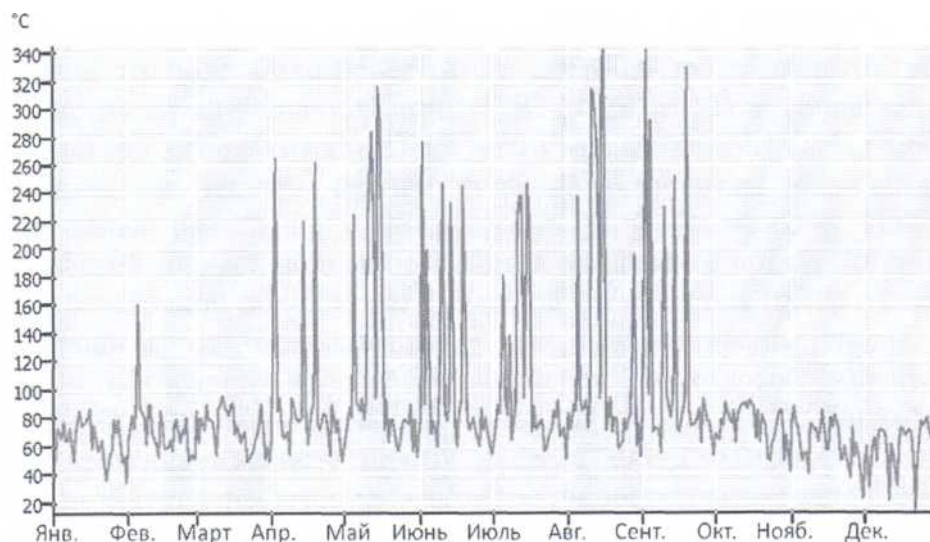


Рисунок 2.11 – Щоденні максимальні температури в колекторі

Враховуючи, що паралельно можна з'єднувати лише ряди з однаковою кількістю сонячних колекторів, та для знаходження оптимальної кількості обладнання представлено на рисунку 2.9.

Таблиця 2.14 - Зведені характеристики колекторів

Найменування	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Кількість колекторів, шт	20	32	40	50
Встановлена потужність, кВт	31,8	50,88	63,6	79,5
Загальна площа, м ²	45,54	72,864	91,1	113,85
Опромінювана площа колекторів, кВт	57,32	91,712	115	143,3
Енергія сонячного випромінювання, кВт	26,8	41,9	53,6	67
Енергія, що виробляється системою ГВП, кВт	24,94	39,904	49,9	62,35
Потреба в тепловій енергії, кВт	83,37			
Відсоток заміщення, %	29,91	47,86	59,83	74,79
Необхідний догрів, кВт	58,43	43,466	33,5	21,02
Економія електричної енергії, тис. кВт год	109,24	174,78	218,47	273,09

В таблиці 2.7 наочно показаний вибір оптимальної кількості обладнання, визначений за технічними характеристиками та враховуючи особливості об'єкта дослідження.

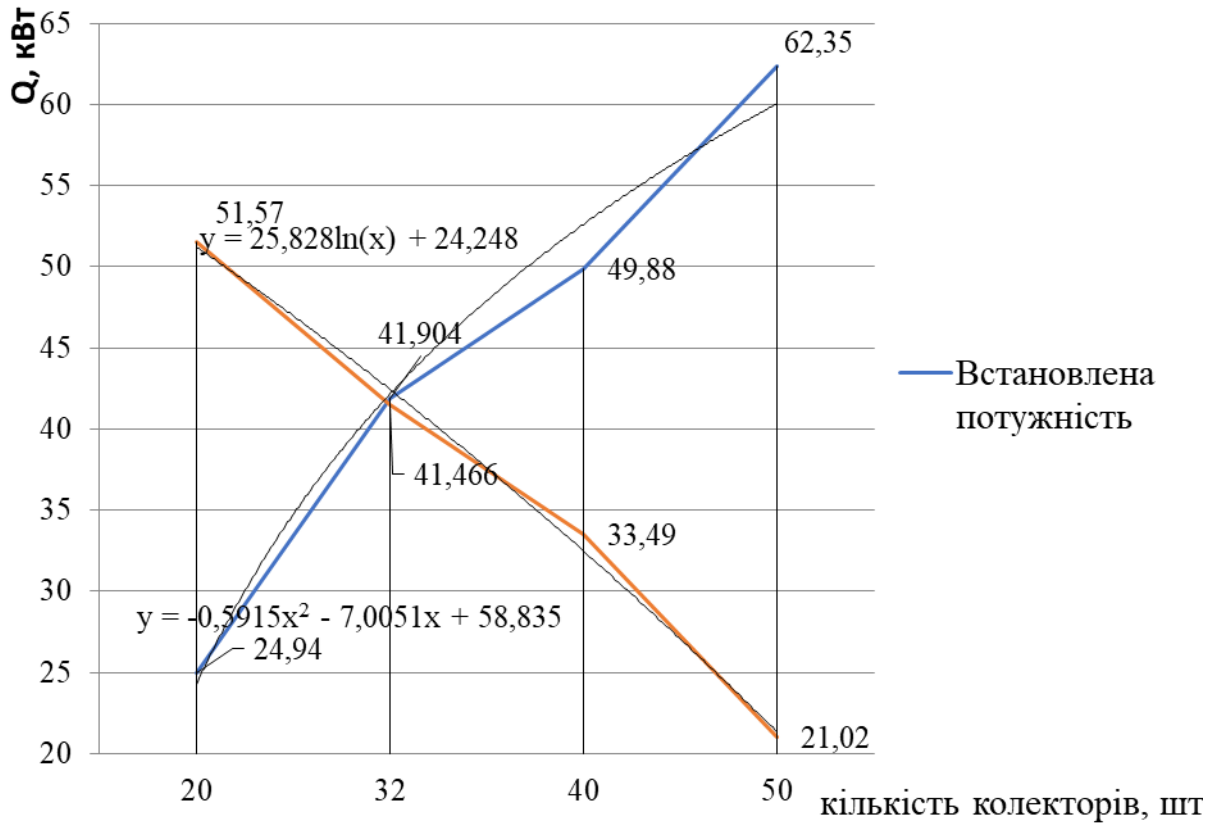


Рисунок 2.12 – Вибір оптимальної кількості обладнання

Тому, проектом передбачена установка ВТК 1140 в кількості 32 штуки, які розділені на два колекторні поля і з'єднуються послідовно по 4 штуки.

Всі попередні характеристики колекторів зводимо в таблицю 2.14.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

3.1 Маркетинговий аналіз використання колекторів різних виробників

Для того, щоб обрати виробника сонячних колекторів був проведений маркетинговий аналіз, результати якого представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Маркетинговий аналіз

Торгова марка	Vaillant	АНДІ-Груп	Schüco	<u>Lux-Energy</u>
Тип колектору	VTK 1140/2	SCH-12	FT-SCH-12	HP 12/1.8
Країна виробник	Німеччина	Болгарія	-	-
Кількість трубок	12	12	12	12
Площа колектору, м ²	2,28	2,43	2,36	2,32
Кількість теплоносія, л	1,8	1,1	1,3	,4
Коефіцієнт поглинання, %	93,5	92	92	94
Габарити, мм	1652/1392/111	2000/1600/179	2020/1120/155	1990/1164/134
Вага, кг	37	44	37	47
Вартість, грн.	23544	26223	24576	36076

Виходячи з таблиці 3.1 можна зробити висновок, що за такими показниками, як площа колектору, габарити, вага, кількість теплоносія,

коефіцієнт поглинання і вартість , найбільш оптимальним є вибір колектору типу VTK 1140/2.

Для того щоб обрати потрібну кількість сонячних колекторів, було прийнято рішення розглянути декілька варіантів системи сонячного теплопостачання з різною кількістю сонячних колекторів – 20, 32, 40 і 50 штук. Результати зводимо в таблиці 3.2-3.9.

Таблиця 3.2 – Розрахунок капітальних витрат для 100 колекторів

Види робіт	Ціна за 1 шт.,грн.	Кількість шт.	Вартість, грн.
Основне обладнання : сонячні колектори	23544	20	510015,7
Допоміжне обладнання	-	-	500000
Роботи, в тому числі :			402797,94
Проектні роботи з впровадження блискавкозахисту	-	-	64385,58
Проектні роботи з блискавкозахисту	-	-	5612
Будівельно-монтажні роботи	-	-	302800,36
Роботи з монтажу блискавкозахисту	-	-	30000
Всього			1412813,64

Розрахунок економії витрат на оплату енергоресурсів

$$E. = E_{n.g.} \cdot Tar_{.g.} - V_{ел.е.} \cdot Tar_{.ел.} , \quad (3.1)$$

де $E_{n.g.}$ - річна економія природного газу, м³ ;

$Tar_{.g.}$ - тариф на природний газ, грн/ м³ ;

$V_{ел.е.}$ - витрати на електроенергію на необхідний догрів котлом;

$Tar_{.ел.}$ - тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

$$B_{ел.е.} = 181,57 \cdot 12 \cdot 250 = 544710 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік.}$$

$$E = 238455 \cdot 3,509 - 544710 \cdot 1,04 = 270240,19 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.3 – Розрахунок експлуатаційних витрат для 20 колекторів

Обладнання	Кількість	Сумарна вартість	% на амортизацію	% на ремонт	Амортизаційні відрахування	Відрахування на ремонт
1	2	3	4	5	6	7
Сонячні колектори	20	510015	4	2	20400,62	10200,31
Допоміжне обладнання, в тому числі:		500000				
Насосна станція	2	158509	16,7	10	26471,12	15850,97
Розширювальний бак Solar Plus 600л.	4	29594	4	4	1183,76	1183,76
Накопичувальний бак SAC-3000	3	109805,	4	4	4392,21	4392,21
Накопичувальний бак SAC-1000	1	15772,4	4	4	630,89	630,89
Розширювальний бак DV-300	3	16050	4	4	642	642

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Насос циркуляційний 32-80	2	6388	12,5	10	798,5	638,8
Насос циркуляційний 40-60	1	14166,01	12,5	10	1770,75	1416,60
Змішувальний клапан	2	2562,61	4	10	102,50	256,26
Теплообмінник 14-28	1	51000	10	10	5100	5100
Теплообмінник 14-20	1	5000	10	10	500	500
Електричні котли	2	9832,72	20	10	1966,54	983,27
Розширювальний бак АС-25	1	500	4	4	20	20
Розширювальний бак DV-80	1	1444,85	4	4	57,79	57,79
Повітрявидалювач	2	413,32	11,1	10	45,87	41,33
Запорно-регулююча арматура		10005,87	5,7	10	570,33	1000,58
Інше обладнання		18325	4	4	733	733
Всього				Σ	65385,93	43647,81

Економічний ефект проекту розраховується за формулою

$$E_{к.еф} = E + A_{м} - P_{ем} , \quad (3.2)$$

де E - це економія витрат на оплату енергоресурсів,
 $A_{м}$ - відрахування на амортизацію,
 $P_{ем}$ - відрахування на ремонт.

$$E_{к.еф} = 270240,19 + 65385,93 - 43647,81 = 291978,3 \text{ грн.}$$

Розрахунок терміну окупності

$$T_{ок} = K / E_{к.еф} , \quad (3.3)$$

де K - капітальні витрати, грн;
 $E_{к.еф}$ економічний ефект проекту, грн.

$$T_{ок} = 1412813,64 / 291978,3 = 4,83 \text{ років.}$$

Собівартість 1 Гкал, що виробляється сонячними колекторами і електричним котлом, визначається за формулою :

$$C = B_{ел} \cdot T_{ар.ел} / O_c , \quad (3.4)$$

де $B_{ел}$ - витрати на електроенергію, на необхідний догрів котлом, кВт·год;
 $T_{ар.ел}$ - тариф на електроенергію, кВт·год ;
 O_c - обсяг виробництва теплової енергії за рік, Гкал.

$$C = 544710 \cdot 1,04 / 1620,93 = 349,48 \text{ грн/Гкал.}$$

Таким самим чином робимо розрахунок для інших варіантів кількістю 32, 40, 50 шт. і результати зводимо в таблиці 3.4 – 3.9.

Таблиця 3.4 – Розрахунок капітальних витрат для 32 колекторів

Види робіт	Ціна за 1 шт., грн.	Кількість шт.	Вартість, грн.
Основне обладнання: сонячні колектори	23544	32	571263,84
Допоміжне обладнання	-	-	500000
Роботи			402797,94
Всього			1474061,78

$$V_{ел.е} = 178,64 \cdot 12 \cdot 250 = 535920 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$E = 240156 \cdot 3,509 - 535920 \cdot 1,04 = 285350,6 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.5 – Розрахунок експлуатаційних витрат для 32 колекторів

Обладнання	Кількість	Сумарна вартість	% на амортизацію	% на ремонт	Амортизаційні відрахування	Відрахування на ремонт
Сонячні колектори	32	571217,5	4	2	22848,7	11424,35
Допоміжне обладнання		500000			44985,31	33447,49
Всього					67834,01	44871,84

$$E_{к.еф.} = 285350,6 + 67834,01 - 44871,84 = 308312,77 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = 1474061,78 / 308312,77 = 4,78 \text{ років.}$$

$$C = 535920 \cdot 1,04 / 1620,93 = 343,85 \text{ грн/Гкал.}$$

Таблиця 3.6 – Розрахунок капітальних витрат для 40 колекторів

Види работ	Ціна за 1 шт., грн	Кількість, шт	Вартість, грн.
Основне обладнання : сонячні колектори	23544	40	612068,4
Допоміжне обладнання	-	-	900000
Роботи	-	-	402797,94
Всього			1914866,34

$$B_{ел.е.} = 170,82 \cdot 12 \cdot 250 = 512460 \text{ кВт·год/рік.}$$

$$E = 257310 \cdot 3,509 - 512460 \cdot 1,04 = 369942,39 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.7 – Розрахунок експлуатаційних витрат для 40 колекторів

Обладнання	Кількість	Сумарна вартість	% на амортизацію	% на ремонт	Амортизаційні відрахування	Відрахування на ремонт
Сонячні колектори	40	1514866,3	4	2	60594,6	30297,32
Допоміжне обладнання		900000			64985,3	65447,5
Всього					105579,96	95744,82

$$E_{к.еф} = 369942,39 + 105579,96 - 95744,82 = 379777,53 \text{ грн.}$$

$$T_{ок} = 1914866,34 / 379777,53 = 5,04 \text{ років.}$$

$$C = 512460 \cdot 1,04 / 1620,93 = 328,79 \text{ грн/Гкал.}$$

Таблиця 3.8 – Розрахунок капітальних витрат для 50 колекторів

Види работ	Ціна за 1 шт.,грн.	Кількість, шт.	Вартість, грн.
Основне обладнання : сонячні колектори	23544	50	714079,8
Допоміжне обладнання	-	-	1500000
Роботи	-	-	402797,94
Всього			2616877,74

$$V_{ел.е.} = 156,89 \cdot 12 \cdot 250 = 470670 \text{ кВт год/рік.}$$

$$E = 271100 \cdot 3,509 - 470670 \cdot 1,04 = 461793,1 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.9 – Розрахунок експлуатаційних витрат для 50 колекторів.

Обладнання	Кількість	Сумарна вартість	% на амортизацію	% на ремонт	Амортизаційні відрахування	Відрахування на ремонт
Сонячні колектори	140	1616877,74	4	2	64675,10	32337,55
Допоміжне обладнання		1500000			64985,31	87447,5
Всього					129660,41	119785,05

$$E_{к.еф} = 461793,1 + 129660,41 - 119785,05 = 471668,47 \text{ грн.}$$

$$T_{\text{ок}} = 1616877,74 / 471668,47 = 5,54 \text{ роки.}$$

$$C = 470670 \cdot 1,04 / 1620,93 = 301,98 \text{ грн/Гкал.}$$

Для оцінки оптимальної кількості сонячних колекторів робимо зведену таблицю 3.10, де відображені всі попередні результати.

Таблиця 3.10 – Зведена таблиця результатів

Найменування	Варіант 1	Варіант2	Варіант 3	Варіант 4
Кількість колекторів	20	32	40	50
Капітальні затрати, грн.	1412813,64	1474061	1914866,34	2616877,74
Економічна витрата на енергетичні ресурси, грн.	270240,19	285350,6	369942,39	461793,1
Економічний ефект, грн.	291978,3	308312,7	379777,53	471668,47
Термін окупності, років	4,83	4,78	5,04	5,54
Собівартість 1 Гкал, грн/Гкал	349,48	343,85	328,79	301,98

За отриманими даними будуємо графік (рисунок 3.1), щоб наочно показати оптимальний вибір кількості колекторів.

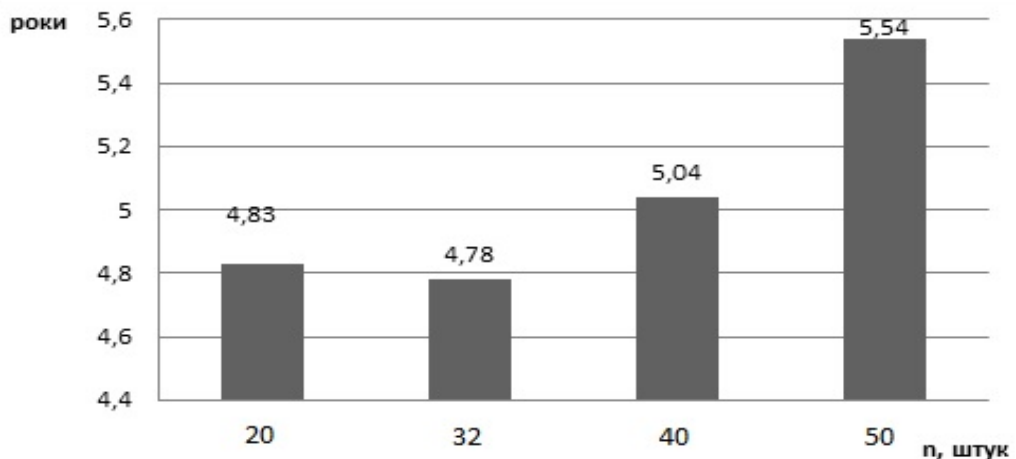


Рисунок 3.1- Термін окупності за 4 варіантами

На отриманому графіку наочно видно оптимальний вибір кількості колекторів, який дорівнює 32 штуки, при капітальних затратах - 1474061,7 грн і терміну окупності 4,78 років, що є найбільш енергоефективним і прийнятним для будівлі і для підприємства в цілому.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

У даному дипломному проекті пропонується впровадження сонячних колекторів для потреб гарячого водопостачання будівлі .

Процес повністю автоматизований і не вимагає постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Для поточного ремонту й налагодження геліосистеми передбачається штат у кількості 1 слюсаря-ремонтника.

Головне обладнання системи сонячного ГВП – сонячні колектори у кількості 32 шт. знаходиться на даху будівлі, а допоміжне обладнання насосна станція, циркуляційні насоси, накопичувальні баки, електричний котел – у підвальному приміщенні цієї ж будівлі.

До небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища відносять: шум, вібрацію, електричний струм. Надмірний шум надає шкідливий вплив на здоров'я працюючих сприяє виникненню травматизму і знижує продуктивність праці. [30]

Постійним шумом вважається, шум рівень, якого за 8 годин роботи змінюється на 5 дБ, непостійним шумом вважається, шум рівень, якого за 8 годин роботи змінюється більш ніж на 5 дБ. Робота в умовах підвищеного шуму протягом усього робочого дня викликає стомлення слуху.

Тривала дія шуму, що перевищує допустимі норми, призводить до втрати слуху. Шум високих тонів негативно впливає на органи керуючі рівновагою людини в просторі. Рівень шуму циркуляційного насосу складає 83 дБ при прийнятному рівні звуку 80 дБ.

Тривала дія струсів великої частоти і амплітуди викликає вібраційну хворобу, яка вражає нервово-м'язову і серцево-судинну системи людини і

приводить до пошкодження суглобів. При цьому може бути повна втрата працездатності. Супутніми причинами захворювання є фізичне перенапруження, вимушена незручна робоча поза, несприятливі фактори мікро та макроклімату. Вібрація сприймається специфічними рецепторами, що містяться в шкірі, м'язах, периферичних судинах тощо. Джерелами вібрації є електричні, пневматичні та дизельні машини, інструменти обертового, поступального та ударного механізму дії.

При безперервному впливі на людину вібрації протягом робочого дня допустимі значення параметра вібрації виробничого середовища складають 80дБ. Супутніми причинами захворювання є фізичне перенапруження, вимушена незручна робоча поза, несприятливі фактори мікро та макроклімату. Джерелами вібрації є електричні, пневматичні та дизельні машини, інструменти обертового, поступального та ударного механізму дії.

Можливе ураження електричним струмом від електроустановок змінного струму 50 Гц. При впливі електричного струму виникають електротравми електричний удар, опік. Електричний удар можливий при зіткненні з струмопідвідною частинами обладнання. Опік обумовлений електричною дугою, що супроводжує комутаційні процеси в електричних колах.

Результат електротравми залежить від ряду факторів - умов зовнішнього середовища і параметрів організму людини. До умов зовнішнього середовища відносяться перш за все характер включення тіла людини в електричний ланцюг, сила струму і напруга в колі, тривалість його впливу. Велике значення мають температура і вологість навколишнього середовища, з підвищенням якої тяжкість результату зростає. На результат ураження електричним струмом впливають стомлення, хворий стан, алкогольне сп'яніння.

Неправильно організоване освітлення робочих місць погіршує бачення, стомлює зоровий апарат, викликає зниження гостроти зору, негативно впливає на нервову систему і може бути причиною травматизму.

Для умов праці середовища де працюють сонячні колектори і розташовані баки акумулятори (підвал), проведена оцінка факторів виробничого та трудового процесу для слюсаря-ремонтника таблиця 4.1

Таблиця 4.1- Оцінка чинників виробничого і трудового процесу для слюсаря-ремонтника будівлі

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії чинників за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Вібрація (загальна і локальна), дБ	90	92	2			
2	Шум, дБА	80	83	3			
3	Мікроклімат в приміщенні: - температура повітря, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря	+ 18 0,3 40-60 -	+21 0,3 60 -				
4	Категорія важкості і напруженість праці	Легка 1 б-помірковано напружена праця					
5	Загальна оцінка умов праці	Перша категорії важкості: віднесені роботи, що виконуються при оптимальних умовах зовнішнього виробничого середовища і при оптимальній величині фізичної.					

Карта умов праці на робочому місці відображає на скільки фактичні значення шкідливих викидів та інших показників перевищує нормативні значення. Карта умов праці на робочому місці дає підстави для розробки заходів щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів.

4.2 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних факторів

До заходів по зменшенню і усуненню шкідливих і небезпечних виробничих факторів належать технічні заходи захисту та організаційні заходи, а також індивідуальні засоби захисту. До організаційних заходів відносяться інструктування і навчання працівників безпечним методам праці, виховання у кожного робітника, робочого, ІТП свідомої дисципліни праці, чіткого та беззастережного виконання вимог правил та інструкцій з охорони праці.

Джерелом шуму у підвальному приміщенні є насосна станція.

На насосній станції доцільніше всього використання звукоізолюючих кожухів для насосних установок. Кожухи слід забезпечити прорізами для комунікацій і оглядовими вікнами. Кожухи встановлюють на підлозі на гумових прокладках, не допускаючи зіткнення елементів кожуха з машиною.

При відсутності або недостатньому ефекті кожух найбільш зручно використовувати індивідуальні засоби захисту від шуму. Їхня ефективність особливо велика в області високих частот, найбільш шкідливих і неприємних для людини.

В результаті того, що в підвальному приміщенні встановлюються баки акумулятори, можливо теплове виділення, для запобігання цього чинника, баки акумулятори покривають каучуковою ізоляцією з закрито-пористою структурою, покрита алюмінієвою фольгою, товщина 100мм.

4.3 Заходи з електричної безпеки

Електробезпека - система організаційних заходів і технічних засобів, які повинні запобігати шкідливому і небезпечному впливу на працюючих від електричного струму та електричної дуги. Знання основ електробезпеки обов'язково для персоналу, що обслуговує електроустановки та електрообладнання.

Основними струмоприймачами є:

- насоси;
- електрокотли;
- технологічне електрообладнання;

Напруга силової мережі прийнято 380/220В.

Введення і облік електроенергії здійснюється на існуючих шафах.

Всі струмоприймачі є споживачами II категорії з надійності електропостачання.

Для розподілу електроенергії передбачені силові шафи індивідуального виготовлення фірми «Legrand». Щити комплектуються модульними автоматами фірми «Legrand», типу D X.

Живильні електричні мережі запроектовані мідним кабелем марки ВВГ.

Розподільні мережі запроектовані мідним кабелем марки ВВГнг. Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу на вводах у щитах встановлюються автомати з захистом від перевантажень і коротких замикань.

Все технологічне і сантехнічне устаткування поставляється комплектно з пускової і захисної апаратурою.

Зовнішній контур заземлення існуючий.

Корпуси щитів приєднати до існуючого контуру заземлення, смуговий сталлю.

Всі металеві неструмоведучих частини електрообладнання, нормально не перебувають під напругою, заземлити відповідно до вимог ПУЕ та СНіП 3.05.06-85. В якості заземлюючого провідника використовувати спеціально прокладений дріт або жилу кабелю.

Для запобігання ураження електричним струмом передбачається заземлення технологічного обладнання, нетоковедущих частин всього електрообладнання на окремий дріт.

Електропожаробезопасность забезпечується за діючими нормами.

Ступінь захисту електрообладнання, ізоляція проводів та кабелів відповідає середовищі приміщень.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі на виробництві становлять небезпеку для працюючих, заподіюють значні пошкодження і матеріальний збиток, можуть викликати зупинку робіт. Причинами пожеж можуть бути недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, пристроїв комунікацій, дефектів обладнання, порушення режимів технологічних процесів, неправильне ведення робіт, необережність і недбалість персоналу, самозаймання, розряди атмосферної і статичної електрики. [31]

Електрообладнання виконані у відповідності з ПУЕ з урахуванням класу середовища приміщень.

Кабельно-провідникова продукція стійка до тривалого впливу навколишнього середовища. Зовнішнє покриття кабелю не містить свинцю і галогенів, і є екологічно безпечним продуктом.

У комплекс протипожежних заходів входять попередження виникнення пожеж, обмеження поширення вогню при виникненні пожежі, створення

умов для успішної евакуації людей з будинку, який горить, і забезпечення умов для швидкої ліквідації пожежі.

Для забезпечення безпечної евакуації людей із приміщень і будівлі на підприємстві передбачені такі заходи:

- застосовуються засоби пожежної сигналізації й засоби повідомлення персоналу про виникнення пожежі
- з робітниками й обслуговуючим персоналом передбачаємо проведення інструктажу по техніці пожежної безпеки, занять і бесід;
- виключення завалювання евакуаційних шляхів і виходів різними матеріалами, сміттям і іншими предметами; вхід у приміщення, проходи між столами й коридори не завалені різними предметами й устаткуванням; для зберігання всіх речовин і матеріалів передбачаємо спеціальні шафи і ємності.
- відсутність у тамбурах виходів вішалок для одягу, гардеробів, а також інвентарю й матеріалів;
- шляхи евакуації вільні від порогів, а також інших пристроїв, перешкоджаючих вільній евакуації людей;
- на шляхах евакуації не застосовуються горючі матеріали для обробки, облицювання й фарбування стін і стель, а також щаблів і сходових майданчиків.

На випадок виникнення пожежі подвальному приміщенні, де знаходиться все допоміжне електрообладнання організовані пожежні щити. До їх складу входить: ящик з піском, 2 вогнегасника ОВП, 2 відра, сокира, багри залізні - 2, повсть. У місцях зосередження електроустаткування передбачаються щити з вуглекислотними вогнегасниками ОУ-2.

Ручні повітряно-пінні вогнегасники заряджаються 5% - ним водним розчином піноутворювача ГЮ-1. При приведенні в дію вогнегасника стисла двоокис вуглецю викидає розчин піноутворювача через пінний насадок, утворюючи струмінь високократної піни. Застосовують для гасіння загорянь різних речовин і матеріалів, за винятком електроустановок, що знаходяться

під напругою, лужних металів і речовин, горіння яких відбувається без доступу повітря.

Засоби індивідуального захисту:

- 1) засоби захисту органів дихання - протигази; респіратори; пневмошоломи; пневмомаски;
- 2) спеціальний одяг – комбінезони, куртки; штани.
- 3) спеціальне взуття - черевики, туфлі;
- 4) засоби захисту голови - каски;
- 5) засоби захисту очей - захисні окуляри.

4.5 Розрахунок блискавковідводу устаткування

Оскільки дипломним проектом пропонується впровадження сонячних колекторів, які будуть розташовані на даху будівлі, тобто на відкритій місцевості, то доцільним буде розрахувати їх блискавковідвід для запобігання попадання блискавки.

Всі можливі заходи для усунення небезпеки розряду атмосферної електрики, забезпечення безпеки людей, збереження будинків, устаткування і матеріалів від руйнування, вибухів і пожеж, називається блискавковідводом.

Прямий удар блискавки зумовлює миттєве нагрівання струмопровідних конструкцій до температури плавлення або навіть випару, вибух чи розщеплення непровідних конструкцій, вибух будинків і будівель.

Вторинні прояви блискавки виникають через різницю потенціалів на металевих частинах устаткування, трубопроводах і струмопроводах в результаті електромагнітної й електростатичної індукції від прямого удару блискавки.

Електромагнітна індукція. При розряді блискавки в просторі виникає магнітне поле, що змінюється з часом. Це поле індукує у металевих

конструкціях, трубопроводах, електричних провідниках електрорушійну силу. У контурах із замкненою конфігурацією електричний струм викликає нагрівання конструкцій. У незамкнених металевих контурах, наприклад, у трубопровідних комунікаціях, прокладених на поверхні землі, електромагнітна індукція може викликати іскріння чи нагрівання в місцях зближення трубопроводів різних контурів, в яких індуктується електрорушійна сила.

Такі пожежі виникають від іскор, генерованих у резервуарах, де знаходяться пальні пароповітряні суміші.

Блискавковідвід складається з трьох пов'язаних між собою частин:

- блискавкоприймач - служить для прийому розряду блискавки і розташовується в зоні можливого контакту з каналом блискавки; залежно від об'єкта, що захищається може являти собою металевий штир, мережа з провідного матеріалу або металевий трос, натягнутий над об'єктом, що захищається;
- заземлюючий провідник або токовідвід - провідник, служить для відведення заряду від блискавкоприймача до заземлювача; звичайно являє собою провід досить великого перерізу;
- заземлювач - провідник або декілька з'єднаних між собою провідників, що знаходяться в контакті з ґрунтом, звичайно являє собою металеву плиту, заглиблену в ґрунт.

Елементи блискавковідводу з'єднуються між собою і закріплюються на несучій конструкції. Оскільки ймовірність ураження наземного об'єкта блискавкою зростає в міру збільшення його висоти.

Розрахунок блискавкозахисту. [32]

Таблиця 4.2 – Вихідні данні для розрахунку

Позначення	Найменування	Од.вим.	Значення
1	2	3	4
<i>L</i>	Довжина об'єкта	м	40

Продовження таблиці 4.2

<i>l</i>	2	3	4
<i>S</i>	Ширина об'єкта	м	20
<i>h</i>	Висота об'єкта	м	15
<i>n</i>	Питома щільність ударів блискавки в землю	1/км ² ·рік	1,00
<i>t_{CP}</i>	Середня тривалість гріз у рік	год	20,0

Формула для знаходження очікуваної кількості уражень блискавкою на рік будівель і споруд, не обладнаних блискавкозахистом:

$$N = (S + 6h) \cdot (L + 6h) \cdot 10^{-6} \cdot n , \quad (4.1)$$

$$N = (20 + 6 \cdot 15) \cdot (40 + 6 \cdot 15) \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,0143 \text{ шт/рік.}$$

Обираємо тип будівлі(устаткування) - Зовнішні технологічні установки і відкриті склади, які відносяться по ПУЕ до класів В-1г.

Оскільки $N < 1$ то приймаємо зону захисту Б. Зона захисту блискавкозахисту - це частина простору, що примикає до блискавковідводів, усередині якого будівля або споруда захищена від прямих ударів блискавки з певним ступенем надійності. Зона захисту типу А має ступінь надійності 99,5% і вище, а зона захисту типу Б - 95% і вище.

Оскільки висота блискавковідводу $H < 150$ м, то доцільним буде обрати одиночний стрижневий блискавковідвід.

Зона, яку покриває одиночний стрижневий блискавковідвід висотою H являє собою круговий конус найвища точка якого розташовується на висоті $H_0 < H$.

На землі зона захисту утворює коло радіусом R_0 . Зона захисту на висоті захищеної споруди H_x являє собою коло радіусом R_x .

Задаємо висоту блискавковідводу $H=30$ м, та зону захисту на висоті захищеної споруди $H_x=15$ м

Розрахунок висоти зони захисту H_o над землею, м

$$H_o = 0,92H \quad , \quad (4.2)$$

$$H_o = 0,92 \cdot 30 = 27,6 \text{ м.}$$

Розрахунок радіусу зони захисту R_o на рівні землі, м

$$R_o = 1,5H \quad , \quad (4.3)$$

$$R_o = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ м.}$$

Розрахунок радіусу зони захисту R_x на висоті H_x над землею, м

$$R_x = 1,5(H - H_x/0,92) \quad , \quad (4.4)$$

$$R_x = 1,5(30 - 15/0,92) = 20,55 \text{ м.}$$

Таким чином розрахунок підтверджує, що розміри блискавковідводу повністю покривають габарити повітряного теплообмінника та захищають його від можливості потрапляння блискавок.

ВИСНОВКИ

Основними результатами кваліфікаційної магістерської роботи є наступне:

1) Досліджено можливість підвищення енергоефективності будівлі заводууправління ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок використання поновлюваних джерел енергії;

2) В дипломній роботі проведено розрахунок економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів системи гарячого водопостачання будівлі;

3) Вибір кількості колекторів запропоновано здійснювати на основі графіку споживання теплової енергії, вартості покупної електричної енергії, технічних характеристик застосованого сонячного колектору і т. ін. Розрахунковим експериментом встановлено, що оптимальна кількість сонячних колекторів в даному випадку складе 32 шт., а відсоток заміщення ними споживаної теплової енергії на потреби ГВП складе 47,86%;

4) В результаті техніко-економічних розрахунків встановлено, що варіант з використанням вакуумних сонячних колекторів VTK 1140/2 фірми "Vaillant" є найбільш економічно доцільним варіантом. При капітальних витратах близько 1,47 млн. грн і терміну окупності 4,78 років, запропонована система дозволить економити близько 324 тис. кВт год/рік електричної енергії, вартістю станом на 2023 рік близько 583 тис. грн/рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чилікін, М.Г. Загальний курс електроприводу [Текст]: підручник / М.Г. Чилікін, А.С. Сандлер– 6-те вид., переробл. і доповн. - М.: Енергоіздат, 1981.-576с.
2. Фотієв, М.М. Електропривод та електрообладнання металургійних цехів [Текст]: підручник / М.М. Фотієв – Москва: Видавництво «Металургія», 1990.-352с.
3. Копилов, І.П. Електричні машини [Текст]: підручник/ І.П. Копилов – Москва: Видавництво «Енергоатоміздат», 1986.-360 с.
4. Загірняк, М. В. Електричні машини [Текст]: підручник / М. В. Загірняк, Б. І. Невалін. – 2-ге вид., переробл. і доповн. – К. : Знання, 2009. – 399 с. – ISBN 978-966-336-644-6.
5. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Проховнік, О.І. Соловей. – К. : Кондор, 2005. – 408. – ISBN 966-7665-23-2.
6. Волинський, Б.С. Електротехніка [Текст]/ Б.А. Волинський,. Е.Н. Зейн, В.Е. Шетрніков.-М.: Енергоатоміздат, 1987.-528 с.
7. Тихомиров, А. К. Теплопостачання району міста [Текст]: Навчальний посібник / А. К.Тихомиров. – Хабаровськ : Видавництво «Тихоокеан», 2006. – 135 с. ISBN 5 –7389 – 0515 – 6.
8. Качан Ю.Г. Основи енергозбереження [Текст]: Конспект лекцій/ Ю.Г. Качан.- Запоріжжя: ЗДІА, перевид. 2005.-184 с.
9. Качан Ю.Г. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.000008 «Енергетичний менеджмент» [Текст]/ Ю.Г. Качан, В.В. Артем'єв, О.Г. Воронін.-З.: ЗДІА, 2006.-50с.
10. Методи зниження втрат в тепломережі [Електронний ресурс] Енергосовет.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php?idd=156> – Заголовок з екрану.

11. Методи зниження втрат в тепломережі [Електронний ресурс] Энергосовет.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.energsovet.ru/stenergo.php?idd=156> – Заголовок з екрану.

12. Регулювання обертання синхронних двигунів [Електронний ресурс] Электричні машини.– Режим доступа : \WWW/ URL: http://www.induction.ru/library/book_002/glava6/6-15.html– Заголовок з екрану.

13. Частотне регулювання насоса – переваги і недоліки [Електронний ресурс] ОптимЕлектро.– Режим доступа : \WWW/ URL: http://optimele.ru/articles/poleznye_sovety/chastotnoe_regulirovanie_nasosa_prei_mushchestva_i_nedostatki/– Заголовок з екрану.

14. Каталог продукції Siemens [Електронний ресурс] Siemens.– Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.siemens-ru.com/taxonomy/term>– Заголовок з екрану.

15. Перевод в умовне паливо [Електронний ресурс] – Режим доступа: WWW/URL: http://www.vinser-audit.ua/fuel_calc – 16.11.2023 – Заголовок з екрану.