

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. Гулого І.С.
Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту**

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

_____ Сергій БАЛЮТА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» грудня 2024 р.

«__» грудня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехнічні системи електроспоживання»
на тему: «Резервування потужності від енергосистеми в комунальному
господарстві при використанні відновлюваних джерел енергії»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗЕЛ 2-5М

_____ Селехман Олександр Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Серьогін Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Рецензент Володимир ТЕЛИЧКУН

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2024_р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕПЕМ

/Сергій БАЛЮТА/

« 01 » жовтня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Селехмана Олександра Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Резервування потужності від енергосистеми в комунальному господарстві при використанні відновлюваних джерел енергії

керівник роботи Серьогін Олександр Олександрович, д.т.н., проф.

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 01 » жовтня 2024 р. № 860-кс.

2. Строк подання здобувачем роботи 28 листопада 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи Показники енергоефективності комунального господарства в результаті попереднього проведення енергетичного обстеження та можливість застосування на ньому відновлювальних джерел енергії.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз можливостей застосування енергії сонячного випромінювання в комплексних системах: ресурси сонячної енергетики, її розвиток; основні складові, що впливають на сонячну генерацію; останні тренди в розвитку сонячних фотом одулів; силові електронні перетворювачі у фотоелектричних системах. Системи накопичення енергії. Технології, принципи їх роботи. Використання акумуляторних батарей та дизель-генератора для резервування потужності енергосистеми: розрахунок енергетичного балансу об'єкту; економічний розрахунок; кошторис автономної станції з дизель-генератором.

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація до пояснювальної записки (18 слайдів).

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація представлена у вигляді пояснювальної записки, що складається з вступу, трьох розділів, загальних висновків, джерел використаної літератури (18 найменувань). Загальний об'єм роботи складає 67 ст., 15 рисунків, 7 таблиць.

Актуальність теми. Проблема комбінованого використання відновлюваних джерел енергії в комунальному господарстві разом з акумуляторними батареями та резервним джерелом живлення стала відчутною протягом останніх двох років саме на території України. Немає одного чітко визначеного принципу підбору такого роду електричної станції, що дає поле для великої кількості різноманітних технічних рішень, які базуються на різному підґрунті.

Мета та задачі дослідження. Метою даної магістерської дисертації є встановлення параметрів комплексної електростанції для забезпечення власних потреб споживача на основі відновлюваних джерел енергії.

Об'єкт дослідження. Перетворення енергії відновлюваних джерел в комплексній системі з блоком накопичення та резервним джерелом.

Предмет дослідження. Режимні параметри комплексної системи з блоком накопичувачем та резервним джерелом.

Методи дослідження. Створення програми розрахунку балансу потужностей в програмному забезпеченні MATLAB та робота з отриманим балансом з урахуванням вартості ключових елементів системи, що розраховується.

Наукова новизна роботи. Удосконалено метод енергетичного узгодження обладнання та устаткування для реалізації комбінованих систем за рахунок врахування специфіки покриття навантаження різними відновлюваними джерелами.

Практичне значення роботи. Отримано програмний продукт дослідження енергетичного балансу системи на основі графіків покриття споживання та генерації даної системи та надання чіткого співвідношення

різних джерел енергії в одній системі з урахуванням їх технічних та економічних особливостей.

Ключові слова. Відновлювані джерела енергії, сонячна енергетика, комбіноване використання джерел енергії, системи накопичення енергії, резервне джерело живлення.

ANNOTATION

The master's thesis is presented in the form of an explanatory note, consisting of an introduction, three sections, general conclusions, sources of used literature (18 items). The total volume of work is 67 articles, 15 figures, 7 tables.

Relevance of the topic. The problem of the combined use of renewable energy sources together with batteries and a backup power source has become noticeable in the last two years in Ukraine. There is no one clearly defined principle for selecting this kind of power plant, which gives room for a large number of different technical solutions based on different grounds.

The purpose and objectives of the study. The purpose of this master's thesis is to establish the parameters of an integrated power plant to meet the consumer's own needs based on renewable energy sources.

Object of research. Conversion of energy from renewable sources in an integrated system with a storage unit and a backup source.

Subject of research. Operating parameters of an integrated system with a storage unit and a backup source.

Research methods. Creating a program for calculating the balance of capacities in MATLAB software and working with the resulting balance, taking into account the cost of the key elements of the system being calculated.

Scientific novelty of the work. The method of energy coordination of

equipment and facilities for the implementation of combined systems has been improved by taking into account the specifics of load coverage by various renewable sources.

Practical significance of the work. A software product for studying the energy balance of a system based on the schedules of consumption and generation coverage of a given system and providing a clear ratio of different energy sources in one system, taking into account their technical and economic features, was obtained.

Keywords. Renewable energy sources, solar energy, combined use of energy sources, energy storage systems, and backup power supply.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В КОМПЛЕКСНИХ СИСТЕМАХ.	10
1.1 Ресурси сонячної енергетики, її розвиток	10
1.2 Основні складові, що впливають на сонячну генерацію ..	11
1.3 Останні тренди в розвитку сонячних фотомодулів	18
1.4 Силові електронні перетворювачі у фотоелектричних системах	21
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ. ТЕХНОЛОГІЇ, ПРИНЦИПИ ЇХ РОБОТИ	39
РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ РЕЗЕРВУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМИ	44
3.1 Розрахунок енергетичного балансу об'єкту	44
3.2 Економічний розрахунок	46
3.3 Кошторис автономної станції з дизель-генератором	59
ВИСНОВОК	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

Для функціонування системи опалення в добре утепленому житловому будинку, обладнаному системою гарячого водопостачання, достатньо тепла зі стічних вод цього будинку. Однак нерівномірність витрати стічних вод упродовж доби передбачає необхідність залучення додаткових джерел низькопотенційного тепла. Такими джерелами можуть бути: тепле повітря, що викидається системами витяжної вентиляції, і ґрунт, на якому споруджено будинок. При цьому вода для системи гарячого водопостачання повинна готуватися в ємнісних електричних водонагрівачах, що споживають енергію винятково вночі, у години, коли діє пільговий тариф.

В КиївЗНДІЕП намагаються реалізувати цю ідею (їй досі немає аналогів) в гуртожитку аспірантів інституту. Типовий житловий будинок малосімейного зразка середини минулого століття неможливо одразу перетворити на високотехнологічний енергоощадний об'єкт. Робота з модернізації системи теплопостачання будинку розпочалася ще у 1996 році, коли на фасадних відгалуженнях системи опалення встановили погодні регулятори. Пізніше були послідовно встановлені: теплова помпа для гарячого водопостачання влітку, приймач теплоти атмосферного повітря, інтенсифікований теплообмінник системи гарячого водопостачання з регуляторами температури та повітроохолоджувач у системі теплової помпи. Від 2006 року реалізується черговий серйозний етап.

Схема системи водовідведення будинку визначила можливість встановлення у технічному підвалі на прямих ділянках каналізаційних випусків двох стічно-гліколевих теплообмінників довжиною по 4 м кожний з похилом 0,02, що відповідає похилу заміненних водовідвідних трубопроводів.

Обрана конструкція стічно-гліколевого теплообмінника не є оптимальною щодо ефективності теплообміну, проте вона відповідає оптимальній технології видалення стічних вод з будинку. Подальші дослідження покажуть, наскільки ефективно вдалося за допомогою такої конструкції відібрати зі стічної рідини її

тепловий потенціал.

Випарник теплової помпи 5, вперше включений у гліколевий циркуляційний контур, дасть змогу збільшити тривалість роботи теплової помпи упродовж року. Раніше за зниження температури охолодженої води нижче від 5°C автоматика безпеки вимикала компресор, і у відносно холодні вересневі ночі вода не підігрівалася. Тепер у холодні літні дні теплова помпа відбиратиме тепло не з прохолодного атмосферного повітря, а від теплих стічних вод і ґрунту.

Петлі для теплоприймача виконані з труби PEX-а системи GOLAN-AQUA-PEX.

В Україні ще немає досвіду використання таких нетрадиційних джерел енергії як стічні води житлового будинку та ґрунт під його фундаментом, тому неможливо з точністю прогнозувати кількісний ефект реконструкції. Лише подальші дослідження дадуть змогу оцінити енергетичний потенціал, що зберігає у собі довкілля.

Розпочата в 2006 році реконструкція гуртожитку аспірантів – це, будемо сподіватися, не останнє вдосконалення системи теплопостачання будинку. Після того, як будинок буде належним чином утеплений і дообладнаний кімнатними вентиляційними рекуператорами, передбачається використати теплові помпи для опалення з повним від'єднанням будинку від теплової мережі. Для цього слід розширити поле ґрунтових теплообмінників, розташувавши їх під усім будинком, встановити утилізатори тепла на виході витяжного повітря та перевести існуючу систему гарячого водопостачання з акумуляторами тепла на теплопостачання від електричної енергії у нічній час з оплатою за пільговим тарифом. Якщо все це вдасться зробити, то автономне теплопостачання стане нарешті реальністю.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В КОМПЛЕКСНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Ресурси сонячної енергетики, її розвиток

Етапи модернізації теплопостачання житлового будинку.

Відразу зазначимо: під нульовим теплоспоживанням слід розуміти повне відключення будинку від зовнішнього джерела тепла. Насправді будинок споживатиме теплову енергію, але небагато, і це відносно незначна кількість тепла буде відбиратися за допомогою теплової помпи зі стічних вод, витяжного повітря та фунту під будинком.

Схема стічно-гліколевого теплообмінника наведена на рисунку 1.

Стічні води 1 протікають сталевую трубою (діаметром 100 мм). Каналізаційними чавунними трубами такого ж діаметра стічні води підводяться до теплообмінника та відводяться від нього.

Водяний розчин етиленгліколю циркулює в міжтрубному просторі 2, утвореному внутрішньою трубою діаметром 100 мм і зовнішньою трубою діаметром 125 мм. Щоб зменшити гідравлічний опір етиленгліколевого контуру та збільшити швидкість обтікання поверхні теплообміну, патрубки (діаметром 32 мм) входу і виходу розчину спрямовані тангенціально.

Всього на площі близько 80 м² встановлено 60 петель з кроком 1,2 м. Загальна довжина трубопроводів ґрунтового теплообмінника – 360 м. Над поверхнею ґрунту петлі об'язані сталевими трубопроводами, які утворюють етиленгліколевий циркуляційний контур.

Принципова схема дослідної теплопомпової установки з новими етиленгліколевими контурами циркуляції представлена на рисунку 2.

Додатково до існуючих приймачів тепла 3 і 4, встановлено стічно-гліколевий теплообмінник 1 і ґрунтовий теплообмінник 2 (рис. 3).



Рис.1.Ресурси сонячної енергетики

1.2 Основні складові, що впливають на сонячну генерацію

Вік Сонця - майже п'ять мільярдів років, і воно буде служити нам ще приблизно стільки ж. Його діаметр становить 1,4 мільйона кілометрів, а діаметр Землі - 13 000 км.

Середня інтенсивність сонячного випромінювання на поверхні атмосфери Землі досягає $1\,367\text{ Вт / м}^2$. Це значення називається сонячної постійної - воно визначено Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО) і Організацією Об'єднаних Націй (ООН).

Фактична інтенсивність випромінювання коливається в межах $\pm 3,5$ відсотків внаслідок того, що орбіта обертання Землі навколо Сонця має еліптичну форму, відстань від Землі до Сонця не постійно і становить від 147 до 152 млн. Км. Крім того, змінюється і сонячна активність.

Вплив географічної широти місцевості і пори року. Вісь Землі, що проходить через Північний і Південний полюси, нахилена на $23,5^\circ$ по відношенню до осі її орбіти обертання вокруг Сонця. З березня по вересень Сонце



Рис. 2 Складові сонячної енергії

Місто Київ (Україна) має координати $50,3^\circ$ північної широти. З урахуванням кута нахилу осі Землі $23,5^\circ$ це означає, що 21 червня Сонце знаходиться опівдні під кутом $63,2^\circ$ до горизонту. Опівдні 21 грудня цей кут складає всього $16,2^\circ$. Максимальна висота стояння Сонця 21 червня: $ИЗ = 90^\circ - \text{широта} + 23,5^\circ$

Стокгольм ($59,3^\circ$): $ИЗ = 90^\circ - 59,3^\circ + 23,5^\circ = 54,2^\circ$ Вюрцбург ($49,7^\circ$): $ИЗ = 90^\circ - 49,7^\circ + 23,5^\circ = 63,8^\circ$ Мадрид ($40,4^\circ$): $ИЗ = 90^\circ - 40,4^\circ + 23,5^\circ = 73,1^\circ$ Київ ($50,3^\circ$): $ИЗ = 90^\circ - 50,3^\circ + 23,5^\circ = 63,2^\circ$

Кут положення Сонця в зеніті змінюється протягом року на 47° .

Складові сонячної радіації поблизу земної поверхні.

Енергетична ситуація в усьому світі характеризується обмеженими запасами природного газу і нафти при зростаючому їх споживанні і відчутному зростанні цін. Крім того, збільшення викидів CO_2 призводить до негативних змін клімату. Зазначені обставини змушують нас звертатися з енергією дуже відповідально. Для цього необхідно збільшення ефективності роботи систем енергопостачання і розширення використання поновлюваних джерел енергії. Для теплопостачання різних будівель витрачається величезна

кількість енергії. Істотної економії енергії та скорочення викидів CO₂ можна домогтися за рахунок використання інноваційного опалювального обладнання.

Правильне проектування і кваліфіковане виконання є основними умовами не тільки для безвідмовної і ефективної роботи сонячної установки, але і для безпеки людей і будівель. Ми приділяємо велику увагу безпеці під час монтажу сонячних установок в нових і вже експлуатованих будівлях.

Я переконаний, що цей посібник буде хорошим і давно очікуваним посібником для всіх, хто хоче використовувати виняткові можливості на перспективному ринку сонячної теплової енергії. Бажаю всім користувачам великих успіхів.

За допомогою сонячної системи можна покрити до 60 відсотків річного споживання енергії на гаряче водопостачання. Сонячні установки, що покривають частину навантаження на опалення, дозволяють ще більше знизити споживання палива. З їх допомогою можна заощадити до 35 відсотків річних витрат теплоти на опалення і гаряче водопостачання.

Інтеграція сонячних установок в системи теплопостачання вимагає застосування чітко узгоджених системних компонентів з метою отримання максимуму теплової енергії з сонячної. В основі цього має лежати правильне проектування системи теплопостачання. Компанія.

Основні положення.

Для використання невичерпних можливостей сонячного випромінювання необхідно створити високоефективні системи, що складаються з якісних компонентів.

Сонячна енергія може використовуватися активно або пасивно. При пасивному використанні сонячної енергії сонячне випромінювання використовується безпосередньо (наприклад, вікна, зимові сади), тобто без застосування допоміжних технічних засобів.



Рис.3 Стан проблеми та перспективи

Для активного використання сонячної енергії існують різні технології. Сонце можна використовувати для отримання теплової та електричної енергії. Даний посібник присвячено виключно використанню сонячної енергії для отримання теплової енергії.

Основним показником для перетворення сонячної енергії в теплову є рівень інсоляції, який залежить від пори року, розташування і площі поглинаючої поверхні.

Колектор є основним компонентом сонячної системи (геліосистеми) для перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію. В даному розділі будуть наведені його найважливіші характеристики.

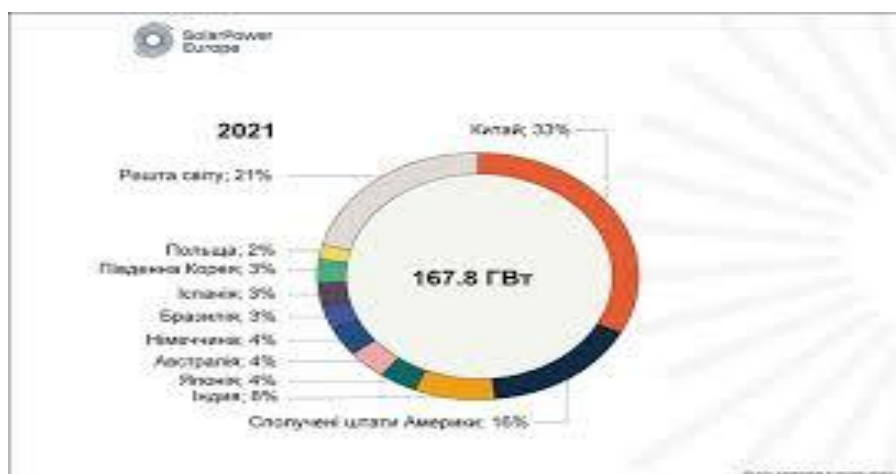


Рис. 4. Середньострокові перспективи

Сонце є надійним джерелом енергії для людства.

Можливості використання цього джерела енергії для повсякденного генерування теплової енергії достатньо вивчені. Однак потенціал використання сонячної енергії ще далеко не вичерпаний.

У цьому розділі наведено відомості перетворення сонячного випромінювання в теплоту, особливості «сонячного палива» і можливості ефективного використання безкоштовної енергії випромінювання. Ми коротко розповімо про найпоширеніші сонячних системах для теплопостачання і порівняємо їх між собою.

Ці фундаментальні знання є основою для кваліфікованого і технічно правильного підходу до використання сонячної енергії для теплопостачання.

Сонце як джерело випромінювання

Випромінювання кожного тіла має певну довжину хвиль. Довжина хвиль залежить від температури тіла, інтенсивність випромінювання збільшується з ростом температури. До температури 400 ° С тіло випромінює в довгохвильовому, ще невидимий, інфрачервоному діапазоні, далі з ростом температури починається діапазон видимого випромінювання. Так розпечені до червоного метали, що мають температуру 850 ° С, випромінюють видиме світло. Галогенові лампи, починаючи з температури 1700 ° С, випромінюють практично білий світ, короткохвильове ультрафіолетове випромінювання. Весь спектр різних довжин хвиль джерела випромінювання називається спектральним розподілом. Інтенсивність сонячного випромінювання [Вт / (м²-мкм)] 1 000 млн 0,1 0,2 0,5

Довжина хвилі (мкм)

З ростом температури збільшується інтенсивність випромінювання і частка короткохвильового випромінювання

Інтенсивність сонячного випромінювання

Завдяки високій температурі Сонце є особливо сильним джерелом випромінювання. Діапазон видимого сонячного випромінювання

представляє лише малу частину всього спектра випромінювання, але має при цьому найвищу інтенсивність випромінювання.

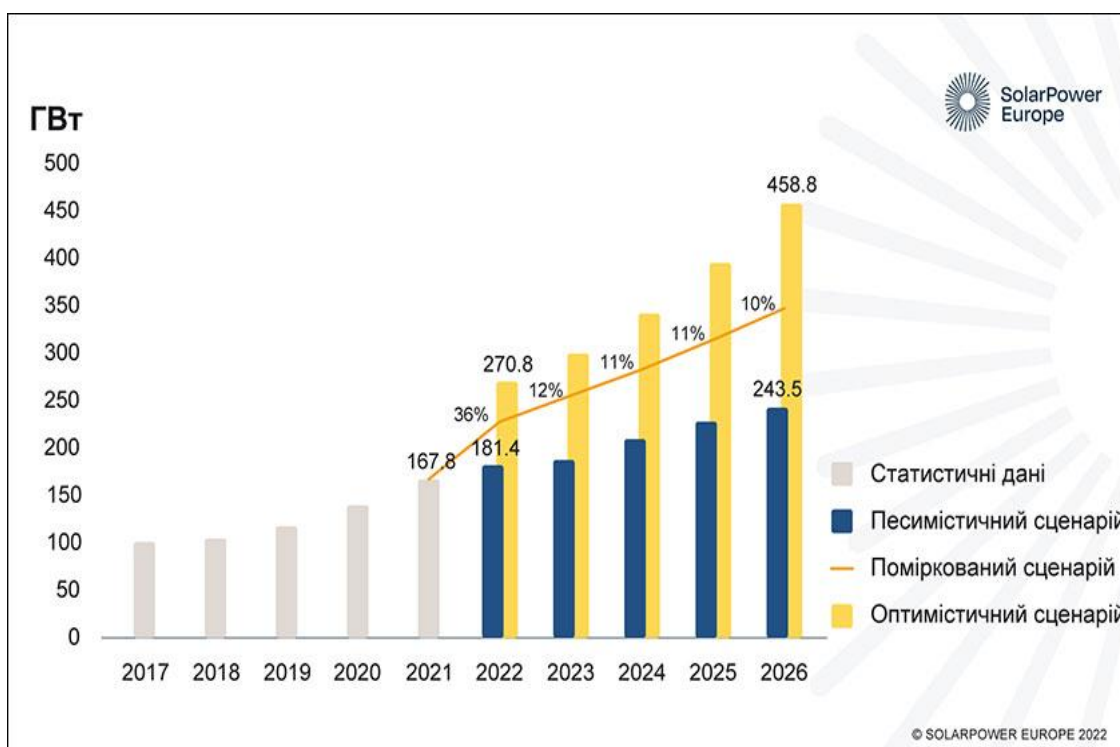


Рис .5 Прогнози сонячної енергетики

У внутрішній частині Сонця протікають процеси ядерного синтезу, при яких з атомів водню синтезуються атоми гелію. Внаслідок цього відбувається вивільнення енергії, яка розігріває внутрішню частину Сонця до температури 15 мільйонів градусів Цельсія.

Температура поверхні Сонця (фотосфери) становить $5\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Інтенсивність випромінювання на поверхні Сонця становить $63\text{ МВт} / \text{м}^2$. Добова кількість енергії, яке випромінюється з одного квадратного метра, еквівалентно теплоті згоряння 151 200 літрів мазуту і складає близько 1 512 000 кВтг.

Сонячна постійна

Вплив географічної широти місцевості і пори року. Вісь Землі, що проходить через Північний і Південний полюси, нахилена на $23,5\text{ }^{\circ}$ по

відношенню до осі її орбіти обертання во-круг Сонця. З березня по вересень Сонце

Місто Київ (Україна) має координати $50,3^\circ$ північної широти. З урахуванням кута нахилу осі Землі $23,5^\circ$ це означає, що 21 червня Сонце знаходиться опівдні під кутом $63,2^\circ$ до горизонту. Опівдні 21 грудня цей кут складає всього $16,2^\circ$. Максимальна висота стояння Сонця 21 червня: $IЗ = 90^\circ - \text{широта} + 23,5^\circ$

Стокгольм ($59,3^\circ$): $IЗ = 90^\circ - 59,3^\circ + 23,5^\circ = 54,2^\circ$ Вюрцбург ($49,7^\circ$): $IЗ = 90^\circ - 49,7^\circ + 23,5^\circ = 63,8^\circ$ Мадрид ($40,4^\circ$): $IЗ = 90^\circ - 40,4^\circ + 23,5^\circ = 73,1^\circ$ Київ ($50,3^\circ$): $IЗ = 90^\circ - 50,3^\circ + 23,5^\circ = 63,2^\circ$

Кут положення Сонця в zenіті змінюється протягом року на 47° .

Випромінювання, що потрапляє на Землю. Сумарне сонячне випромінювання.

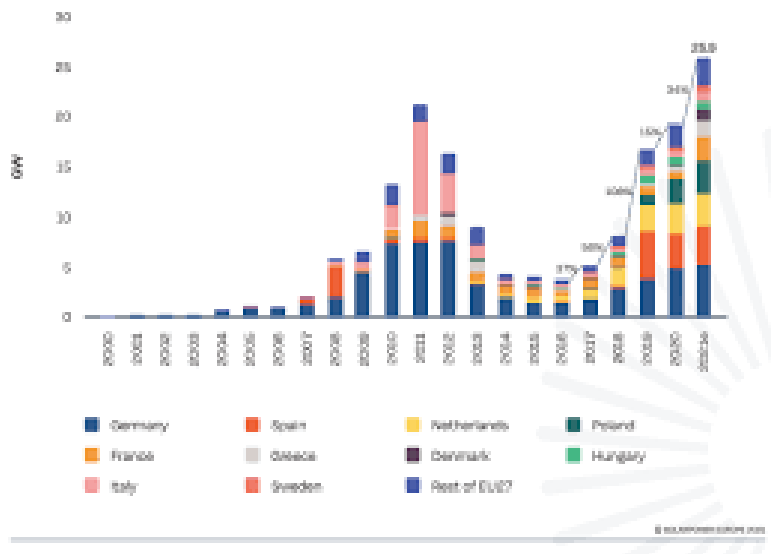


Рис.6 Ринок сонячної енергії

Межі між розсіяним і прямим випромінюванням непостійні. Навіть здається слабким випромінювання з високим вмістом розсіяного випромінювання володіє інтенсивністю, придатної для використання.

Інтенсивність випромінювання.



Рис. 7 Ринок сонячної енергії

1.3. Останні тренди в розвитку сонячних фотомодулів

Основні характеристики сонячного колектора

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

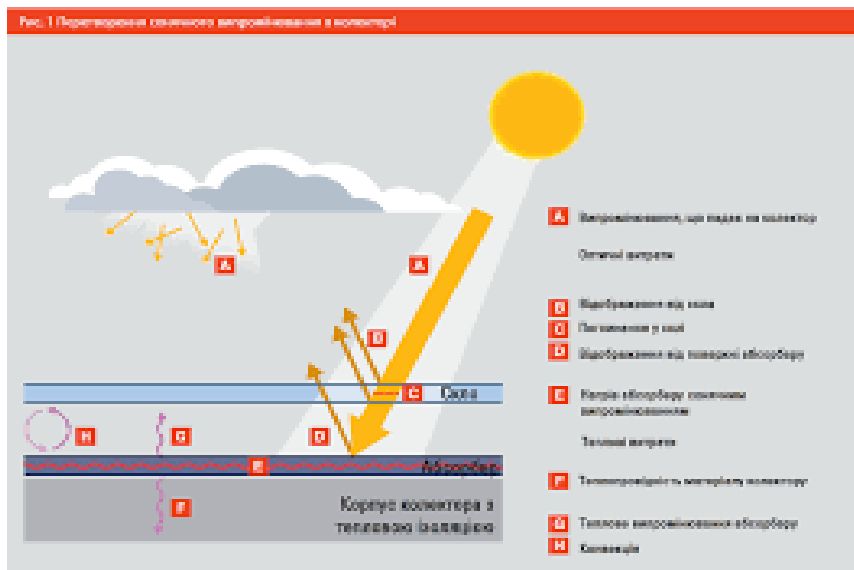


Рис.8 Характеристики колектора

Коефіцієнт корисної дії сонячного колектора

Коефіцієнтом корисної дії сонячного колектора називається частка сонячного випромінювання, що потрапляє на площу апертури колектора, яка перетворюється в корисну теплову енергію. Площею апертури називається поверхню колектора, на яку ефективно впливає сонячне випромінювання (див. Розділ В.1.3). Коефіцієнт корисної дії залежить в тому числі і від робочого стану колектора, а спосіб його визначення однаковий для всіх типів колекторів.

Частина потрапляє на колектор сонячного випромінювання втрачається внаслідок відображення і поглинання на прозорому покритті і внаслідок відображення на абсорбері. За співвідношенням інтенсивності потрапляє на колектор випромінювання і потужності випромінювання, що перетвориться в теплоту на абсорбері, можна розрахувати оптичний коефіцієнт корисної дії колектора. Він позначається, як η (ця нуль).

Якщо колектор нагрівається сонячним випромінюванням, то він втрачає частину теплоти в навколишнє середовище внаслідок теплопровідності матеріалу колектора, теплового випромінювання та конвекції (руху повітря). Ці тепловтрати можна розрахувати за допомогою коефіцієнтів теплових втрат k_1 і k_2 і різниці температур ΔT (дельта T) між абсорбером і навколишнім середовищем.

Температура стагнації

Якщо відбір теплоти від колектора припиняється (теплоносій не циркулює, насос не працює), то колектор нагрівається до так званої температури стагнації. У цьому стані теплові втрати рівні поглиненому випромінюванню, продуктивність колектора дорівнює нулю.

Як в Німеччині, так і в Україні плоскі колектори досягають влітку стагнації при температурі вище 200°C , а вакуумовані трубчасті колектори - близько 300°C .

Потужність сонячного колектора

Максимальна потужність

Максимальна потужність колектора визначається як добуток оптичного коефіцієнта корисної дії Π_c і максимального значення падаючого випромінювання $1 \text{ ССС Вт} / \text{м}^2$.

Якщо граничний оптичний коефіцієнт корисної дії становить 80 відсотків, то максимальна потужність одного квадратного метра площі колектора становить 0,8 кВт. Зазвичай це значення досягається рідко, але є важливим для розрахунку пристроїв безпеки сонячної системи.

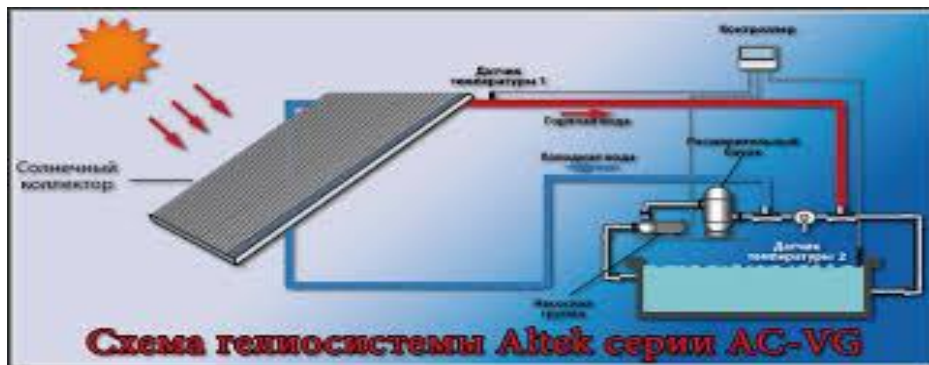


Рис.9 Потужність сонячного колектора

Розрахункова потужність

Розрахункова потужність визначається для проектування сонячної системи.

Вона використовується для підбору обладнання та, перш за все, для підбору теплообмінника.

Як нижньої межі приймається зазначена частина 1, питома потужність колектора $500 \text{ Вт} / \text{м}^2$, ми ж рекомендуємо для надійності використовувати більш високе значення - $600 \text{ Вт} / \text{м}^2$ - при низьких температурах, тобто в режимах експлуатації з очікуваним високим значенням коефіцієнта корисної дії колектора. Всі компоненти системи і пакетні сонячні системи розраховані з урахуванням цього значення потужності колектора.

Встановлена потужність

У спеціальній технічній літературі зустрічається ще один параметр потужності, що використовується тільки для статистики і порівняння різних генераторів теплоти. Для збору статистичних даних про всі встановлені в регіоні колекторах, поряд із зазначенням площі в м² вказується також встановлена потужність. Вона становить 700 Вт / м² площі абсорбера (усереднена потужність при максимальному падаючому випромінюванні). Ця величина не впливає на проектування сонячної системи.

Вибір орієнтації колектора на максимальний прихід сонячного випромінювання доцільний тільки в тому випадку, якщо випромінювання, що потрапляє на колектор, може використовуватися в будь-який час.

1.4. Силкові електронні перетворювачі у фотоелектричних системах

Продуктивність сонячного колектора

Для розрахунку сонячної системи і визначення параметрів компонентів системи потужність колектора менш важлива, ніж очікувана продуктивність установки. Продуктивність колектора визначається як добуток середньої очікуваної потужності (кВт) на відповідну одиницю часу (годину). Отримане значення в кВт-год відносять до квадратному метру площі колектора або площі апертури і отримують значення в кВт-год / м². Це значення, віднесене до кількості днів, важливо для визначення параметрів бака-акумулятора сонячної системи. Питома продуктивність колектора в рік вказується в кВт-год на м² площі і є важливою оцінною характеристикою для визначення параметрів і режиму експлуатації установки.

У сонячних системах, що покривають частину навантаження на опалення, для підвищення продуктивності та експлуатаційних характеристик доцільно збільшувати кут нахилу, оскільки оптимальна продуктивність має вирішальне значення для перехідного і зимового сезону. Влітку, якщо сонячна енергія використовується тільки для гарячого водопостачання, збільшення кута нахилу колектора дозволяє зменшити надлишки енергії, а в

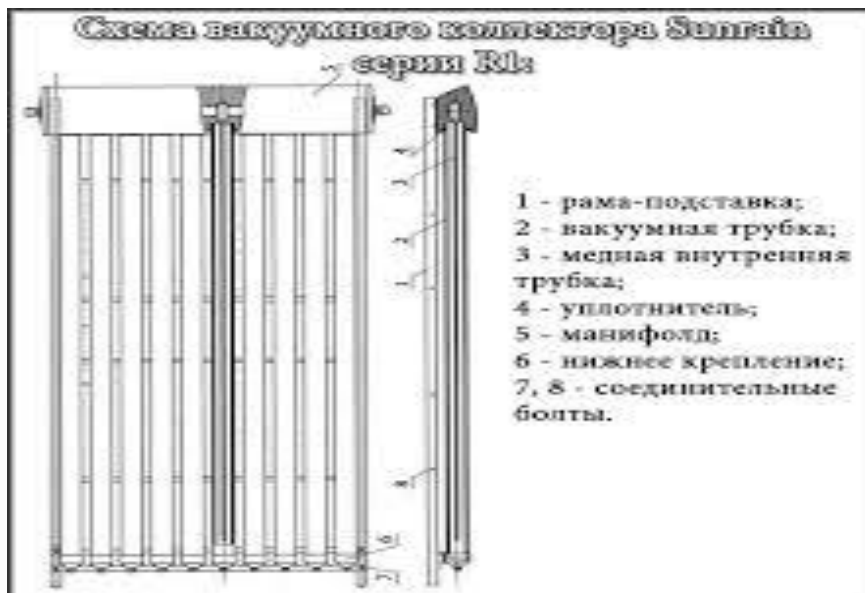


Рис.10 Вакуумный солнечный коллектор

перехідний сезон збільшення кута нахилу забезпечує отримання більш високої ефективності. Таким чином, протягом року теплота виробляється більш рівномірно, і продуктивність сонячної системи виявляється вище, ніж в разі вибору орієнтації колектора на максимальне випромінювання.

Розподіл продуктивності протягом місяця при орієнтації поверхні колектора на південь залежить від кута нахилу.

Для проектування сонячної системи частка заміщення теплового навантаження - поряд з продуктивністю - є ще одним важливим критерієм оцінки. Цей параметр вказує, яка частина необхідної для використання теплової енергії забезпечується сонячною системою.

Такий підхід, який пов'язує продуктивність сонячної системи з кількістю використовуваної теплової енергії, враховує тепловтрати в акумуляторі теплоти і є загальноприйнятим для визначення частки заміщення теплового навантаження. Однак можна також розглядати відношення продуктивності сонячної системи до кількості енергії, додатково отриманої від другого джерела теплоти (котла). При цьому розрахункова частка заміщення теплового навантаження виходить вище. При порівнянні

сонячних систем необхідно враховувати, який метод використовувався для визначення зазначеного значення частки заміщення теплового навантаження.

Чим більше частка заміщення, тим більше економія енергії. Зрозуміло, що покупці часто хочуть придбати сонячну систему з максимально високою часткою заміщення. Однак проектування ефективної сонячної системи - це пошук компромісу між продуктивністю і часткою заміщення теплового навантаження. Принципово одне: чим більше частка заміщення, тим менше питома продуктивність на квадратний метр площі колектора - через неможливість уникнути «перевиробництва теплоти» влітку і зниження коефіцієнта корисної дії колектора. Нагадаємо: коефіцієнт корисної дії падає при зростанні різниці температур між колектором і навколишнім середовищем.

Потім в баке- акумуляторі теплота передається нагрівається воді через теплообмінник.

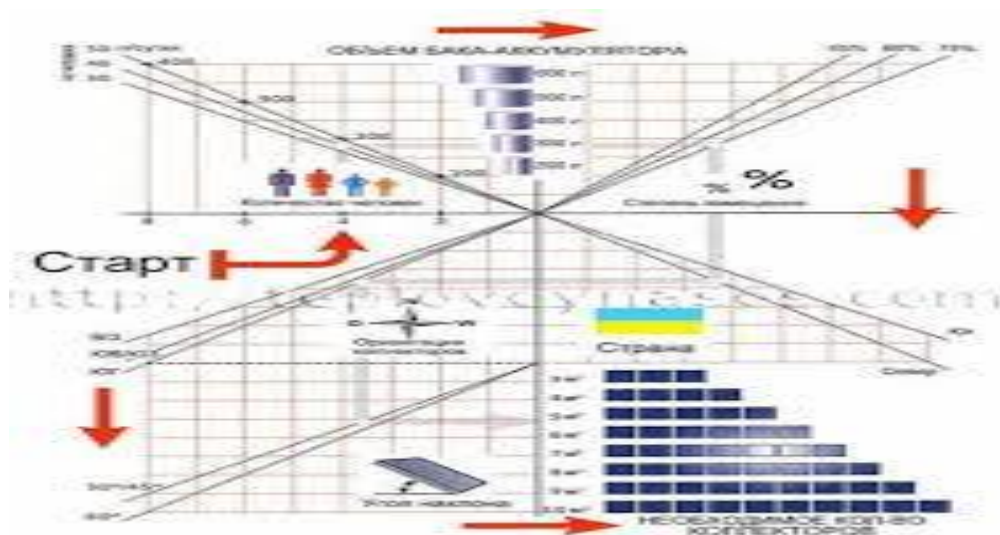


Рис.11 Розрахунок сонячного колектора

За таким принципом працюють всі насосні сонячні системи такого типу. Однак в режимах їх роботи існують принципові відмінності, про які й піде мова.

Конструкції сонячних систем з природною циркуляцією, що не використовують насоси.

Напорная система з незамерзаючим теплоносієм

У таких системах з незамерзаючої робочої рідиною використовується теплоносій, що складається, як правило, із суміші води та антифризу (гліколю). Теплоносій подається насосом в трубки абсорбера, де нагрівається, щоб потім віддати теплоту в теплообміннику бака-акумулятора.

Гліколь захищає установку від замерзання взимку. Крім того, така система забезпечує антикорозійний захист, оскільки незамерзаючі теплоносії містять додаткові антикорозійні присадки.

Закриті напірні системи обов'язково оснащені розширювальним баком, який сприймає теплове розширення теплоносія і додатково виникає обсяг пара при закипанні теплоносія в колекторі.

Такі системи широко застосовуються в Центральній Європі, де їх частка на ринку становить близько 95 відсотків.

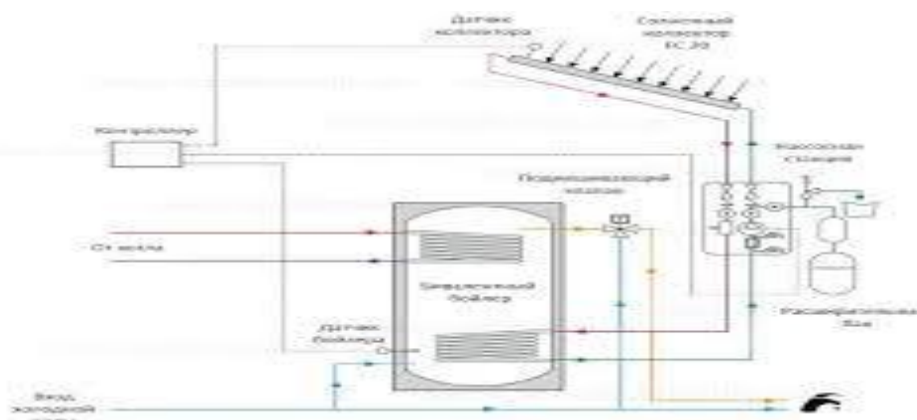


Рис.12 Схема монтажу

Цей розділ включає технічні особливості колекторів сонячної енергії. Ми розглянемо відмінності плоских і трубчастих вакуумованих колекторів, а так — обговоримо їх роботу в різних умовах.

Основні відмінні ознаки колекторів укладені в конструкції абсорбера та ізоляції колектора від навколишнього середовища. Фізика процесу перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію однакова для всіх колекторів: сонячна енергія в абсорбері перетворюється в теплову енергію.

Акумулювання енергії

Ефективність застосування біопалив в агропромисловому виробництві істотно залежить від раціональної системи їх використання, включаючи процеси перетворення та акумулювання.

Перспективи розвитку акумулюючих систем

Будь-яка система постачання енергії складається із джерела первинної енергії, підсистеми трансформування енергії і споживачів перетвореної енергії. У системі можуть виникати невідповідності як у часі, так і у просторі між подачею енергії та її споживанням. Подолання цих невідповідностей є основною метою акумулювання енергії. Якщо така невідповідність викликається змінами у споживанні енергії, то це задача зняття пікового навантаження, яка може бути розв'язана частково і за допомогою акумулювання енергії. Установки для акумулювання енергії можуть виявитися дешевшими від пікових енергетичних установок. Крім цього, при їх застосуванні можуть бути зменшені витрати на паливо (незважаючи на втрати в акумуляторі), бо для зарядки акумулятора може бути використаний надлишок енергії від установок базового навантаження з низькою вартістю енергії. Якщо невідповідність між подачею і потребами в енергії обумовлена видом джерела первинної енергії (сонце, вітер і т.п.), то задача акумулюючої установки полягає у вирівнюванні виробітку енергії шляхом зрізання піків і заповнення провалів графіка навантаження.

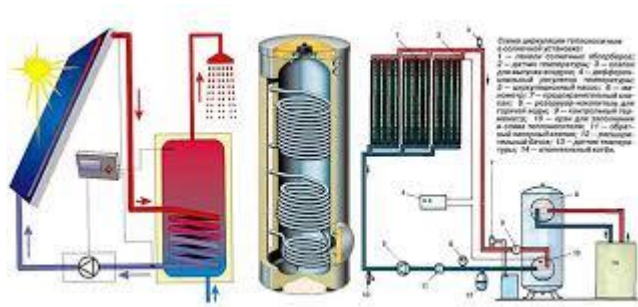


Рис.13 Схема для готелю

До інших завдань акумулювання енергії належать:

- забезпечення резерву на випадок раптового припинення роботи установок, особливо у період запуску резервного обладнання;
- регулювання або буферне акумулювання при високих амплітудах зміни навантаження, що дозволяє покривати останнє при невеликих градієнтах зміни потужності первинного джерела енергії;
- акумулювання енергії поблизу місця її споживання для зменшення піків навантаження і вартості системи енергопостачання не тільки в частині перетворення енергії, а також при її розподіленні за допомогою мереж.

Акумулювання має особливо важливе значення при використанні поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) [105]. Сонячна енергія є найбільш давньою формою енергії з тих, які використовує людство. Вона буде служити людству і в наступні століття. Ця енергія «безоплатна», але дуже розсіяна і переривчаста. Деревина, рослинна біомаса є наслідками дії сонячної енергії і мають додаткові якості. Вони не «безоплатні», але їх можна складувати і використовувати в потрібний момент. Це безцінні акумулятори сонячної енергії. Вископні палива — вугілля, нафта і газ — забезпечили розвиток великої промисловості. Порівняно з деревиною чи рослинною біомасою вони мають більш високу теплотворну здатність, характеризуються меншою кількістю відходів, простотою використання і складування. Ці палива є найкращою формою акумулювання енергії при високій її концентрації. Один кубометр нафтопродуктів відповідає $(1,0—1,3) \cdot 10^7$ ккал запасеної енергії, у той час як один кубометр гарячої води дозволяє акумулювати біля $4 \cdot 10^4$ ккал,

а один кубометр розплавлених солей або електрохімічного акумулятора — максимум $2 \cdot 10^5$ ккал. Порівняння різних форм акумуляційних систем за питомою енергоємністю можна провести за даними табл. 5.1.

У сільському господарстві значна частина енергії використовується у формі низькопотенціальної теплоти. Нелогічно використовувати енергію високого потенціалу (газ, нафта, електроенергія), яка дозволяє отримати температури більше 1000°C , щоб нагріти теплоносії до температури 50 — 100°C . Природно, що краще використовувати деградовані форми енергії — відходи виробництва або енергію поновлюваних джерел. Однією з причин, що обмежують широке використання ПДЕ у народному господарстві, є їх нестабільність в роботі: відсутність сонця і вітру призводить до неритмічності в енергопостачанні, а різна швидкість вітру і перепади інтенсивності сонячного випромінювання — до нестабільності енергетичних характеристик. Ефективність пристроїв для перетворення енергії поновлюваних джерел залежить від рівня переробки незалежних від нас природних її потоків і приведення у відповідність виробітку енергії і потреби в ній у рамках часового попиту, тобто швидкості споживання енергії. Остання ж змінюється у часі в масштабах місяців (наприклад для обігрівання жител у зонах помірного клімату), днів і навіть секунд.

На противагу енергетиці на традиційному паливі потужність поновлюваних джерел енергії, яку отримують з навколишнього середовища, нам не підконтрольна. У цьому випадку є вибір: або підганяти навантаження до інтенсивності доступної для перетворення поновлюваної енергії, або накопичувати енергію для наступного використання. При цьому можна застосовувати різні способи акумулювання: хімічне, теплове, електричне, у формі потенціальної або кінетичної енергії. Завдяки застосуванню акумуляторів енергії забезпечується не лише стабільне і безперервне енергопостачання, а й зростає коефіцієнт використання ПДЕ завдяки нагромадженню надлишкової і низькопотенціальної енергії, яка безпосередньо не може використовуватися споживачами. При цьому

згладжуються коливання в електромережі, з'являється можливість перетворювати один вид енергії в інший залежно від потреб споживача.

Аналіз акумулюючих засобів і перетворювачів енергії показав, що найефективніше акумулювати енергію сонця, вітру, малих річок та геотермальних джерел за допомогою електрохімічних і теплових

Таблиця 1. Характеристики акумулюючих систем

Система	Густина енергії		Робоча температура, °С	Перетворення	
	МДж/кг	МДж/л		тип	ККД
Паливо					
Дизельне паливо	45	39	Навколишнього середовища	Хімічна енергія — робота	30
Вугілля	29	45	Навколишнього середовища	Хімічна енергія — робота	30
Деревина	15	7	Навколишнього середовища	Хімічна енергія-робота	60
Хімічні сполуки					
Водень (газ)	140	1*	(-253)—30	Електрична енергія — хімічна	60
Аміак (N43)	2,9	0,3	0-700	Теплохімічна енергія	70
Збільшення внутрішньої енергії					
Вода	0,2	0,2	20-100	Тепло—тепло	50—100**
Чавун	0,05	0,4	20—400	Тепло—тепло	50—90**
Фазовий перехід					
Пара	2,2	0,02**	100—300	Тепло—тепло	70*
N82504-10H ₂ O	0,25	0,29	32	Тепло—тепло	80
Електрична (акумулятори)					
Свинцево-кислотні	0,10	0,29	Навколишнього середовища	Електрична енергія — електрична енергія	75
Натро-сірчані	0,65	350	350	Електрична енергія — електрична енергія	75
и/Ti3 ₂	0,48		100	Електрична енергія — електрична енергія	75
Паливні елементи					
			150	Хімічна енергія — електрична енергія	38
Механічні					
Гідравлічні	0,001	0,001	Навколишнього середовища	Електрична енергія — електрична енергія	80
Маховик	0,05	0,4	Навколишнього середовища	Електрична енергія — електрична енергія	80
Стиснуте повітря	0,02—2	0***	20—1000	Електрична енергія — електрична енергія	50

*При тиску 15 МПа; ** залежить від часу і теплових втрат;

акумуляторів, а також акумуляторів на основі водню. Електрохімічні акумулятори ефективні у вітрових і сонячних енергосистемах різної потужності. Особливо доцільно використовувати їх у системах на основі ПДЕ невеликої потужності, які не можуть давати енергію потрібної якості,

коли прямо працюють на споживача. У цьому разі електрохімічні акумулятори нагромаджують електричну енергію, одержану від вітрових енергоустановок (ВЕУ), а коли енергопостачання зменшується або припиняється, забезпечують споживача принаймні мінімальною кількістю енергії.

Набули поширення в нетрадиційній енергетиці акумулятори теплової енергії. Практична реалізація різних типів теплових акумуляторів (ТА) пов'язана передусім з визначенням їх оптимальних робочих характеристик, з вибором недорогих, але ефективних теплоакумулюючих середовищ і конструкційних матеріалів. Економічна ефективність теплового акумулятора за інших рівноцінних умов визначається масою та об'ємом теплоаккумуляційного матеріалу (ТАМ), а вони у свою чергу залежать від густини нагромадженої енергії і коефіцієнта корисної дії процесу акумулювання теплоти. Використання процесів плавлення та енергії зв'язку атомів теплоакумулюючого матеріалу забезпечує більшу густину енергії порівняно з іншими варіантами теплового акумулювання.

У сільському господарстві широко розповсюджені найпростіші способи акумулювання енергії. У побуті для опалення будинків використовуються печі (груби), в яких теплота акумулюється у стінках опалювальної установки і використовується вночі, коли спалювання палива припиняється. На тваринницьких фермах встановлені баки — акумулятори гарячої води, яка нагрівається електроенергією нічних годин роботи електричних систем і використовується для санітарно-гігієнічних потреб протягом дня. У системах опалення тваринницьких ферм від електроенергії використовуються теплоізовані баки — накопичувачі гарячої води ємністю 10—20 м³. Вода нагрівається за нічні години від електричних нагрівачів і використовується для опалення приміщень. У системах сонячного гарячого водопостачання використовуються баки — акумулятори води для згладжування добової нерівномірності надходження сонячної радіації.

Інша техніка зберігання теплоти, яка вимагає значного об'єму накопичувача, повинна використовуватися для зберігання природної або сонячної теплоти у великих масштабах, коли теплова зарядка накопичувача проходить один раз на рік. Такі накопичувачі відомі як сезонні сховища теплоти на відміну від короткочасних акумуляторів теплоти, які мають денний або тижневий цикл зарядки-розрядки. Тепло від сонячних колекторів або теплових pomp спрямовується, як правило, через теплообмінники в акумулятори теплоти, які можуть розміщуватись або у ґрунті, або глибоко під землею, або в порожнинах скель, або в добре теплоізольованих зверху виїмках. Через те, що ґрунт і скельні породи мають відносно низький коефіцієнт теплопровідності, тепло може зберігатися в таких акумуляторах протягом тривалого часу. В Європі реалізовано декілька десятків пілотних проектів сезонних акумуляторів теплоти. Дискусії щодо застосування таких акумуляторів для опалення приміщень тривають. Прийняття рішення залежить від клімату, наявності інших джерел енергії та ще ряду факторів. Прогнози використання сезонних акумуляторів теплоти оптимістичні. Перевага таких акумуляторів полягає в тому, що вони не пов'язані з традиційними джерелами теплоти, що збільшує сферу їх застосування і підвищує можливість енергозбереження в системах опалення. Важливими сьогодні є розробка і спорудження демонстраційних систем сезонного теплоакмулювання в Україні для опалення тваринницьких ферм, відпрацювання на них методик розрахунку, пристроїв зарядки і розрядки таких акумуляторів. Важливо системно вивчити можливі сфери застосування цих ТА, які могли б задовольнити економічні вимоги щодо рентабельності.

Ресурс і надійність, вартість, екологічна чистота, зручність і простота обслуговування та ремонту примушують шукати систему акумулювання, оптимізовану за багатьма параметрами. Більшість із цих параметрів визначаються значеннями теплофізичних і фізико-хімічних властивостей ТАМ. Чим більша потужність системи перетворення і вищий рівень

температур, тим більш важливе значення має знання властивостей ТАМ і ТА, що вибираються.

Способи акумулювання енергії

Акумулювання енергії — не нова концепція в енергетиці. Викопне паливо в цьому розумінні є ефективним акумулятором з високою щільністю енергії. Однак у міру того, як джерела палива стають все менш доступними і більш дорогими, з'являється необхідність розвитку методів акумулювання і як одного з них — виробництва поновлюваного палива. Ефективність акумулювання можна оцінювати у джоулях на вкладений долар чи гривну, джоулях на одиницю об'єму і джоулях на кілограм маси.

Перша оцінка завжди є вирішальною. Другій віддають перевагу, коли мова йде про менші габарити. Третя набуває значення при необхідності створення акумулятора мінімальної ваги. У табл. 5.1 і на рис. 5.1 за [106] наведено дані про ефективність різних способів акумулювання енергії.

До основних способів акумуляції енергії можна умовно віднести наступні: біологічний, хімічний, тепловий, електричний, механічний та їх комбінації.

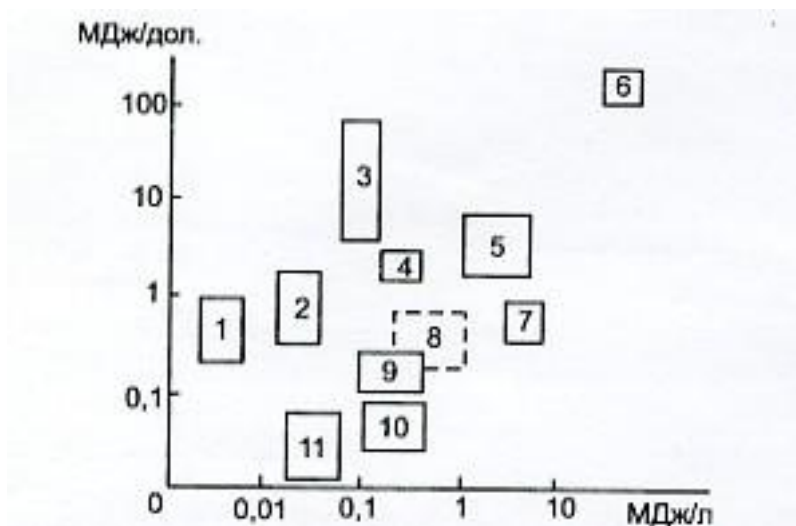


Рисунок 14

Зв'язок між питомими характеристиками методів акумулювання енергії: 1 — піднята рідина; 2 — стиснуте повітря; 3 — гаряча вода; 4 — розплави солей; 5 — хімічні процеси; 6 — нафта; 7 — гідриди; 8 — перспективні акумулятори; 9 — існуючі акумулятори; 10 — маховик; 11 — надпровідник

Біологічне (природне) акумулювання

Сонячна енергія не завжди потребувала людини, щоб використовуватися і акумулюватися на Землі. Рослини використовують її з моменту їх появи з посереднім ККД. Листя вловлюють тільки біля 1,7% енергії, яка до них надходить, а перетворюють в суху речовину від 0,1 до 1%. Поглинаючи 1,7% сонячної енергії, листя виробляє приблизно 1 грам сухої речовини на 1 м² (листя) за годину. Виробляється, отже, 3,5 ккал на 1 м² за годину, у той час як сонце поставляє приблизно 1 кВт/м², що складає 900 ккал/м² · год. Таким чином, середній ККД складає приблизно 0,4% щодо сонячної енергії, яка надходить, і біля 2,5% щодо енергії, яка поглинається листям.

Теплова енергія може бути отримана прямим спалюванням рослин або шляхом їх біологічних і хімічних перетворень. Рослинна біомаса є громіздким матеріалом, з невеликою теплотою згоряння (менше 3000 ккал/кг), містить відходи (попіл) і має достатньо високу вологість. Тому більш ефективними є інші методи використання рослинної біомаси, засновані на цілому ряді перетворень: газифікація, ферментація, піроліз, гідрогенізація.

При ферментації можна використовувати деревину, інші рослини, листя, стебла і відходи рослинного світу. Шляхом ферментації можна отримати 1/3 м³ метану з 1 кг сухої речовини. Ферментація може бути використана переважно для зеленої живої частини рослин з метою отримання газу.

Піроліз, навпаки, може бути використаний для переробки деревини з метою отримання різноманітних продуктів: газу, метанолу, важких масел, гудрону, деревного вугілля. Піроліз полягає в обробці роздробленої органічної речовини і, зокрема, деревини теплотою при температурі 400—900°C без доступу кисню. Завдяки піролізу целюлоза в деревині розкладається на гудрон і невелику кількість фенолу, оцтову кислоту. Лігнін розпадається на вугілля, гудрон, масла, кислоти і метанол. Піктинові

речовини дають вугілля, гудрон і масла. Якщо нагрівати дерево в закритій камері до 170°C, виділяється чиста вода, а починаючи з 200°C з'являється кислий піролізний сік. До 280°C дерево піддається слабкому розкладанню, але починається екзотермічна реакція з виділенням теплоти. Дерево чорніє і виділяє гудрон, масла, піролізні соки. При температурі більше 350°C зростає виділення водню і легких вуглецевих сполук. До 400°C — з'являється вугілля. Газ, масла, вугілля можуть використовуватися як паливо. З 1 тонни деревини в середньому отримують 330 кг вугілля, 70 кг жирних кислот, 20 кг метанолу, 150 кг гудронів, масел, газів.

Гідрогенізація полягає в обробці органічних речовин під високим тиском в присутності води температурою 300°C. При цьому використовують каталізатори. Таким чином, можна отримати масла, які є хорошим паливом. При гідрогенізації з листя рослин отримують протеїни, які мають співвідношення між амінокислотами, більш вигідне в поживному плані, ніж у протеїнів сої.

Протягом року Земля отримує на всю свою поверхню 10^{18} кВт·год енергії, або 190- 10^{12} тонн умовного палива (т.у.п.). Якщо врахувати, що людство сьогодні споживає трохи більше ніж 12 млрд. т у. п. протягом року, то можна констатувати, що невелика частина сонячної радіації достатня для задоволення всіх потреб в енергії. Мова йде про 0,0063% енергії, яку посилає Сонце на Землю. Рослинний світ отримує 0,1% енергії, що відповідає 10^{11} т у. п., а 12% цієї енергії достатньо для задоволення енергетичних потреб світу. Однак 50% цієї енергії забирають морські водорості, 33% припадає на ліси, а решта 17% — на інший рослинний світ. Досить 36% енергії, перетвореної лісом, якби ми вмiли і знали, як її використати повністю, щоб покрити потреби Землі в енергії. На Землі не бракує енергії, Сонце поставляє її в тисячу разів більше необхідної кількості, має місце нестача способів і засобів її вловлювання, перетворення і особливо акумулювання. Те, що сьогодні називається новими формами енергії, енергією майбутнього, насправді є старими формами енергії, які існували перед появою людини на Землі. Ці

нові типи енергії походять від єдиного джерела — Сонця — і наявні в різноманітних формах: як тепла (променева) енергія, геотермальна, тепла енергія океанів і морів, механічна (вітер, хвилі), хімічна (рослинний світ). Фотосинтез — єдина форма акумулювання, яка здійснюється самою природою.

Енергія та політика

Усі живі організми споживають енергію в процесах метаболізму. Людина ж — виняткова істота, яка поза внутрішньою додатково споживає ще й зовнішню енергію, яка може у мільярди разів перевищувати її внутрішню.

Ще 200 років тому основними носіями зовнішньої енергії були домашні тварини, раби, робітники, а також відновлювана органіка, вітер, течії річок й лише частково — сонце (фотосинтез, сушіння). З початком технічної ери та промислової розробки викопних енергоносіїв такими носіями енергії стали вугілля, нафта, газ, уран.

Нині промисловість, транспорт, комунальне господарство, житловий фонд, воєнна техніка, зв'язок тощо споживають вражаючі об'єми зовнішньої енергії. Викопна органіка, накопичена Землею за мільйони років, вичерпується за сторіччя. Продукти спалювання та відходи промисловості засмічують планету, її унікальна збалансованість порушується. Гіганти енергетики, як доісторичні монстри, "вижирають" рештки викопного органічного скарбу.

Ще 6-7 поколінь тому Сонце було єдиним джерелом енергії, яке породжувало всі інші види енергії, доступні людям. Опосередковані енергоносії відновлювалися упродовж одного-двох століть, тобто джерела енергії були практично невичерпними. Коли ж людство перейшло на використання мінеральних палив, споживання енергії стало зростати по експоненті. Запаси ж їх — не безмежні.

Володіння значними запасами викопних енергоносіїв дає країні величезні економічні й політичні переваги. З іншого боку, як і будь-яке матеріальне багатство, спокушає потенційного агресора, живить ідеї світових імперій і терористів про силовий перерозподіл енергетичних багатств.

Водночас держави, позбавлені достатніх викопних енергоносіїв, часто зазнають економічного й політичного пресінгу.

Монополізація, узурпація викопних енергоносіїв призвела до різкого нерівноправ'я, злиднів, голоду мільйонів людей, занепаду моралі, попирання засад демократії та свободи.

Мілітарні, політичні, економічні, інформаційні та інші війни велися та ведуться заради присвоєння чужої енергії, особливо якщо її концентрація висока. Друга світова війна, битва за Сталінград "Буря в пустелі" за кувейтську нафту, інші нещодавні воєнні конфлікти – ось приклади боротьби за перерозподіл, загарбання або керування чужими джерелами енергії.

Гігантські енергогенерувальні комплекси дуже вразливі з технічного, а тим більш з воєнно-оборонного боку. Північ США декілька років тому потрясла інформаційна катастрофа об'єднаної енергосистеми; Москва зазнала 12 травня 2004 року шок, викликаний каскадним відключенням електромереж; Алчевськ цієї зими... А це ж не війна!

Атомні електростанції – це міни, начинені смертельною радіацією, ще й непередбаченої дії. Одна бойова ракета – і матимемо новий "Чорнобиль". Величезний ризик за концентрацію та гігантоманію. "Доробок" homo sapiens sapiens'a.

Енергія та екологія

Інтенсивне споживання мінеральних енергоносіїв вже порушило рівновагу біосфери, що створює загрозу вищим формам життя, руйнує екосистему.

За прогнозами футурологів [1, 2], запаси нафти будуть майже вичерпані до 2040 року, газу – до 2060, кам'яного вугілля – до 2200 року. Чи витримає біосфера таке навантаження, якщо людство "рубає сук, на якому сидить"?

Чи розумно спалювати викопну органіку, яка є досконалою сировиною для хімічної та інших галузей промисловості? Ще наприкінці XIX століття Менделєєв попереджав, що опалення нафтою рівноцінне опаленню асигнаціями. Тож чому США законсервували всі свої нафтові свердловини?

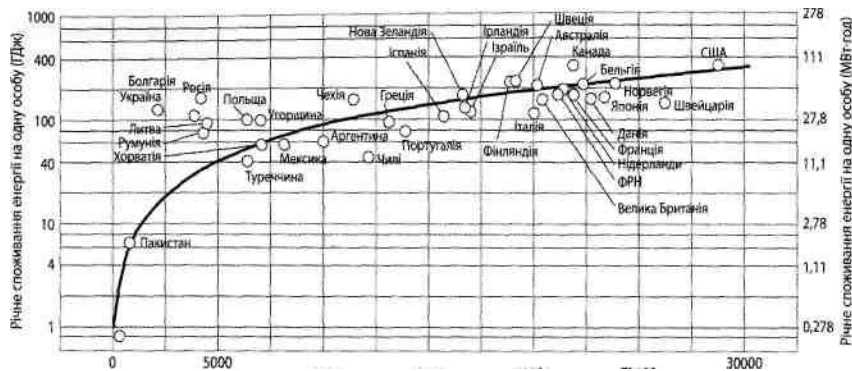
Інтелектуальна еліта віддавна занепокоєна станом світового господарства.

"Римський клуб", Світовий конгрес зрівноваженого розвитку в Йоганнесбурзі (2002 р.), Кіотська конвенція тощо – це спроби спинити руйнівні процеси світової екосистеми. Ще в 1971 році американський вчений Джей Форрестер [3] опублікував прогноз світових подій, отриманий методом системної динаміки так званого "глобального моделювання". У комп'ютерну програму було введено 43 найважливіші фізичні, метеорологічні, соціальні, демографічні тощо співвідношення та їх синергізми (взаємодії). Комп'ютерне моделювання показало, що вже на час публікації людство породило настільки складну проблему, що її неможливо розв'язати розрізненими заходами. Лише спільними зусиллями людства, на основі комплексної програми дій можна відвернути небажані явища. А вже згаяно 35 років!

Лобісти традиційної енергетики пропонують певні методи зменшення екологічної загрози, як-от: очищення мінеральних видів палива, удосконалення технологій спалювання, очищення диму, створення "чистих" видів палива, заміна вугілля вуглеводневим паливом тощо. Ці заходи, вочевидь, потрібні, але вони не вирішують проблему кардинально.

По суті, питання захисту Землі полягає в тому, встигне чи не встигне екологічно чиста енергетика задовольнити потреби людства до моменту самознищення.

Планета Земля перебуває в тепловій рівновазі. Енергія, засвоєна від Сонця освітленим боком планети, випромінюється в космос з поверхні цілої кулі. До цього потоку додається тепло надр землі, яке дифундує з ядра, – орієнтовно 0,8% від енергії сонячного потоку. Ґрунт та водна поверхня акумулюють до 65% змінного теплового потоку, фазові перетворення води "оперують" потоком тепла в 32%, потік тепла у 2,4% формує вітри. Продукти фотосинтезу



Національний продукт на одну особу {доларів США}

Рис. 15. Національний продукт бруто на одну особу (в доларах США)

засвоюють лише 0,025% енергії Сонця, що потрапляє на Землю.

Енергія, яку виділяє людство, становить 0,01% від енергії сонячного потоку. Ніби не суттєво. Лишень супутні спалюванню хімічні речовини вже вагомо впливають на біосферу через тонкі ботанічні, метеорологічні, хімічні та інші явища.

Отже, потужність теплового потоку сонячної енергії на поверхні земної кулі у 6500 разів перевищує потреби людства, можливості фотосинтезу – у 240 разів. Людство може оперувати цими потоками для своїх потреб, анітрохи не порушуючи земного балансу. Лише в межах енергетичного балансу Землі можна подолати екологічну кризу. Доки ми опалюємо космос своїми архаїчними тепловими системами, доти сонячна енергія величезного потенціалу, яка споконвіку природно створює матеріальні блага, буде використовуватися в мізерних відсотках.

Сонце світить всім однаково. Його монополізувати не можна. Його енергія безплатна, чиста, безвідходна. Американський вчений Деніель Халаці [4] кваліфікує невикористання сонячної енергії як національну та глобальну ганьбу.

XXI століття пройде під знаком чистої енергії, тому що не лише економіка та оборонні стратегії, а й екологічні технології, ініціювання зрівноваженого розвитку стали пріоритетами провідних держав світу. "Біла книга Європейського Союзу" 1998 року та директиви, встановлені для 25 держав Євросоюзу, зобов'язують до 2010 року збільшити частку чистої енергії до 21% та зменшити

викиди CO₂ до 8% проти рівня 1999 року.

Сонячна енергетика, децентралізація, безвідходні технології, акумуляція енергії, когенерація теплової та електричної енергії [5] – ось стовпи, на яких будуватиметься енергетика майбутнього.

З-поміж світових екологічних проблем однією з ключових, як вже було доведено, є енергетика.

Для таких держав як Україна, котрі ще змушені імпортувати паливо, звільненням з-під енергетичної та політичної залежності від експортерів носіїв енергії може стати саме так звана альтернативна енергетика.

З другого боку, для держав, які мають запаси викопної органіки, переведення господарства на альтернативну енергетику дає можливість багато століть поспіль успішно торгувати сировиною для переробної промисловості.

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ. ТЕХНОЛОГІЇ, ПРИНЦИПИ ЇХ РОБОТИ

Альтернатива для України

За даними Світового банку та Інституту світових ресурсів [6, 7], на створення продукту бруто, що припадає на одну особу, різні країни світу витрачають різну кількість енергії.

Ця залежність (рис. 1) охоплює країни з різними рівнями технологій. Слаборозвинені країни, де переважає ручна праця, споживають мало енергоносіїв. Країни з високорозвиненою економікою споживають від 2 до 4 кВт·год на виготовлення продукту собівартістю в один долар США. Третю групу складають посткомуністичні держави, в яких цей показник сягає понад 10 кВт·год (табл. 1), що свідчить про архаїчність наявних технологій. Як бачимо, Україна посідає перше місце за енергоемністю продукту бруто.

Таблиця 2. Енергоемність національного товару бруто. За даними Світового банку та Світового інституту запасів станом на 1995 рік

Держави	кВт·год/\$1	% до США
Індія, Пакистан, Швейцарія, Нігерія	-1,4	38
Туреччина, Бразилія	-1,8	47
Ірландія, Ізраїль	-2	54
США	-3,7	100
Канада, Чехія, Польща	-4,2	113
Російська Федерація	-12	324
Україна	-16,7	450

Результати дослідження Г.М. Забарного та А.В. Шурчкова [8] про рівень енергоспоживання в Україні станом на 1999 рік наведено в таблицях 2 і 3.

Висновки, які можна зробити на підставі цього дослідження, наступні:

- ККД української енергетики в цілому дорівнює ~ 42%;
- втрати енергії в ході транспортування усіх видів складають –

23% від загального споживання енергії, або ~ 116% від продуктивно використаної енергії;

- "скидна" теплота ТЕС складає ~ 20% від продуктивно використаної енергії (64ТВтгод/рік);
- встановлена потужність всіх електростанцій України використовується приблизно на 39%;
- середній ККД котелень України ~ 71%.

В Україні амортизація енергетичного обладнання досягає 90%. Тож в будь-якому випадку доведеться інвестувати в реконструкцію енергетики. Таким чином створилася унікальна нагода вкласти інвестиції у майбутнє, "перескочивши" всі проміжні етапи, які пройшла Європа, використавши найновітніші досягнення передової світової техніки, – і одразу створити енергетику ХХІ століття.

Таблиця 3. Використання енергетичних ресурсів в Україні у 1999 році

	106 т у.п.	ТВт·год/рік	%
Загальне споживання	202	1652	100
Енергетичні цілі	93	776	47
Переробна промисловість	62	496	30
Втрати при транспортуванні	47	380	23

Таблиця 4. Вироблено енергії в Україні у 1999 році

Енергія	ТВт	%
Електрична	172	53
Теплова	155	47
Разом	327	100

В результаті Україна отримає:

- стратегічну стійкість народного господарства у випадку стихійного лиха чи воєнного конфлікту (адже децентралізація – це оборонна стратегія);
- економічну й політичну незалежність від експортерів мінеральних видів па-

лива;

- екологічно чисте довкілля;
- привабливі умови для інвесторів;
- розвиток прогресивних технологій;
- нові ринки експорту продукції;
- сотні тисяч нових робочих місць.

Чи є для цього підстави?

В тій же праці [8] наведено дані про потенціал альтернативних джерел енергії в Україні. Дані таблиці 4 свідчать, що технічно доступний потенціал таких джерел енергії в сумі дорівнює 330-340 ТВт·год/рік. Це трохи більше, ніж Україна використовує тепер. Порівняння енергетичного потенціалу джерел альтернативної енергії за таблицями 4 та 5 переконує, що реальний потенціал України дещо більший, ніж наведений у таблиці 4.

Хоча історія розвитку альтернативної енергетики й недовга, ця галузь успішно завойовує ринок.

У 1952 році ініціативна група американських вчених запропонувала урядові США до 1975 року спорудити $13 \cdot 10^6$ "сонячних" будинків. На жаль, проект так і не був реалізований, оскільки уряд США не прийняв цієї пропозиції.

В 1970-х роках Гаррі Томас із Вашингтону [4] успішно збудував декілька сонячних будинків, південний бік даху яких був задіяний як сонячний колектор, теплоносієм у котрому служила вода. Тепло, засвоєне водою в межах даху, зберігалось у резервуарі, встановленому в підвалі. Резервуар був оточений 50 тоннами каміння для абсорбції тепла. Невеликий вентилятор проганяв повітря через насипне каміння. Тепле повітря подавалося у житлові приміщення. Така система обігрівання будинків зимою давала змогу отримувати гарячу споживчу воду та охолоджувати будинок влітку. В теплу пору року північна частина даху виконувала роль градирні. Нагромаджена за ніч холодна вода сприяла охолодженню повітря вдень. Будинки Томаса споживали на обігрів, кондиціонування та нагрівання води лише 150-200 Вт для живлення двигунів вентилятора та помпи.

Таблиця 5. Технічно доступний потенціал альтернативних джерел енергії в Україні [8]

Джерело	ТВт·год/рік	%
Відходи сільського й лісового господарств	32	9,7
Сонячна енергія з дахів житлового фонду (610 км ²)	26-37	7,8
Навколишнє середовище	78	23,6
Геотермія	108	32,7
Вітер	24	7,3
Великі гідроелектростанції	14	4,2
Малі річки	5	1,5
Некондиційні газові родовища	34	10,3
Шахтний газ	9	2,7
Разом	330-340	100

Таблиця 6. Потенціал альтернативних джерел у Польщі [9]

Джерело	ТВт·год/рік	%
Енергія біомаси	249	36
Сонячна енергія	372	53
Геотермія	57	8
Вітер	10	1,4
Гідроенергія	12	1,6
Разом	700	100

В наш час у цілому світі набирає сили прогресивне розуміння можливостей екологічно чистого енергозабезпечення та все активніше впроваджується нова техніка для цього. В багатьох країнах вже розроблені та масово вводяться в експлуатацію різноманітні пристрої альтернативної енергетики. Це сонячні

колектори, малі гідроелектростанції, електровітряки, фотовольтаїка, водневокисне-ві комірки, теплові помпи, "термодіоди", рекуператори, теплові акумулятори, біо- та газогенератори, "зелене" паливо тощо. Вся ця техніка успішно забезпечує децентралізоване енергопостачання, скеровуючи надлишок енергії до централізованої мережі.

В передових країнах діють державні програми інтенсифікації розвитку екологічної енергетики (Німеччина, Іспанія, США, Японія, Індія, Китай, Греція, Швеція, Австрія тощо). Готують відповідні програми і в Польщі.

Україна також мусить знайти кошти для модернізації свого енергетичного обладнання. А яким шляхом прямувати, залежить від політичної волі: чи тупцювати позаду світу, чи перескочити до авангарду.

РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ТА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ РЕЗЕРВУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ЕНЕРГОСИСТЕМ

3.1 Господарське використання

У розвинутих країнах часто, водночас із зрозумілим бажанням зекономити водопровідну воду, побутове використання дощової води вписується в актуальну політику охорони довкілля. В країнах з невеликими запасами води або її низькою якістю найважливішим вирішальним чинником використання дощових вод є можливість забезпечити потреби населення у питній воді. Звичайно, рішення про будівництво систем побутового використання дощових вод потребує відповідного економічного аналізу, зокрема визначення терміну повернення капіталовкладень у їх виготовлення.

Зазвичай на урбанізованих територіях створюють умови для якнайшвидшого відведення дощових вод мережею водовідведення до очисних споруд. Таку практику фахівці вважають незадовільною – ґрунт пересушується, рівень ґрунтових вод знижується, негативно впливає на чистоту поверхневих вод та біологічне життя у збірниках атмосферних опадів. У випадку перенавантаження мереж водовідведення необхідно будувати розвантажувальні мережі або накопичувальні резервуари для періодичного акумулювання надлишку атмосферних опадів. Обидва рішення інвестори вважають не вигідними, оскільки це потребує значних витрат на викуп територій для будівництва і розбудови таких мереж.

Водночас у містах щораз гостріше постає проблема дефіциту питної води. З одного боку це пояснюється розвитком міст, і отже зростанням попиту на воду, а з другого – погіршенням якості поверхневих вод. Для очищення низькоякісної природної води необхідні додаткові дорогі технології. Саме тому запаси дощових вод можуть стати цінним джерелом води, щоправда із заниженими якісними показниками. Найчастіше рекомендують використовувати дощові води для:

- зрошення посівів, трав'яних покривів тощо;

- санітарних систем;
- протипожежних систем;
- роботи з впорядкування територій;
- технологічних процесів у промисловості та сферах обслуговування.

Збирання дощової води для індивідуального сектора – процес відносно легкий, не потребує застосування складних технічних рішень. Використання існуючої системи ринв і спускних труб, з'єднаних зі збірними трубопроводами, дає змогу відводити більшу частину цієї води до накопичувального резервуару.

Перед надходженням у резервуар дощові води очищаються на решітках, ситах різної конструкції, фільтрах тощо [65]. Резервуар бажано розташовувати у ґрунті, – це дасть можливість зберігати воду за низької температури з незначним доступом сонячного випромінювання, що обмежить розвиток мікроорганізмів.

Системи для збору дощової води можуть бути як з частковим відведенням води, так і без цієї функції. У другому випадку вся кількість дощівки зберігається у накопичувальному резервуарі, тому його об'єм має бути відповідно великим залежно від площі даху, з якого збирається вода. Якщо потреба у воді незначна, – влаштовується система відведення надміру води у мережу водовідведення [66] або в дренажну систему [67].

На рисунку 1 наведена схема системи для використання дощових вод в індивідуальному будинку. Будинок має два джерела водопостачання: резервуар із дощівкою для зливних баків і пральних машин, та водопровід, що подає воду до змішувачів ванни, умивальників і мийок та поповнює нестачу дощової води у засушливу погоду. Система обладнана помпою, найчастіше самовсмоктувальною, яка автоматично вмикається під час водорозбору. В період інтенсивних опадів надлишок дощових вод відводиться у дренажну систему. В Англії протягом року досліджували особливості функціонування системи такого типу [68].

3.2 Економічний розрахунок

Було визначено, що потенціал дощових вод цілком достатній, щоб забезпечити потреби у воді для зливних баків в індивідуальних вода зі зниженими показниками якості будинках.

Залежно від пори року й інтенсивності опадів, дощові води забезпечували від 3,8

до 100% зазначеної потреби. Враховуючи значну частку витрати санітарними приладами у загальному споживанні водопровідної води, можна стверджувати, що використання дощових вод сприяє значній економії водопровід води з високими показниками якості.

Чималі можливості застосування системи для збору і використання атмосферних вод існують на об'єктах громадського користування і торгово-сервісних, які найчастіше відзначаються великими площами дахів і значною потребою у воді невисокої якості. Це можуть бути, наприклад, криті стадіони [69], спортивні зали, торгові зали, крамниці й склади значної площі [70]. У більшості випадків дощові води характеризуються незначною твердістю та підвищеним вмістом слабких кислот, переважно вугільної. Це впливає на корозійні властивості води, тож для виконання систем необхідно застосовувати матеріали, стійкі до корозії.

В Японії системами збору дощових вод обладнано криті стадіони в Токіо, Фукуока і в Нагоя, площі дахів яких складають відповідно 28592, 50000 і 33000 м². Дощівка з дахів після відповідного очищення скеровується до змивного обладнання на поливання газонів на стадіонах. Натомість у кухнях і ванних кімнатах використовується вода кращої якості з міської водопровідної мережі.

На рисунку 3 наведено схему системи забезпечення водою зазначених об'єктів.

Надзвичайно важливо, щоби ще на етапі проектування були враховані, причому комплексно, всі наведені вимоги.

У теплотехнічних розрахунках слід максимум уваги приділити втратам тепла крізь стіни і дах будинку. Цей процес можна поділити на три етапи:

- передача тепла від внутрішнього повітря до поверхні стіни;
- передача тепла шляхом теплопровідності в конструкції стіни;

- передача тепла від зовнішньої поверхні стіни будинку до зовнішнього повітря.

Загальний процес передачі тепла від рідини до рідини називають теплопередачею. Механізми цього процесу:

- **теплопровідність**, що характерна в основному для твердих тіл і нерухомих рідин. Потік тепла, зокрема крізь плоску перегородку, обчислюється за рівнянням Фур'є:

$$\Phi = \lambda * A (T_2 - T_1) / d * S . \quad (1)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності;

A – площа перегородки;

dt/ds – температурний градієнт перегородки s . Знак "-" означає, що передача тепла відбувається у напрямку, протилежному до зростання температури. Якщо на місце знаку диференціала підставити величину падіння температури, то знак "-" у рівнянні повинен зникнути. Коефіцієнти теплопровідності є величинами, характерними для даного матеріалу, значення яких зазвичай зводять у таблиці. Якщо у будівництві використовується багатошарова перегородка, то формула має дещо складніший вигляд:

$$K_j = \prod_i (\chi_i)^{v_i} \left(\frac{P}{P_0} \right) \sum_i v_i, \quad (2)$$

де значення s_i та λ_i стосуються окремих шарів;

- **конвекція**, що пов'язана з теплопередачею від рідини до повітря (або навпаки) залежно від температурного розкладу. Потік тепла, що передається шляхом конвекції, розраховують за рівнянням Ньютона:

$$\ln(K_{P,T}) = \ln(K_{P,T^0}) + f(T). \quad (3)$$

де a – коефіцієнт теплопроникності.

Залежно від механізму транспортування тепла, під час конвекції цей

коефіцієнт визначають із критеріальних рівнянь. Їх вигляд залежить від механізму конвекції; у випадку внутрішніх приміщень йдеться про природну конвекцію, а для умов, які панують зовні будинку – про природну конвекцію або примусову, якщо надворі вітер. Спростити розрахунок потоку тепла крізь будівельні перегородки допомагають коефіцієнти теплопроникності, зведені у таблицю у вигляді теплових опорів теплопроникності (зворотні значення коефіцієнтів теплопроникності);

• **випромінювання**, що пов'язане з теплопередачею електромагнітними хвилями. Потік тепла, що передається шляхом випромінювання до поверхні з температурою T_2 від поверхні площею A_1 з температурою T_1 , визначають за формулою:

$$\ln K = -\frac{\Delta G_T^0}{RT}, \quad (4)$$

де $\varepsilon_{1,2}$ – взаємна емісійність поверхні, σ – стала Стефана.

На практиці механізм теплопередачі від поверхні до рідини (або навпаки) є досить складним.

Отже, теплопередача від внутрішнього повітря до атмосферного як процес теплопроникнення визначають за формулою:

$$\sum_{j=react} \bar{h}_{f,i}^0 = \sum_{i=prod} n_i (\bar{h}_{f,i} + \Delta \bar{h}_{T,i}) \quad (5)$$

де k – коефіцієнт теплопроникнення, який для плоскої перегородки визначають за рівнянням:

$$\ln(K_{P,T}) = \ln(K_{P,T^0}) + f(T). \quad (6)$$

де a_1 й a_2 – коефіцієнти теплопроникнення до приміщення і назовні. Якщо перегородка багат шарова, то

$$\ln(K_{P,T}) = \ln(K_{P,T^0}) + f(T). \quad (7)$$

Часто ця формула має інший вигляд:

$$\Delta G_T^0 = \sum_i v_i \Delta \bar{g}_{f,T,i} \quad (8)$$

де R – тепловий опір, що визначається як обернена величина до коефіцієнта

теплопроникнення.

За нормою PN-ISO 6946 приймають такі значення опору теплопроникнення:

- внутрішні поверхні
 - потік тепла догори $0,10 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$
 - горизонтальний потік тепла $0,13 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$
 - потік тепла донизу $0,17 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$;
- зовнішні поверхні (незалежно від напрямку) – $0,04 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

Тривалий час втрати тепла крізь зовнішні перегородки будинку вважалися єдиним мірилом енергетичної якості будинку. Поступово в нормах підвищувалися вимоги до будівельних систем, змінювалися граничні нормативні коефіцієнти теплопроникності для зовнішніх стін будинку:

- до 1966 р. $k = 1,16\text{-}1,40 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$
- 1966-1985 рр. $k = 1,16 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$
- 1986-1992 рр. $k = 0,75 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$
- від 1993 р. $k = 0,55 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$
- від 1998 р. $k = 0,30 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

Останнє граничне значення вже подається разом із граничним значенням коефіцієнта теплопроникнення, тобто норма вже містить поняття граничного значення сезонної теплової потреби для опалення будинку.

Граничний показник сезонної теплової потреби для опалення будинку обчислюється залежно від коефіцієнта форми A/V , причому:

- A – сума площ всіх зовнішніх стін (разом із вікнами і балконними дверима), дахів, перекриттів, підлог на ґрунті, перекриттів над пивницями, що не обігріваються, перекриттів над проїздами, які відділяють опалювану площу.

Чималі можливості застосування системи для збору і використання атмосферних вод існують на об'єктах громадського користування і торгово-сервісних, які найчастіше відзначаються великими площами дахів і значною потребою у воді невисокої якості. Це можуть бути, наприклад, криті стадіони [69], спортивні зали, торгові зали, крамниці й склади значної площі [70]. У більшості випадків дощові води характеризуються незначною твердістю та підвищеним вмістом слабких кислот, переважно вугільної. Це впливає на корозійні властивості води,

тож для виконання систем необхідно застосовувати матеріали, стійкі до корозії. В Японії системами збору дощових вод обладнано криті стадіони в Токіо, Фукуока і в Нагоя, площі дахів яких складають відповідно 28592, 50000 і 33000 м². Дощівка з дахів після відповідного очищення скеровується до змивного обладнання на поливання газонів на стадіонах. Натомість у кухнях і ванних кімнатах використовується вода кращої якості з міської водопровідної мережі. На рисунк Система збору дощової води використовується також в аеропорту Дрездена. Дощівка збирається з площі 4,5 га дахової поверхні й накопичуються у трьох резервуарах загальним об'ємом 870 м³. Система забезпечує водою зливні баки терміналу аеропорту та протипожежну систему.

На рисунку 4 представлено схему системи для очищення і використання дощових вод. Очищення відбувається на ситі та у відстійнику, вода з якого відводиться до накопичувального резервуару, звідки за допомогою гідрофору подається до санітарних приладів у будинку.

У сучасній фаховій літературі багато уваги надається вентиляції у багатоповерхових будинках, адже цей процес може відповідати навіть за 60% втрат тепла після теплової модернізації.

На жаль, цей факт часто ігнорується енергетичними аудиторами, що зазвичай пояснюється відсутністю місця в будинках для системи централізованої механічної вентиляції з відбором тепла (рекуперацією). Герметичні вікна, які нині повсюдно встановлюють, – один із факторів підвищення вологості внутрішнього повітря, наслідком чого є виникнення грибків, посилення захворюваності мешканців тощо. Цю ситуацію поглиблює широке застосування газових кухонних плит, котрі додатково підвищують вміст водяної пари у помешканні. Саме тому газові кухонні плити не слід встановлювати у будинках.

У нашій свідомості побутує стереотип, що газова кухонна плита є дешевшою в експлуатації та продуктивнішою від електричної.

Давайте розглянемо цей постулат. У книзі Квашнінга (Quaschniga) 'Regenerative energiesysteme' наведено інформацію про об'єм первинної енергії,

необхідний для доведення до кипіння 1 л води на газовій і електричній плитах.

Кухонна газова плита (за Квашнінгом):

- ефективність плити – 34,6%;
- втрати у транспортній мережі – 10%.

Для нагрівання води енергією 97 Вт·год потрібно

$97 / (0,35 \cdot 0,9) = 311$ Вт·год первинної енергії.

Електрична газова плита (за Квашнінгом):

- ефективність плити – 55,4%;
- ефективність процесу виробництва електроенергії – 34%. L

Для нагрівання води енергією 97 Вт·год потрібно

$97 / (0,554 \cdot 0,34) = 515$ Вт·год первинної енергії.

Отже, аналізуючи результати порівняння, на перший погляд здається, Щ газова кухонна плита набагато ефективніша від електричної.

Електрична кухонна плита в сучасних умовах

Ефективність електричних пристроїв з часом значно зростає: плита з керамічним покриттям, – 65%, індукційна піч – 90%, електричний чайник – 94%. Крім того, більшість електростанцій у багатьох країнах працює в асоційованому (об'єднаному) циклі з виробництвом тепла, тому продуктивність виробництва енергії сягає навіть 80%.

Якщо для нашої попередньої калькуляції приймемо, що ефективність виробництва струму становитиме лише 75% і ефективність електричного нагрівального приладу – 80%, то для нагрівання води енергією 97 Вт·год потрібно $97 / (0,8 \cdot 0,75) = 162$ Вт·год первинної енергії.

Різниця значна – для нагрівання води на електричній плиті потрібно удвічі менше первинної енергії, ніж на газовій.

Нагрівальні прилади у закритих приміщеннях

Порівняння Квашнінга є академічним прикладом ситуації, що розглядається без врахування інших чинників середовища, які впливають на споживання енергії в аналізованому процесі. В реальних умовах слід зважати на умови вентиляції приміщення, в якому працює нагрівальний пристрій. Нормативна кількість повітря для вентилявання приміщень, обладнаних газовими плитами, становить 70 м³/год, електричними – лише 30 м³/год.

Тут слід зазначити, що 70 м³/год повітря – це мінімальний необхідний об'єм. Результати багатьох досліджень і вимірювань *in situ* (на місці) вказують на необхідність подачі 200 або навіть 300 м³/год повітря до приміщень, в яких працюють одночасно три або чотири газові пальники. Дуже часто, попри інтенсивну вентиляцію, токсичні гази (наслідок спалювання природного газу), проникають до приміщень, розташованих навколо кухні, погіршуючи стан здоров'я мешканців.

Приклад кухні з газовою плитою

Втрати тепла:

- з природною вентиляцією

$$70 \text{ м}^3 \cdot 0,34(20-4) \cdot 24 \text{ год} = 9,14 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба};$$

- через вікно

$$1,6 \text{ м}^2 \cdot 2,8 \text{ Вт/м}^2\text{К} \cdot (20-4) \cdot 24 \text{ год} = 1,72 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба}.$$

Разом: 10,86 кВт·год/доба.

Додаткове тепло:

- додаткове внутрішнє надходження тепла – 4 кВт·год/доба

(лише в процесі приготування їжі

$$0,11 \cdot 24 = 2,64 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба});$$

- від інсоляції (схід або захід)

$$1,6 \text{ м}^2 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба} = 0,86 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба}.$$

Разом – 4,86 кВт·год/доба.

Згідно з дослідженнями і нормами (наприклад французькими), внутрішнє і

додаткове сонячне тепло в умовах природної вентиляції використовується тільки на 40%. Тому фактичне тепло, яке затримується в помешканні, для візованого випадку складає 2 кВт·год/доба.

Повний баланс надходження тепла та його втрат складатиме:

$$10,86 - 2 = 8,86 \text{ кВт}\cdot\text{год/доба}.$$

Отже, навіть за мінімальної вентиляції приміщення, в якому є газова плита, втрати енергії на обмін повітря у чотири рази перевищують об'єм енергії, необхідний для приготування їжі.

Тут слід додати, що поширена сьогодні практика заміни вікна в кухні дала б можливість зменшити втрати тепла до 7,9 кВт·год/доба.

Приклад кухні з електричною плитою та рекуператором вентиляційного повітря

Відмова від газових кухонних приладів радикально спрощує функціонування приміщення. Зникає небезпека витоку газу із системи та неповного згорання газу з емісією оксидів вуглецю та азоту. Повітрообмін на рівні 30 м³ на годину можна забезпечувати за допомогою локального пристрою, який відбиратиме тепло із потоку повітря, що видаляється.

Тут варто окремо наголосити, що пікова потужність електричної кухонної плити може знизитися без дискомфорту користування нею. Водночас зменшаться потреби в енергетичній потужності для помешкання і знизиться оплата за електроенергію. Заміна газової кухонної плити на електричну може спричинити необхідність у заміні кабелів живлення, але найчастіше такий захід і так є обов'язковим у зв'язку зі зміною будівельних норм.

Втрати тепла:

- з механічною вентиляцією

$$30 \text{ м}^3 \cdot 0,34 \cdot 0,3 (20-4) \cdot 24 \text{ год} = 1,18 \text{ кВт}\cdot\text{год/доба};$$

- через вікно

$1,6 \text{ м}^2 \cdot 2,8 \text{ Вт/м}^2\text{К} \cdot (20-4) \cdot 24 \text{ год} = 1,72 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба}.$

Разом – 2,9 кВт·год/доба.

Додаткове тепло:

враховуючи, що тепер весь об'єм повітря проходить через теплообмінник рекуператора, можна вважати, що додаткове внутрішнє і сонячне тепло використовується повністю.

Разом – 4,86 кВт·год/доба.

Повний баланс втрат тепла і додаткового тепла складе

$4,86 - 2,9 = 1,96 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба}.$

Загальна перевага електричної плити порівняно з газовою складає

$8,86 + 1,96 = 10,82 \text{ кВт} \cdot \text{год/доба}.$

Наведені дані є середніми для опалювального сезону. Тому можна помножити добові результати на весь сезон тобто на 250 діб, що склад $250 \cdot 10,88 = 2720 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ протягом опалювального сезону.

Економічний аспект

До фінансового балансу не включаємо вартість прокладання нових електричних кабелів, оскільки цей захід не потрібний у нових будинках, старих він є обов'язком згідно з нормами. Для заміни газової кухонної плити на електричну приймаємо середню ринкову ціну пристроїв цього 800 PLN.

У наведених вище енергетичних балансах не відзначається підвищення вартості експлуатації електричної плити. Додаткова незначна оплата за електроенергію компенсується відсутністю оплат за спожитий природний газ. Отже, фінансовий баланс заміни газової кухонної плити на електричну виглядає так:

- встановлення рекуператора в систему вентиляції – 1000 PLN;
- вартість заміни газової плити на електричну – 800 PLN.

Разом – 1800 PLN.

Енергетичний "прибуток"

2720 кВт·год протягом опалювального сезону x

$\times 0,2 \text{ PLN/кВт}\cdot\text{год} = 544 \text{ PLN}$ щороку.

Простий час окупності вкладених коштів

$$1800:544 = 3,3 \text{ роки.}$$

Фінансовий баланс виглядає дуже привабливо. Крім того, слід додати користь для здоров'я людей завдяки відсутності газових приладів. Лікування отруень, алергій та інших захворювань, спричинених продуктами згорання, потребує чималих коштів.

Розрахунок сезонної потреби в теплі

Методика обчислення сезонної потреби в теплі (кінцевій енергії) для опалення житлових будинків під час типового опалювального сезону за розрахункових значень температури внутрішнього повітря і потоку вентиляційного повітря регулюється У Польщі нормою PN-B-02025.

Сезонна потреба в теплі для обігріву будинків під час типового опалювального періоду визначається за різницею між тепловтратами і обсягом тепла, що надходить до будинку (відповідно до розрахункової температури внутрішнього повітря та запроектованої величини потоку вентиляційного повітря), а також зовнішньою температурою і величиною сонячного випромінювання, які відповідають середнім багаторічним умовам.

Типовий опалювальний сезон характеризується багаторічними середніми місячними і річними значеннями температури зовнішнього повітря, повного сонячного випромінювання на поверхнях різної орієнтації. Важливим параметром є показник теплової потреби як частка від загальної потреби в теплі для корисної площі опалюваного будинку.

Відповідно до загальних тенденцій, зараз впроваджується нова вимога для новобудов, в яких показник теплової потреби має бути нижчим від граничного значення, залежного від відношення A/V , де:

- A – сума площ всіх поверхонь зовнішніх стін (разом із вікнами і балконними дверима), дахів і дахових перекриттів, підлог на ґрунті або перекриття над пивницею, що не обігривається, та перекриття над проїздами

(що відділяють опалювану частину будинку від зовнішнього повітря), які обчислюються по зовнішньому контуру;

- V – сума об'ємів опалюваних житлових приміщень та опалюваних приміщень на піддашші або в пивниці, зменшена на кубатуру окремих сходових кліток, ліфтових шахт, відкритих ніш, лоджій і галерей. Показник сезонної теплової потреби для опалення будинку складає (кВт·год/м³):

Модернізація будинків

На наші запитання відповів засновник виробничого об'єднання "Наше тепло" та розробник обігрівачів серії "Наше Тепло" Антипенко Юрій Вікторович.

– *Розкажіть, будь ласка, як виникла ідея розробки мармурових обігрівачів серії "Наше Тепло"?*

– Принцип отримання інфрачервоного теплового потоку полягає у раціональному використанні природної властивості мармуру – цей природний камінь перетворює теплову енергію, отриману з будь-якого джерела, в інфрачервоне випромінювання. Співвідношення інфрачервоного випромінювання до конвекції від мармурового обігрівача розподіляється як 85% до 14% і близько 1% внутрішніх втрат. Ця унікальна властивість мармуру використовується людством вже багато століть. Ми також скористалися саме цією властивістю мармуру плюс красою натурального каменю. Нами випробувані різноманітні способи нагрівання мармуру і врешті-решт були застосовані декілька технічних рішень з використанням різновидів резистивного елемента.

– *Чи можна використовувати обігрівачі "Наше Тепло" як основну систему опалення?*

– Так, саме цією метою ми і керувалися при розробці. І як допоміжна система обігрівачі зарекомендували себе цілком успішно. На жаль, не всюди централізоване тепло подається до споживачів у повному обсязі та без перебоїв. "Наше Тепло" – автономна, повністю автоматична система опалення. З нею споживач завжди забезпечить заданий комфортний мікроклімат, навіть коли вона використовується як допоміжна.

– *За якими показами і якими приладами задасться необхідна температу-*

ра у приміщенні?

- За допомогою електронних термостатів, змонтованих у кожному приміщенні, причому кожне приміщення обігривається автономно – шляхом регулювання температури відповідно до іншого житлового простору.
- ***На приміщення якого призначення орієнтовані ваші обігривачі?***
- Наші системи опалення добре зарекомендували себе у приміщеннях практично будь-якого типу й призначення, включно з житловими, громадськими, виробничими тощо. Головною особливістю приміщення повинен бути фактор енергозбереження. Якщо цей параметр щодо приміщення дотримується на високому рівні, – ми у свою чергу гарантуємо високі економічність і ефективність обігриву.
- ***Якщо приміщення не відповідає нормам енергозбереження, як бути в цьому випадку?***
- Нічого страшного в цьому немає. Останнім часом ми встановили багато обігривачів саме в приміщеннях подібного типу. Це квартири у старих забудовах. Отримано пристойні споживчі результати. Наші фахівці точно виконають розрахунок системи опалення і для таких приміщень. Щоправда, на початку експлуатації фіксуватиметься дещо підвищена витрата енергії, – поки приміщення не вийде на відповідний режим за рівнем вологості.
- ***Як довго триватиме нормалізація вологості приміщення ?***
- В кожному конкретному випадку по-різному. Все залежить від матеріалів, з яких виконано стіни, стелі, підлоги приміщень, їхньої товщини і рівня вологості. Суб'єктивно це може бути сухе приміщення, але практика переконує: масиви стін майже всіх старих приміщень відзначаються високим рівнем зволоженості (волога в них накопичувалася десятиріччями), що надає їм підвищеної теплопровідності, зумовлюючи чималі тепловтрати, розвиток грибків на внутрішніх поверхнях стін, гниття підлог біля плінтусів та інші негативні явища. В наш час існує ряд сучасних приладів – тепловізорів, які дають змогу наочно простежити ці процеси.
- ***На чому ґрунтуються аспекти ефективності й економічності мармуро-***

вих обігрівачів?

– Це стосується будь-яких інфрачервоних джерел тепла, включно з традиційними камином і російською піччю. Справа в тому, що інфрачервоний потік витісняє "точку роси" від внутрішніх поверхонь стін у напрямку до зовнішніх, висушуючи при цьому масив стін, і таким чином перетворюючи останній у теплоізолятор. Це перший постулат економічності. Від чого залежить тривалість процесу висушування, я вже зазначив вище. Традиційній конвекційній системі опалення це не під силу, оскільки в цьому випадку тепло передається у приміщення за посередництвом повітряної маси, а повітря – поганий теплопровідник, тож і процес висушування конвекцією буде досить тривалим, а в деяких випадках – і неможливим. Є ще одна неабияка ознака, що відрізняє мармурові обігрівачі від усіх інших. Справа в тому, що довжина хвилі інфрачервоного потоку, випромінювана мармуром, практично збігається з довжиною хвилі, випромінюваної людським організмом. При цьому отримання людиною тепла ^{B1}Д інших інфрачервоних джерел, що працюють в інших хвильових діапазонах, супроводжується захисною реакцією організму в разі тривалого впливу на нього. Звідси – дискомфорт. При експлуатації мармурових джерел тепла повний комфорт досягається вже при 18°C. Згадайте літо: ваше тіло, потрапляючи під безпосередні сонячні промені, навіть за невисокої температури повітря відчуває комфортне тепло. І що відбувається при потраплянні у тінь? Відомо також, що подальше підвищення температури у приміщенні на 1°C зумовлює витрату будь-якого енергоносія до 7%. А конвекційне тепло забезпечує комфорт мінімум при 20°C. Це ще один постулат економічності.

- **Будинок плюс** – будинок, енергетичний баланс якого є додатнім, тобто кількість енергії, яку отримуємо в будинку (в тому числі й від фотоелектричної комірки або іншого відновлюваного джерела), більша від його власної енергетичної потреби.

Одним із важливих чинників зменшення потреби будинку в теплі є ефективна

вентиляція. Механізм втрат тепла внаслідок видалення використаного повітря і надходження свіжого, є досить складним. За відсутності активної вентиляційної системи (власне так і будували в Польщі до початку 90-х років) повітря рухається під впливом природної конвекції. Свіже повітря надходить у приміщення крізь нещільності у вікнах або, у випадку свідомого провітрювання, крізь відкриті вікна й двері. Аналогічно відбувається рух повітря у вентиляційних каналах без механічних пристроїв. За природної конвекції рух повітря спричиняється різницею температур, яка впливає на густину повітря. Це дуже складний механізм, який важко описати математично. Контролювати ступінь повітрообміну також вкрай складно. Крім того, в розрахунках (особливо якщо є дані реального споживання енергії у будинку) зазвичай беруть до уваги кратність повітрообміну, однак не завжди це виправдано.

Тому потрібно влаштовувати вентиляцію з механічною приводною системою. Для новобудови варто ще на етапі проектування передбачити систему збору використаного повітря і систему регенерації для забезпечення свіжим повітрям цілого будинку. Перевагою такої системи є можливість відбору значної кількості тепла зі спожитого повітря і передачі його свіжому повітрю. У сучасних теплообмінниках можна відбирати від 60 до 80% тепла з використаного повітря. Середньорічні показники зазвичай дещо менші.

Отже, перешкоджають зменшенню енергоємності будинку передусім тепло-втрати крізь вікна й двері та втрати тепла зі спожитим вентиляційним повітрям.

3.3 Кошторис автономної станції з дизель-генератором

Інші умови

- Справа в тому, що за певних, особливих, експлуатаційних умов може вийти з ладу, тобто "перегоріти", будь-який електричний прилад. Якщо у звичайному обігрівачі перегорить лінійний металевий провідник, то у зоні перегорання утвориться електрична дуга з локальною температурою понад 10000°C. У нашій конструкції застосовано резистивний шар з лавсану, на який нанесено вуглець

за допомогою тефлону. Його оплавлення відбувається при температурі 250°C. За такої температури повністю виключається загорання матеріалів, з яких виконано обігрівачі. Крім того, на мармуровій основі закріплено термічний вимикач з температурою спрацьовування 100°C. Номінальний тепловий баланс обігрівачів становить 85°C, однак для додаткового захисту від перегріву цей вимикач включений в електричне коло кожного серійного обігрівача. Клас виконання обігрівачів – II з подвійним контуром ізоляції.

– ***Ваші технічні рішення запатентовані?***

– Так, застосовані технічні рішення захищені п'ятьма патентами на винахід, з них два патенти – Російської Федерації, два – України. Оригінальний нагрівальний елемент окремо захищений патентом України на винахід.

– ***Багато питань виникає у споживачів стосовно експлуатаційних характеристик Вашої продукції. Зокрема, наскільки великою є потужність системи опалення із мармуру порівняно з електричними прототипами?***

– Якщо подивитися оком пересічного користувача та відволіктися від конкретики фізичних величин, то порівняно з найближчим прототипом – оливним обігрівачем потужністю 2,2 кВт, розрахованим на обігрів приміщення в 14 м², із цим завданням легко упорається інфрачервоний мармуровий обігрівач потужністю 730 Вт. Розрахункова ж інсталяційна потужність дорівнює 50 Вт/м² за висоти стелі 2,65 м. Загальна потужність системи опалення з розрахунку на 100 м² площі обігріву становитиме 5 кВт (!) – і це зовсім не надприродне чудо.

– ***Скільки електроенергії необхідно для підтримки комфортної температури у приміщенні?***

– У нашій кліматичній зоні й у середній смузі Росії для приміщень у житлових будинках із глиняної цегли цей показник становить максимально 48 кВт/м² на рік. У новому будівництві за енергозберігаючими технологіями цей показник значно нижчий. Наприклад, витрата електроенергії в дерев'яному котеджі порівнює 22 кВт/м² на рік. Виконавши нескладні арифметичні розрахунки,

можна визначити витрату за весь опалювальний сезон. Давайте зробимо це разом для вже згаданої квартири площею 100 м² з висотою стелі 2,65 м, побудованої за сучасними технологіями і яка характеризується середнім коефіцієнтом тепловтрат (не найвищим). Загальна інсталяційна потужність всієї системи опалення складе 5 кВт (100 м² x 50 Вт/м²). Система за весь опалювальний сезон працюватиме близько 900 год. Загальна витрата електроенергії на опалення складе:

$$4500 \text{ кВт} \times 24,36 \text{ коп./кВт} = 1096 \text{ грн за рік.}$$

Якщо приміщення утеплене за вищим рівнем, – витрата енергії буде значно меншою. У дерев'яному котеджі за сезон "згорає" 2200 кВт – за такої самої площі приміщень.

– Якими ще перевагами, порівняно з традиційними системами опалення, відзначаються обігрівачі серії "Наше Тепло"?

– Крім очевидних економічних переваг, тепловий потік, випромінюваний мармуровою плитою, відрізняють його лікувальні властивості (відомі людству від сивої давнини), що зазначено у відповідних висновках фахівців із різних країн. Відсутність повітряних потоків, які переносять текстильний та інший пил у приміщенні, надають такому обігріву особливий статус, – астматики й люди, що страждають на алергію, гідно оцінять цю особливість мармурових обігрівачів. Такі системи опалення не потребують ані котельні й комунікацій, ані водяних трубних контурів. Практика свідчить: обігрівачі можна монтувати у цілком готових до експлуатації чи проживання приміщеннях, жодним чином не завдаючи їм шкоди. Завдяки "променистим" властивостям, мармурові обігрівачі можна беззастережно встановлювати у верхній частині приміщення і навіть на стелі, – дизайнерські можливості не обмежені. Обігрівачі сертифіковані як побутові прилади, що уможлиблює їх використання без усіляких дозволів і проектів. Згідно із сертифікатом, це обігрівачі тривалого використання, що працюють без нагляду. Отже, ви можете залишати житло на будь-який час, навіть тривалий, не хвилюючись про наслідки відключення. Підкреслюю, система автоматично увійде у заданий вами режим. Складно переоцінити

переваги, які дає застосування обігрівачів "Наше Тепло" у місцях, далеких від газифікації, та в установах, які потребують високого рівня температурної стабільності й пожежобезпечності.

– ***Кожний технічний продукт має свої переваги й недоліки. Чи є недоліки у Ваших обігрівачів?***

– Звичайно ж, є. Так, від цієї системи опалення неможливо забезпечити безпосереднє гаряче водопостачання. Раніше ще одним недоліком ми вважали високу, на перший погляд, первісну вартість системи опалення. Але час зміну ринок. Зараз питома вартість систем традиційного опалення в капітальному будівництві таких міст як Донецьк, Харків, Луганськ та в інших обласних центрах України коливається від \$106 до \$125 на 1 м² житлових та інших приміщень. Це – вартість системи зі звичайними водяними контурами, трубами, радіаторами, центральними котельнями й іншою "атрибутикою". Скориставшись нашим видом обігріву, користувач має можливість отримати практично в кожному приміщенні індивідуальну систему опалення максимум за 55 €/м² приміщень, причому звільнившись у подальшому від будь-якого обслуговування самої системи. Вартість установки гарячого накопичувального водопостачання складає не більше 5% від вартості власне системи опалення. Ми даємо цю знижку клієнтові при покупці системи опалення з розрахунку від 100 м², виключаючи з порядку денного основний недолік.

– ***Яким є діапазон потужностей серійних мармурових панелей "Наше Тепло"?***

– ***Які сорти мрамору використовуються в конструкції обігрівачів?***

– Як серійні – грецькі сорти Volakas, Viktoree.

– ***Чи можна виготовляти обігрівачі з інших сортів мрамору та з іншими геометричними розмірами?***

– Так, звичайно. Ми передбачили сітку розцінок на індивідуальні замовлення практично будь-якої колірної гами мрамору та відповідно до індивідуальних розмірів від замовника. Наша технологія дає змогу забезпечувати нагрівання поверхонь практично будь-яких геометричних форм, включно з плоскими

фігурами обертання і кутових форм. Це можуть бути мармурові панно, зокрема й мозаїчні з керамікою, елементи декору тощо. Для таких виробів виготовляються вальні елементи відповідних потужностей на індивідуальне замовлення.

Таблиця 7. Геометричні розміри, електричні показники й розрахункові площі обігріву наведено у таблиці.

Найменування	Тип	Розміри, см	Потужність, Вт	Площа обігріву, м ²	Сорт мармуру	Температура, °С
Мармуровий обігрівач	НТ 20	30x60x2	220	4	Volakas	85
Мармуровий обігрівач	НТ 30	50x50x2(3)	310	6	Volakas	85
Мармуровий обігрівач	НТ 40	50x75x2(3)	420	8	Volakas	85
Мармуровий обігрівач	НТ 40м	120x30x3	400	7	Volakas	85
Мармуровий обігрівач	НТ 60	100x50x3	580	11	Volakas	85
Мармуровий обігрівач	НТ 70	120x50x3	730	14	Volakas	85

Альтернативні системи опалення

Безупинне зростання цін на викопні види палива змушує шукати альтернативні, більш дешеві й відновлювані джерела енергії. Як вже зазначалося, можна з успіхом використовувати тепло "відпрацьованого" повітря (яке у старих традиційних будинках просто викидається в атмосферу), тим більш що цей процес суттєво покращує енергетичний баланс.

Можливостей використання енергії довкілля – дуже багато. Проте через низький енергетичний рівень досі ними ніхто не цікавився. Застосування теплових pomp довело, що джерела тепла навіть із малою додатною температурою можна використовувати для опалення житлових будинків.

Такими джерелами можуть бути:

а) вода, зокрема

- ґрунтові води,
- поверхневі води,

- стічні води;

- б) ґрунт;

- в) повітря;

- г) сонячна енергія.

Важливим і водночас складним завданням під час роботи системи центрального опалення є підтримка сталих параметрів, адже потреба в теплі упродовж опалювального сезону змінюється. Продуктивність теплових pomp під час роботи в таких умовах буде нижчою. Найбільша стабільність характерна для підземних вод, дещо менша – для ґрунту і найменша – для повітря. Тому помпи тепла рідко застосовують як моновалентні системи; найчастіше системи опалення живляться від двох джерел тепла. Важливий аргумент на користь теплових pomp – мінімальна емісія в атмосферу двоокису вуглецю – одного з головних чинників парникового ефекту. Визначаючи можливості раціоналізації споживання енергії, варто врахувати енергетичні витрати на виготовлення матеріалу для майбутньої системи опалення. В ході досліджень виявилось, що з таких позицій мідь є найменш вигідним матеріалом. У Західній Європі вже застосовуються малі системи для одночасного виробництва тепла й електроенергії. Досвід переконує, що застосовувати такі системи у будинках з низькою енергетичною потребою дуже вигідно, особливо з огляду на сучасні екологічні вимоги.

Йдеться про гідродинамічний нагрівач води. Метод, покладений в основу принципу його дії, полягає у тому, що гаряча вода акумулюється в достатній кількості та нагрівається протягом ночі (нагрівач постійно працює вночі), а вдень її можна використовувати. Вдень накопичена вода циркуляційною помпою малої потужності скеровується в систему опалення та гарячого водопостачання. Контроль параметрів системи та регулювання її роботи здійснюється за допомогою блока керування з використанням тритарифного лічильника.

Гідродинамічний нагрівач ТЕК – це пристрій нового типу, який не має аналогів у світі. Температура рідини в ньому нарощується без нагрівальних

елементів – лише за рахунок перетворення енергії рідини, що рухається, в теплову. Нагрівач однаково ефективний як для опалення приміщень і нагріву води в системі гарячого водопостачання, так і для нагрівання будь-яких інших рідин (хімічних розчинів і нафтопродуктів).

Новий спосіб тепlopостачання дає змогу зменшити витрати енергії на 25...40%.

Висновки

Незначний світловий потік, обмежена кількість кольорів істотно звужували сфери використання світло діодів для освітлення. Але останнім часом конструкція і технологія виготовлення цих приладів настільки вдосконалились, що їх можна розглядати як новий вид джерел світла з високою світловіддачею. Вирішено проблеми одержання будь-яких кольорів випромінювання. Отже, світлодіоди починають використовуватись як ефективний засіб освітлення.

1. Необхідно (і саме це повинно стати визначальним фактором) оцінити енергетичну ефективність, тобто енергозберігаючий ефект від такої утилізації. Якщо її енергетична ефективність не буде нижчою за 2,0, що наближено відповідає енергетичній ефективності фанкойлів (з урахуванням витрат енергії на роботу їх чилерів), то застосування таких водяних охолоджувачів повітря можна визнати енергетично доцільним
2. Якщо ж цей показник перевищить рівень 4,5-5,0, що відповідає коефіцієнту перетворення теплових pomp – безперечних лідерів енергозберігаючої кліматотехнічної продукції, – доведеться саме цим охолоджувачам віддати пальму першості серед енергозберігаючої кліматотехнічної техніки та докласти максимум зусиль для їх широкого впровадження на реальних об'єктах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Осейко М. І. Технологія рослинних олій : підруч. / М. І. Осейко – К. : Варта, 2006. – 280 с.
2. The Importance of Cooling Pellets in Quality Feed Processing [Electronic resource]: – Regime of access: <https://www.yemmak.com/en/the-importance-of-cooling-pellets-in-quality-feed-processing>
3. Andersson D. Mathematical Model for Countercurrent Feed Pellet Cooler [Electronic resource] / David Andersson, Daniel Johansson // Master of Science Thesis. – Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2008 – Regime of access: <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/68101.pdf>.
4. Група компаній ICK Group [Електронний ресурс] : Олієжирова галузь – Технологія гранулювання перед екстракцією – Режим доступу: <https://ick.ua/industries/olijno-zhyrova/>
5. Bortone E. Matching product to cooling process [Electronic resource] – Regime of access: https://www.feedstrategy.com/wp-content/uploads/2019/09/3-12_Matching_product_to_cooling_process.pdf
6. Юхименко М. П.: Конвективне охолодження гранульованих та зернистих матеріалів : монографія. / М. П. Юхименко, Р. О. Острога., Й. Боцко – Суми : Університетська книга, 2021. – 152 с.
7. Масліков М.О. Система охолодження крупки перед подаванням до екстрактора / М.О.Масліков, М.М.Масліков // Наукові праці УДУХТ. –2001. – №10.– С. 29–30.
8. Пешук, Л.В. Перспектива розробки спеціальних продуктів харчування на м'ясній основі [Текст] / Л.В. Пешук, О.П. Карпенко // *Мясной бизнес*. - 2005. - №2. -С. 14-15.

9. Закон України про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини зі змінами [Текст] www.zps.com.ua. 2005р.
10. Шаззо, Р.И. Функциональнѣе продукты питания [Текст] / Р.И. Шаззо, Г.И. Касьянов. - М.: Колос. - 2000. - 248 с.
11. Jemenez - Colmenero, F. Healthiner Lipid formulation approaches in meat - based functional foods. Technogical options for, replacement of meat fats by non - meat fats [Text] / F. Jemenez - Colmenero // *Trends Food Sci. and Technol.* - 2007. - V. 18. - P. 567-578.
12. Buttriss, J. Hanging on the coat tails of the obesity epidemic: will metabolic syndrome be the next public health crisis and does nutrition have a role in its prevention? [Text] / J. Buttriss // *J. Sci. Food Agricul.* - 2006. - V. 86. - P. 2285-2289.
13. Chung-Yen, C. A nutrition and health perspective on almonds. [Text] / C. Chung-Yen, K. Lapsley, J. Blumberg // *J. Sci. Food Agricul.* - 2006. - V. 86. - P. 2245-2250.
14. Astley, S. B. The European Nutrigenomics Organisation: linking genomics, nutrition and health research [Text] / Sian B. Astley, Ruan M. Elliott // *J. Sci. Food Agricul.* - 2007. - V. 87. - P. 1180-1184.
15. Lionel, B. Lipid nutrition and eye health. [Text] / B. Lionel, A. Niyazi, B. Olivier, B. Alain, C. Catherine // *Lipid Technol.* - 2010. - V. 22. - P. 130-133.
16. Полумбрик, М. О. Вуглеводи в харчових продуктах та здоров'я людини [Текст] / М. О. Полумбрик . - К.: Академперіодика. - 2011. - 487 с.
17. Пищевая химия [Текст] / [А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.]; под. ред. А.П. Нечаева. - СПб.: ГИОРД. - 2007. - 640 с.
18. Доценко, В.А. Теоретические и практические проблемы питания здорового и больного человека [Текст] / В.А. Доценко // *Вопросы питания.* - 2004. - №6. - С. 36-39.