

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет): ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра: Електропостачання та енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

(підпис)

Блаженко С.І.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Балюта С.М.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2025р.

« ____ » _____ 2025р.

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

з спеціальності: 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

(шифр та назва напряму підготовки (спеціальності))

на тему: **Ефективність використання сумісних схем відновлюваних джерел енергії в системах розсередженої генерації.**

Виконав: здобувач групи ЕЛ-4-3 Фесенко Олександр Миколайович _____
(прізвище та ініціали)

Керівник професор Серьогін О.О. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Грищенко А.Г. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій дипломній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2025 р

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 8 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	08.04.2025 р	
2	Розгляд роботи променевих джерел енергії.	12.04.2025 р.	
3	Опис роботи сонячних колекторів	15.04.2025 р.	
4	Дослідження параметрів сонячних колекторів	17.04.2025 р.	
5	Дослідження можливостей водонагрівачів	22.04.2025 р.	
6	Дослідження паливних геліосистем постачання будівель.	27.04.2025 р.	
7	Сучасні підходи до енергозабезпечення автозарядних станцій.	30.04.2025 р.	
8	Аналіз фотоелектричних елементів та їх можливостей	05.05.2025 р.	
9	Використання сонячних панелей для зарядки електромеханічних засобів пересування	10.05.2025 р.	
10	Профіль електричного навантаження	14.05.2025 р.	
11	Аналіз електричного навантаження споживачів	18.05.2025 р.	
12	Визначення ємності акумуляторних батарей і їх кількості	24.05.2025 р.	
13	Здача роботи на перевірку.	30.05.2025 р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Фесенко О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Серьогін О.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Фесенко Олексій Миколайович. Дипломна робота на тему :
« Ефективність використання сумісних схем відновлюваних
джерел енергії в системах розсередженої генерації.»

Національний Університет Харчових Технологій, Київ -2025
141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 5 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проекту становить 95 сторінок .

Метою даної роботи було зрозуміти, що таке сонячні батареї, ефективність використання сумісних схем зрозуміти як використовуються і де використовуються. Проаналізовано сучасний стан розвитку сонячних панелей, дано короткий опис електростанції для легких електроциклів. Представлені дані про сонячної інсоляції на плоску поверхню, визначено оптимальний кут нахилу фотомодулів, а також складено профіль навантаження споживача, виконаний розрахунок і обґрунтування сонячної електростанції для гарантованого безперебійного живлення зарядних пристроїв станції.

Ключові слова : енергія сонця, сонячні колектори, комунальне господарство, відновлювальні джерела енергії, екологія енергетики.

ABSTRACT

Fesenko Oleksiy Nikolaevich. Thesis on the topic:
"Effectiveness of using compatible schemes of renewable energy
sources in distributed generation systems."

National University of Food Technologies, Kyiv -2025

141. Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and
electromechanics.

The attached explanatory note consists of an introduction, 5 chapters and a list of references. The project volume is 95 pages.

The purpose of this work was to understand what solar panels are, to understand how they are used and where they are used. The current state of development of solar panels is analyzed, a brief description of the electric charging station for light electric cycles is given.

Data on solar insolation on a flat surface are presented, the optimal angle of inclination of photomodules is determined, and also the profile of loading of the consumer is made, calculation and substantiation of solar power plant for the guaranteed uninterruptible power supply of chargers of station is made.

Keywords: solar energy, solar collectors, utilities, renewable energy sources, energy ecology.

Зміст

Вступ.....	8
1. ЕНЕРГІЯ СОНЦЯ.....	14
1.1. Сонячне випромінювання.....	15
1.2. Пряме випромінювання.....	20
1.3. Розсіяне випромінювання.....	23
2. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА.....	26
2.1. Нагрівання енергією сонця.....	26
2.2. Конструкція і функціонування.....	30
2.2.1. Колектори з плоскими пластинами.....	30
2.2.2. Евакуйовані колекторні трубки.....	35
2.2.3. Лінійні колектори фокусування.....	36
2.3. Температура стагнації.....	41
2.4. Потужність сонячного колектора.....	41
2.4.1. Максимальна потужність.....	41
2.4.2. Розрахункова потужність.....	42
2.4.3. Встановлена потужність.....	42
2.5. Продуктивність сонячного колектора.....	42
2.6. Площа колектора.....	44
2.7. Вибір типу колектора.....	45
3. СОНЯЧНІ УСТАНОВКИ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .	49
3.1. Сонячний нагрів води.....	49
3.1.1. Водонагрівачі з природною циркуляцією води.....	51
3.1.2. Водонагрівальні установки з примусовою циркуляцією води.....	56
3.2. Системи сонячного постачання будівель.....	64
3.3. Паливні геліосистеми постачання будівель.....	68
4. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	71

4.1. Фотоелектричні елементи і їх види.....	72
4.1.1. Фотоелементи з монокристалічного кремнію.....	73
4.1.2. Фотоелементи з полікристалічного кремнію.....	73
4.1.3. Фотоелементи з аморфного кремнію.....	74
4.2. Переваги сонячних панелей.....	75
4.3. Використання сонячних панелей для зарядки електромеханічних засобів пересування.....	79
5. РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....	81
5.1. Профіль електричного навантаження.....	81
5.2. Аналіз електричного навантаження споживачів.....	81
5.3. Перерахунок сонячної енергії і вибір оптимального кута установки сонячних панелей.....	84
5.4. Визначення ємності акумуляторних батарей і їх кількості	88
ВИСНОВКИ	94
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95

ВСТУП

Енергетика є тією галуззю економіки, яка є індикатором рівня розвитку виробництва, науки і країни в цілому. Людство за всю історію свого існування витратило приблизно 950 трлн кВт / год енергії всіх видів, причому 2/3 від цього доводиться на останні 30 років. Тому проблема освоєння нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії стає все більш актуальною. Нетрадиційні поновлювані джерела енергії включають сонячну, вітрову, геотермальну енергію, біомасу і енергію Світового океану. В останнє десятиліття інтерес до цих джерел енергії постійно зростає, оскільки в багатьох відносинах вони необмежені.

Потенційні можливості енергетики, заснованої на застосуванні безпосередньо сонячного випромінювання, надзвичайно великі. Використання всього 0,0005% енергії Сонця могло б забезпечити всі сьгоднішні потреби світової енергетики, а 0,5% - повністю покрити потреби на перспективу.

Сонячна енергія це енергія, яка надходить від сонячного світла і тепла. Сонячна енергія дуже корисна. Ми можемо з'ясувати, як можна зробити штучний фотосинтез, використовуючи сонячну енергію в есе про сонячну енергію. Сонячна енергія поновлюваний ресурс; Поновлювані ресурси відносяться до природних ресурсів, які завжди доступні.

У 2012 році одне з енергетичних агентств також заявило, що буде здійснено довгострокове відшкодування за рахунок розширення технологій з розумною ціною, безмежною та чистою сонячною енергією. Це також підвищить енергетичну безпеку країни. Переваги, які люди отримують від сонячної енергії, є глобальними. Він також сказав, що енергію слід витратити розумно і її потрібно широко використовувати.

Сонячна енергія забезпечує ще дві енергії, які є потенційною та тепловою енергією. Ці дві енергії також дуже важливі. Ми повинні дати людям знати про ці теми, ми повинні порадити кожному переглянути твір про сонячну енергію, щоб вони могли знати різні види відновлюваної енергії. Сонячне випромінювання оточене термофермами Землі, океанами - які охоплюють 71% світу - та атмосферою. Гаряче повітря випаровується з Світового океану, що викликає циркуляцію атмосфери. Теплова енергія пояснюється теплом або зміною температури. Теплові течії або вода у ванні, яка природно гаряча або гаряча. Ми можемо використовувати сонячні теплові

технології для нагрівання води тощо. Щоб допомогти людям дати більше інформації на цю тему, ми повинні попросити їх знайти нариси сонячної енергії.

Нині також виготовлено багато сонячних водонагрівачів, які є дуже важливими. Ця система сонячної енергії також сприяє економії електроенергії. Оскільки це зменшує використання сучасних машин, для роботи яких потрібна електрична потужність. Крім того, це запобігає вирубці лісів, оскільки людям не потрібно рубати дерева, щоб нагріти воду. І багато інших причин теж.

Сонце - джерело енергії дуже великої потужності. Всього 22 дні сонячного сяйва за сумарною потужністю, що приходить на Землю, рівні всім запасам органічного палива на планеті. На практиці сонячна радіація може бути перетворена в електроенергію безпосередньо чи опосередковано. Непряме перетворення може бути здійснено шляхом концентрації радіації за допомогою стежачь дзеркал для перетворення води в пару і подальшого використання пара для генерування електрики звичайними способами. Така система може працювати тільки при прямому освітленні сонячними променями. Пряме перетворення сонячної енергії в електричну може бути здійснено з використанням фотоелектричного ефекту. Елементи, виготовлені зі спеціального напівпровідникового матеріалу, наприклад силікону, при прямому сонячному опроміненні виявляють різницю в вольтажі на поверхні, тобто наявність електричного струму.

Сонячна енергія може бути використана для тепlopостачання (гарячого водopостачання, опалення), сушки різних продуктів і матеріалів, в сільському господарстві, в технологічних процесах у промисловості.

Найбільш ефективними технологіями використання біомаси в біоенергетиці є пряме спалювання; піроліз; газифікація; анаеробна ферментація з утворенням метану; виробництво спиртів і масел для отримання моторного палива.

Технології використання біомаси постійно вдосконалюються, забезпечуючи отримання енергії в придатній для споживача формі й з максимально можливою ефективністю.

У загальному випадку енергія з органічних відходів отримується або фізичними, або хімічними чи мікробіологічними методами.

Фізичним методом енергію отримують шляхом спалювання органічних відходів.

Основою хімічного метода є використання процесів піролізу і газифікації.

Найрозповсюдженішим у світі є мікробіологічний метод безвідходного виробництва – отримання біогазу анаеробним зброджуванням. Дуже цінним продуктом виробництва біогазу є отримання високоякісних органічних добрив.

Біоконверсія та ферментація органічних відходів є основними світовими трендами в питаннях енергетики на біомасі та альтернативної енергетики взагалі. Сьогодні багато уваги в усьому світі прикуто до технологій, що дозволяють отримувати альтернативні енергоносії з відновлюваних джерел. З цієї точки зору Україна, в зв'язку з розвиненим аграрним сектором, перебуває в дуже вигідному становищі, так як має всі передумови для розвитку енергії на біомасі. Впровадження новітніх технологій для розвитку альтернативної енергетики надасть Україні можливість зробити рішучий крок на шляху до енергетичної незалежності.

Світові тенденції в цьому напрямку показують, що розвиток альтернативної енергетики це довготривалі, але вигідні інвестиції в майбутнє. Багато країн в усьому світі в умовах світової економічної кризи, так як і Україна, переживають гостру нестачу власних енергоносіїв та захмарну вартість їх на зовнішньоекономічних ринках. В зв'язку з цим, як ніколи, гостро постає питання про пошук альтернативних шляхів для досягнення енергетичної, і як наслідок, економічної стабільності.

Історично склалося так, що Україна завжди була розвиненою аграрною країною і “житницею Європи”, тому саме в Україні було б доцільно впроваджувати енергетику на біомасі. Агропромисловий комплекс України продукує значну кількість органічних відходів, які є прекрасною сировиною для переробки з подальшим отриманням альтернативних джерел енергії.

Одним з найоптимальніших шляхів переробки біомаси являється біоконверсія. Застосування біоконверсії при метануванні органічної сировини дозволяє переробляти будь-які органічні відходи і отримувати в результаті альтернативне джерело енергії - біогаз і високоякісне біодобриво. Тому використання технології метанування є вкрай важливим і дозволяє вирішити проблему використання шкідливих хімічних добрив та нестачі викопних енергоносіїв. Дана технологія може бути застосована для переробки органічних відходів всіх галузей агропромислового комплексу: сільськогосподарської продукції агрокультур (якщо не використовується на корм, або як підстилка в

тваринництві), відходи переробного виробництва сільськогосподарської продукції - лущиння [соняшника](#), [гречки](#), [рису](#) (хоча інколи застосовують на виробництві як місцеве паливо), відходи тваринництва, лісопереробки, харчової промисловості, стічних вод та органічної складової твердих побутових відходів (відсортованих, без неорганічних домішок, та домішок неприродного походження), бурякового жому (якщо не використовується як корм для ВРХ).

На цукрових заводах України щорічно при переробці буряків утворюється близько 7 мільйонів тон жому.

Спорудження біогазової установки не потребує виділення окремої території, так як для цих потреб може бути використана територія на якій знаходяться жомові ями.

Поряд з цукровими заводами є можливість побудувати станції для біологічної обробки відходів виробництва (жом і бадилля буряка) і отримувати з них біогаз та органічні добрива.

Цукровий завод являється одним із найскладніших, як з технологічної так і з технічної точки зору, виробництв. Виробництво цукру є складним технологічним процесом, що потребує значних затрат енергії. Основним джерелом енергії для цукрових заводів, за незначними винятками, являється природний газ, який Україна змушена купувати за кордоном, так як власний видобуток не здатний покривати ростучі потреби промисловості. Вартість газу досить сильно впливає на вартість цукру, тому першочерговою є задача зменшення споживання газу та використання енерго- та ресурсощадних технологій.

На сьогоднішній день перед цукровими заводами України стоїть багато ключових завдань, вирішення яких покаже чи в змозі галузь крокувати у ногу з часом. Так як Україна має плани по виходу на світові ринки зі своєю продукцією, то в цукровій галузі потрібні колосальні зрушення в плані модернізації виробництва та застосування енергоощадних технологій задля зниження впливу вартості енергоносіїв на вартість кінцевої продукції. Вартість цукру напряму залежить від вартості і кількості спожитого палива для виготовлення тонни цукру.

Іншим ключовим питанням для цукрових заводів є питання подальшого використання жому. З розвитком тваринництва в Україні і світі неодноразово було доведено, що вологий жом, який отримується на заводі після обробки бурякової

стружки в дифузійному апараті, не являється найкращим видом корму для великої рогатої худоби, так як не придатний для тривалого зберігання без втрати своєї харчових властивостей. Безперечно дану проблему вирішує наявність жомосушильного комплексу на підприємстві, але такі комплекси є всього на декількох цукрових заводах в Україні. І навіть ті хто мають жомосушильні комплекси не поспішають їх використовувати на повну потужність, так як основним джерелом енергії для такого комплексу є все той же природній газ, ціна якого робить таке виробництво малорентабельним.

В даній роботі пропонується один з найбільш прогресивних варіантів вирішення обох зазначених вище проблем – будівництво біогазового комплексу з використання технології біоконверсії для метанування жому разом з відходами АПК з отримання біогазу, який буде спалюватися на ТЕЦ цукрового заводу. Застосування даної технології для переробки різних органічних відходів є загальноприйнятою практикою в багатьох країнах світу. Тільки в Європі загальна кількість біогазових установок перевищує 11 тисяч штук. Такі установки широко застосовуються як для переробки відходів агропромислового комплексу так і для переробки органічної складової побутових відходів. Використання біогазових установок для переробки бурякового жому знаходиться на початковому етапі, кількість таких установок в Європі не більше 10 штук. Тому дана тематика є актуальною для всього світу і тим паче для України.

Отримуючи з біомаси біогаз, з'являється можливість використовувати його на потреби підприємства. Так, з 1 м³ біогазу, залежно від вмісту метану, можна виробити від 1,5 до 2,2 кВт електроенергії [1]¹. При виробництві електричної енергії також отримується і теплова енергія, яку також можна направити на потреби підприємства.

Продуктом метанового бродіння є не тільки біогаз, а й цінне, висококонцентроване, позбавлене нітритів, насіння бур'янів, хвороботворної мікрофлори органічне добриво [2]². Випробування показують, що використання даного добрива збільшує врожайність в 2-4 рази.

Виробництво біогазу дозволяє так само запобігти викидам метану в атмосферу, зниженню застосування хімічних добрив, скорочення навантаження на ґрунти.

Правова частина даного питання досить погано врегульована, але принаймні в Україні вже затверджена Постанова Верховної Ради України «Про проект розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2010 року» а також «Проект національної енергетичної програми України до 2010 року». За цими проектами частка нетрадиційних і поновлювальних джерел в загальних об'ємах виробництва електричної енергії повинна складати не менше 8%, що може забезпечити економію в об'ємі 7,1 млн. тонн умовного палива щорічно. Окрім того ще в серпні 1994р. Верховною Радою України було прийнято Закон про енергозбереження, яким передбачено комплекс державних програм з енергозбереження та впровадження альтернативних джерел енергії, а в червні 1995р. був підписаний наказ про створення Державного комітету з енергозбереження. Згідно з вищезгаданими документами використання відходів харчових виробництв та сільськогосподарської продукції для отримання біогазу в якості палива слід відносити до сучасних технологій виробництва нетрадиційних джерел енергії з метою енергозбереження.

Також згідно «Концепції державної цільової науково-технічної програми виробництва і використання біологічних видів палива», прийнятою Кабміном, частка біопалива у загальному балансі країни у 2014 році повинна була збільшитись до 5 – 7%. Але обсяги потрібного фінансування (біля 7,5 млрд грн.) та можливі джерела їх надходження, головним чином, за рахунок державного та місцевих бюджетів не дозволили реалізувати ці планів.

При спорудженні біогазового комплексу, що працюватиме на відходах цукрового заводу, з'являється реальна можливість не лише значно скоротити витрати на енергію, але і підвищити ефективність підприємства, отримати додатковий прибуток, а також утилізувати органічні відходи.

РОЗДІЛ 1. ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГІЯ СОНЦЯ

Сонячна енергія, випромінювання від Сонця, здатне виробляти тепло, викликаючи хімічні реакції або генеруючи електрику. Загальна кількість сонячної енергії, що трапляється на Землю, значно перевищує поточні та очікувані енергетичні потреби у світі. Якщо його правильно використати, це сильно розсіяне джерело має потенціал для задоволення всіх майбутніх потреб в енергії. Очікується, що в XXI столітті сонячна енергія стане все більш привабливою як відновлювальне джерело енергії через невичерпне постачання та незабруднюючий характер, на відміну від кінцевого викопного палива, вугілля, нафти та природного газу.

Біогаз - суміш газів, що утворюється при анаеробному розкладанні біомаси, і використовується як паливо.³⁴⁵ До складу біогазу входить 55-70% метану, 27-44% вуглекислого газу, по 1% водню і сікководню, незначні кількості азоту, аміаку, ароматичних та галоген-ароматичних вуглеводнів.

Основним джерелом біогазу є органічні відходи: відходи тваринництва, відходи АПК, тверді побутові відходи (ТПВ) і т.д.

Як джерело енергії біогаз одержують у спеціальних установках – метантенках (іноді говорять «тенк», використовується й термін «метатенк»), або анаеробних колонах. Їх обладнують на підприємствах, фермах, полігонах ТПВ або у вигляді малих (односімейних) біогазових установок. Будуються й окремі великі заводи. Використовують біогаз як паливо для виробництва тепла або пари, електроенергії або в якості моторного палива. Застосування біогазу особливо ефективно в масштабах великих агропромислових комплексів, де досягається повний екологічний цикл.

³Наказ від 05.04.2007р. №121 "Про затвердження Правил з технічної експлуатації полігонів твердих побутових відходів"

⁴Закон від 14.01.2000р. №1391-XIV "Про альтернативні види палива"

⁵Наказ від 01.12.2010р. №435 "Про затвердження Правил експлуатації полігонів побутових відходів"

1.1. Сонячне випромінювання

Сонячне випромінювання - це основне джерело енергії, яке визначає клімат Землі та підтримує життя. Змінність цього випуску, безумовно, впливає на нашу планету. За останні два десятиліття досягнуто величезного прогресу в розумінні мінливості сонячного опромінення. Космічні вимірювання показують, що загальне сонячне опромінення змінюється в різні часові масштаби - від хвилин до сонячного циклу.

Виробництво біогазу економічно вигідно й екологічно доцільно, особливо при переробці постійного потоку відходів – відходів харчової промисловості, стокиїв тваринницьких ферм, боєнь, рослинних відходів. У зв'язку із цим виробництво біогазу одержало широке поширення в країнах Європи (Німеччина, Данія, Швейцарія), США й Азії (Китай, Індія, В'єтнам).

Проблема біогазу в Україні має відносно давню історію в порівнянні з іншими видами біопалива – біодизелем і біоетанолом. В 80-ті роки на піку росту вітчизняної біотехнології були прийняті Постанови Уряду СРСР про виробництво біогазу з органічних сільськогосподарських відходів, стокиїв і твердих побутових відходів. Розроблялися питання теорії, здійснювалися практичні кроки, але далі дослідних зразків справа не просунулася: біогаз був в 5 раз дорожче природного й синтетичного газу. Піонером у розробці біогазових установок був Запорізький конструкторсько-технологічний інститут сільськогосподарського машинобудування. Однак “післяперебудовний період” практично повністю прирвав до припинення робіт у цьому напрямку. Лише останнім часом, коли світовий прогрес у даній області став занадто очевидний і економічно й екологічно успішний, у нашій країні почали приділяти увагу цьому питанню.

Є відомості, що в Україні працюють близько 40 установок для одержання біогазу на невеликих фермах, харчових підприємствах і полігонах ТПВ. Також функціонує багато індивідуальних біогазових установок на 50–200 кг органічних відходів у день, що дозволяють одержувати 2,5–12 м³ біогазу.

По даним 90-х років, у російському тваринництві й птахівництві утворювалося близько 150 млн. тонн органічних відходів. Були проведені розрахунки, згідно з

якими можна одержати з них близько 60 млрд. м³ метану, при спалюванні якого може бути вироблено 190 млрд. кВтч електроенергії. Крім того, при цьому виробляється 140 млн. тонн добрив, що відрізняються від гною наявністю зв'язаних азоту й фосфору, відсутністю гельмінтів, патогенної мікрофлори, насіннями бур'янів і іншими корисними властивостями.

Згідно з розрахунками і прогнозами Європейського союзу, енергетичний потенціал України по виробництву біогазу з біомаси сатновить 17,8 млрд м³ в рік потенціал для щорічного виробництва біогазу в об'ємі 90 млрд. м³. А щорічні потреби споживання в Україні становлять близько 40 млрд м³ природного газу (2015 рік).

Основними компонентами біогазу є CH₄ і CO₂, співвідношення яких залежить від використовуваного субстрату й характеристик процесу бродіння (температури, часу перебування маси в реакторі, завантаження робочого простору). Поряд із цими найважливішими компонентами біогаз містить незначні кількості H₂ і H₂S, а також N₂(табл. 1.1).

Наведені в таблиці 1 фізичні властивості біогазу дозволяють будувати висновки про можливості його практичного використання й необхідні для цього пристосування. Об'ємна теплота згорання (Q_v) визначається в основному вмістом CH₄, оскільки незначні кількості H₂ і H₂S на цей показник практично не впливають. Відповідно температура займання й межа займистості теж залежать від вмісту CH₄. При з'ясуванні можливості скраплення газової суміші необхідно враховувати критичні значення тиску й температури окремих її компонентів (див. табл. 1). Ці значення показують, що скраплення біогазу практично недоцільно. При використанні біогазу слід враховувати різницю в щільності окремих його компонентів. У прохідних невентильованих приміщеннях це може привести до небезпечного для життя людей нагромадження CO₂ і H₂S у нижніх шарах повітря. Крім того, скупчення CH₄ пов'язане з небезпекою вибуху [2]⁶.

⁶Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

Теплотворна здатність біогазу 22–24 тис. кДж/м³, або 5500 ккал/м³. Один кубометр біогазу еквівалентний 0,6 м³ природного газу, 0,7 л мазуту, 0,4 л бензину, 3,5 кг дров [1]⁷.

Кліматичні моделі показують, що загальні коливання сонячного опромінення можуть становити значну частину зміни температури атмосфери Землі в доіндустріальну епоху. Протягом 20 століття відносний вплив на зміни температури значно зменшився. Це означає, що інші джерела сонячної активності, а також внутрішні та техногенні причини сприяють мінливості температури Землі, особливо колишній у ХХ столітті.

Поставлено кілька дуже складних питань, що стосуються загальних коливань сонячного опромінення та клімату: чи загальні зміни сонячного опромінення від циклу до циклу добре представлені сонячними плямами та змінами очей? Чи завжди параметри загального сонячного опромінення паралельно циклу сонячної активності? Чи є довготривала зміна загального сонячного опромінення і тісно пов'язана з цим, чи є постійним загальним сонячним випромінювання випромінювання тихого сонця? Якщо не існує тривалої тенденції зміни коливань загального сонячного опромінення, то нам потрібні посилення механізмів загального сонячного опромінення для врахування хороших кореляцій між загальним сонячним опроміненням та кліматом. Останнє, оскільки спостережувані зміни загального сонячного опромінення не мають наслідків при впровадженні в сучасні кліматичні моделі. Датчик сонячного випромінювання вимірює сонячну енергію від сонця.

Спектр сонячного випромінювання (на рис. 1.1) близький до спектру чорного тіла з температурою близько 5800 К. Близько половини випромінювання знаходиться у видимій короткохвильовій частині електромагнітного спектру. Інша половина здебільшого знаходиться в ближній інфрачервоній частині, частина - в ультрафіолетовій частині спектру.

Одиницями виміру є Вт на квадратний метр.

⁷Василов Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. – 2007. – Т. 3. – № 2. – 61 с.

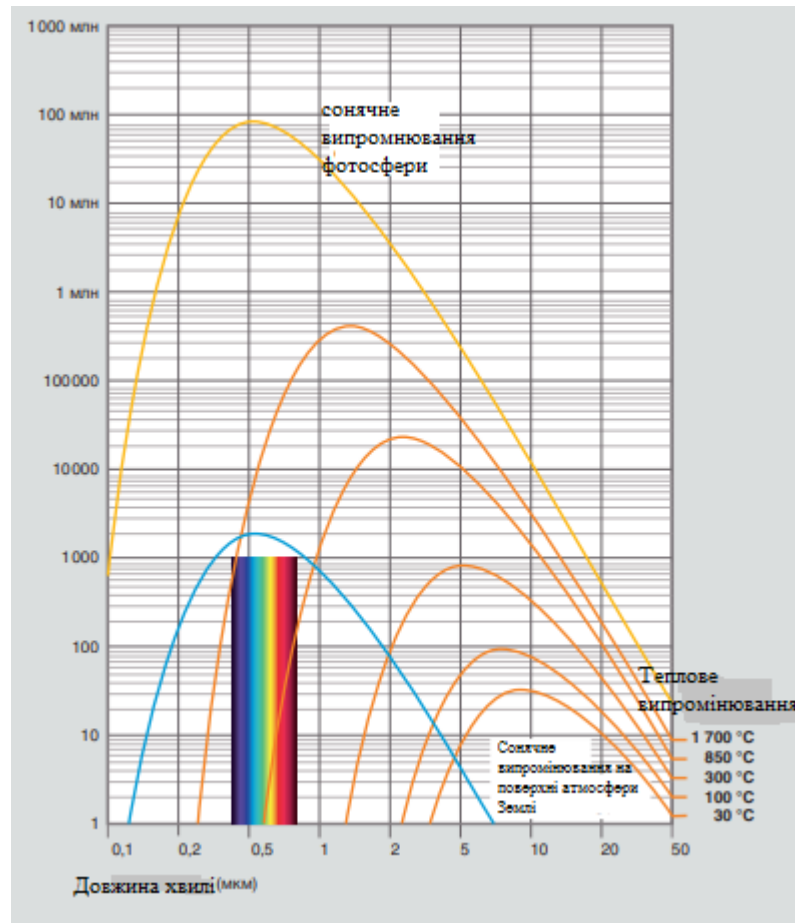


Рис.1.Спектральний розподіл сонячного і інфрачервоного випромінювання.

Пристрій, як правило, використовується в сільськогосподарських додатках і використовується для розрахунку евапотранспірації. Евапотранспірація (ЕТ) - сума випаровування та транспірації рослин із земної та океанічної поверхні в атмосферу. Випаровування спричиняє рух води до повітря з таких джерел, як ґрунт, перехрест навісів та водні тіла. Транспірація пояснює рух води всередині рослини і подальшу втрату води як пари через продири в її листках. Евапотранспірація - важлива частина водного циклу. Елемент (наприклад, дерево), який сприяє випароперетворюванню, можна назвати евапотранспіратором.

Як вимірюється сонячне випромінювання?

Цикли довжин хвиль вимірюються в нанометрах (нм) від піку до піку. Чим коротша довжина хвилі, тим більше енергії вона має. Синє світло має більше енергії, ніж червоне світло.

Сонячне випромінювання вимірюється в довжинах хвиль або частоті. По мірі подорожі світла хвилею довжина хвилі визначається як відстань від піку до піку і вимірюється в нанометрах (нм). Частота визначається як цикли довжини хвилі в секунду і виражається в герцах (Гц). Діпазони з меншою довжиною хвилі виробляють більш високі частоти. Аналогічно, чим довша довжина хвилі, тим довше знадобиться цикл, який виробляє меншу частоту.

Енергія довжини хвилі (зображена на рис 1.2) збільшується з частотою і зменшується з розміром довжини хвилі. Іншими словами, коротші довжини хвилі енергичніші, ніж довші. Це означає, що ультрафіолетове випромінювання більш енергійне, ніж інфрачервоне випромінювання. Завдяки цій додатковій енергії короткі довжини хвиль, як правило, завдають більше шкоди, ніж довгі хвилі 16. Чим більше енергії має довжина хвилі, тим легше порушити молекулу, яка її поглинає. Ультрафіолетове світло (який має найвищу енергію) може спричинити пошкодження ДНК та інших важливих клітинних структур.

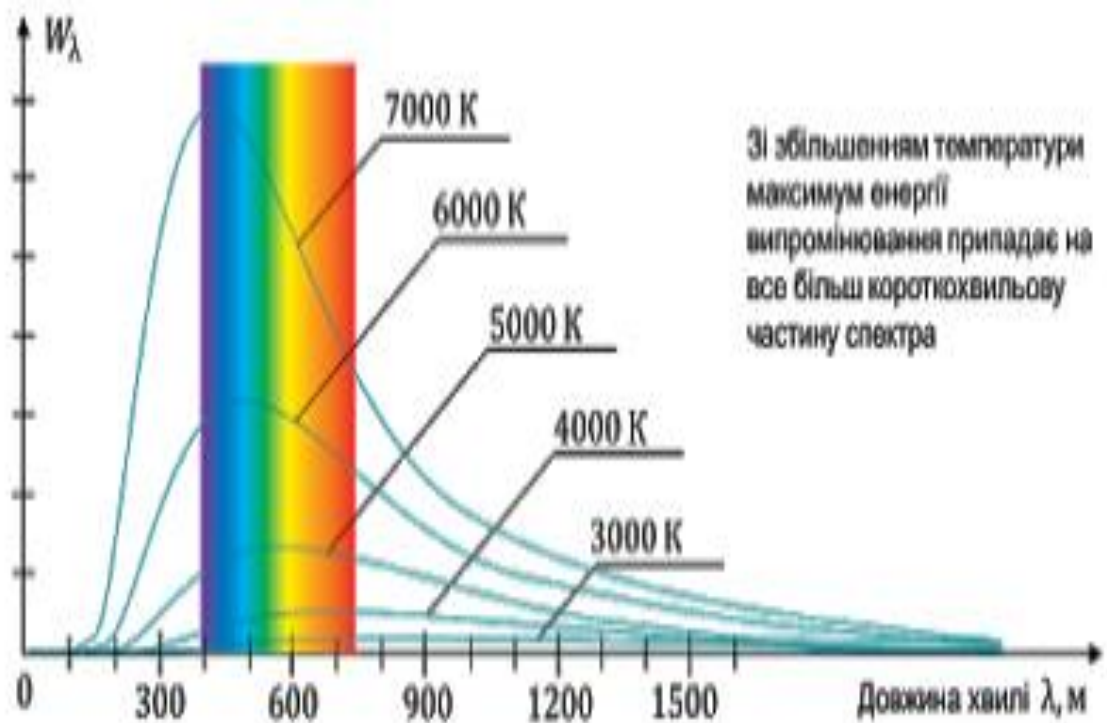


Рис. 1.2 – Енергія довжини хвилі

1.2. Пряме випромінювання

Пряме випромінювання визначається як випромінювання, яке не зазнало розсіювання в атмосфері, так що воно спрямоване в напрямку, що йде від диска Сонця.

Пряме випромінювання проти дифузного випромінювання

"Пряме випромінювання" також іноді називають "променевим випромінюванням" або "прямим променевим випромінюванням". Він використовується для опису сонячної радіації, що рухається по прямій лінії від сонця до поверхні Землі.

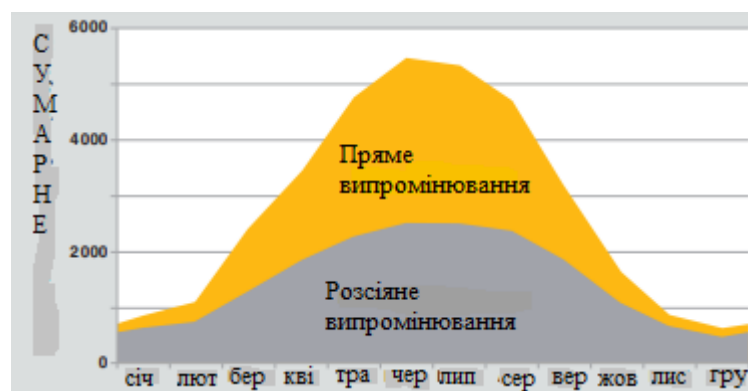
"Дифузне випромінювання", з іншого боку, описує сонячне світло, яке було розсіяне молекулами і частинками в атмосфері, але все-таки прийшло до поверхні Землі.

Пряме випромінювання має певний напрямок, але дифузне випромінювання просто йде будь-яким шляхом. Тому що, коли випромінювання пряме, промені рухаються в одному напрямку, об'єкт може перекрити їх усі відразу. Ось чому тіні утворюються лише при блокуванні прямого випромінювання.

Співвідношення прямого до дифузного випромінювання

Коли небо чисте і на ньому дуже високе сонце, пряме випромінювання становить близько 85% загальної інсоляції, що вражає землю, а дифузне випромінювання - близько 15%. Оскільки сонце на небі сходить нижче, відсоток розсіяного випромінювання продовжує підніматися до тих пір, поки він не досягне 40%, коли сонце знаходиться на 10° над горизонтом.

Атмосферні умови, як хмари та забруднення, також збільшують відсоток розсіяного випромінювання. У надзвичайно похмурий день майже 100% сонячної радіації - це дифузне випромінювання. Взагалі кажучи, чим більший відсоток дифузного випромінювання, тим менша загальна інсоляція (на рис 1.3. показана інсоляція в Германії).



Мал.1.3. Інсоляція в Германії

Пряме / дифузне співвідношення змінюється залежно від широти та клімату. Відсоток випромінювання неба, який є дифузним, набагато більший у високій широті, більш місцях, ніж у нижній широті, у сонячних місцях.

Крім того, частка загальної радіації, яка є дифузним випромінюванням, має тенденцію бути вищою взимку, ніж влітку в цих більш широких, більш місцях. Навпаки, найсонячніші місця мають менше сезонні зміни співвідношення між дифузним та прямим випромінюванням.

Однак, оскільки дифузне випромінювання, як правило, досить рівномірно розподілено по всьому небу, найбільше дифузне випромінювання збирається, коли ваші сонячні батареї лягають горизонтально.

Чим крутіше ваші сонячні панелі нахилені, тим менше неба перед ними, і тим більше дифузного випромінювання неба, яке вони пропускають. Якщо, наприклад, ваші сонячні колектори нахилені під кутом 45° , вони звернені в сторону приблизно від чверті неба і збирали б лише близько трьох четвертих дифузного випромінювання на небі.

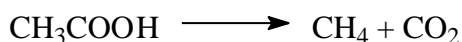
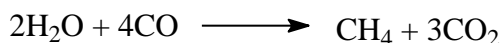
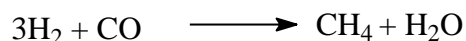
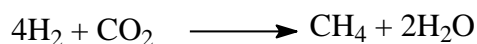
Однак, оскільки пряме випромінювання набагато інтенсивніше, ніж дифузне випромінювання, кількість випромінювання, пропущеного нахиленими сонячними панелями, як правило, більше, ніж компенсується додатковим випромінюванням, отриманим при відстеженні Сонця.

На першій стадії під впливом екстрацелюлярних ферментів зазнають ферментативному гідролізу складні полівуглецеві сполуки — білки, ліпіди і полісахариди. Разом з гідролітичними бактеріями функціонують і зброджувальні мікроорганізми, які ферментують моносахариди та органічні кислоти.

На другій стадії(ацидогенез) у процесі ферментації беруть участь дві групи мікроорганізмів: ацетогенні та гомоацитогенні. Ацидогенні H_2 -продукуючі мікроорганізми ферментують моносахариди, спирти й органічні кислоти з утворенням H_2 , CO_2 , нижчих жирних кислот, в основному ацетату, спиртів і деяких інших низькомолекулярних сполук. Деградація бутирату, пропіонату, лактату з утворенням ацетату відбувається при спільній дії ацидогенних H_2 -продукуючих і H_2 -утилізуючих бактерій. Гомоацитатні мікроорганізми засвоюють H_2 і CO_2 , а також деякі

одновуглецеві сполуки через стадію утворення ацетил-КоА і перетворення його в низькомолекулярні кислоти, в основному в ацетат.

На заключній третій стадії анаеробного розкладання органічних сполук утворюється метан. Він може синтезуватися через стадію відновлення CO_2 молекулярним воднем, а також з метильної групи ацетату. Деякі метанові бактерії здатні використовувати в якості субстрату форміат, CO_2 , метанол, метиламін і ароматичні сполуки:



90-95% використуваного вуглецю метаногенеруючі бактерії перетворюють у метан і лише 5 — 10% вуглецю перетворюються в біомасу. У літературі є дані про здатність метаногенеруючих бактерій в анаеробних умовах одночасно синтезувати й окисляти метан [4]⁸.

1.2. Розсіяне випромінювання

1.3.

Тоді розсіяне випромінювання - це випромінювання, яке зазнало процесів розсіювання в атмосфері. На практиці часто зручно ставитися до випромінювання, яке зазнало лише процесів розсіювання вперед разом з нерозсіяним випромінюванням, і таким чином визначати пряме і розсіяне випромінювання як випромінювання, що виходить або не йде від напрямку Сонця. Площа диска навколо Сонця, що

⁸Егорова Т.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.

використовується для визначення прямого випромінювання, часто вибирається способом залежно від застосування (наприклад, твердий кут приймання для оптичного пристрою, побудованого для прямого вимірювання). У будь-якому випадку, визначене таким чином "пряме випромінювання" буде містити розсіяне випромінювання з досить невеликими кутами відхилення, завдяки кінцевому твердому куту диска Сонця. Для того, щоб внести зміни в спектральний розподіл за рахунок проходження через атмосферу, показано кількість випромінювання, що вижило на рівні моря за ясний день із Сонцем у зеніті. Велика кількість ліній поглинання та смуг поглинання видно в низькочастотній частині спектру (відповідно довжині хвиль вище $0,7 \times 10^{-6}$ м). Вони обумовлені H_2O , CO_2 , O_2 , N_2O , CH_4 та іншими, незначними складовими атмосфери. На більш високих частотах переважають смуги безперервного поглинання, зокрема, O_3 . Приблизно $0,5 \times 10^{-6}$ м, часткове поглинання O_3 призводить до занурення в спектр і нижче довжини хвилі $0,3 \times 10^{-6}$ м (ультрафіолетова частина спектру) або частоти вище $9,8 \times 10^{14}$ с⁻¹, поглинання озоном практично завершено.

Ферментативні бактерії являють собою складну суміш багатьох видів бактерій, більша частина яких є облигатними анаеробними бактеріями. Наявність таких бактерій не виключає одночасно присутності значної кількості факультативних анаеробних бактерій, подібних до стрептококів і кишкових бактерій. Домінуючими організмами можуть бути анаеробні мезофіли типу *Bacteroides*, *Clostridium*, *Butyrivibrio*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* і багато інші. Ізольовані термофіли часто являють собою спороутворюючі анаеробні мікроорганізми, що належать до роду *Clostridium*, однак у вигрібних ямах екскрементів великої рогатої худоби були виявлені головним чином грамнегативні анаеробні бактерії, що не утворюють спори.

Полісахариди, подібно до целюлози, геміцелюлози, пектину й крохмалю, гідролізуються до цукрів і олігосахаридів, які потім під діями бактерій ферментуються в різні продукти (мал. 1.2).



Мал.1.4

Сумарна сонячна радіація (Q) представляє собою сукупність прямої сонячної радіації, що знаходиться безпосередньо від сонячної енергії та розсіяної радіації (лучаста енергія, розсіяна облака та самої атмосфери). Суммарне випромінювання при безоблачному небі (вогнева радіація) залежить від широкотисць, високої сонячності, характеру підстилаючої конфліктності та прозорості атмосфери, тобто від вмісту в ней нейрозолей і водяного пара. Збільшення вмісту аерозолей приводить до зменшення прямих радіацій та збільшення частоти рассеянной. Останні виникають також при збільшенні альbedo підстилаючої достовірності. Доля розсеяної радіації в суммарній при безоблачному небі становить 20-25%. Розподіл по територіях Росії місячних і годових сум суммарної радіації при безоблачному небі прийшов у таблицю у вигляді осреднених по широкому значенню. У всіх сезонах року сумми суммарної радіації возрастають із севера на юг у відповідності з виміром високої сонячної енергії.

Исключення справжнього періоду з травня по липні, коли сочетание великої тривалості довжини і високої сонячної зони забезпечує досить високі знання суммарної радіації на севері. Отже, значення сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню при безхмарному небі (приведено в таблиці 1.1).

Місяць	Географічна широта град. с.ш.							
	40	44	48	52	56	60	64	68
Січень	89	73	58	46	31	19	10	—
Лютий	116	101	90	75	61	47	37	31
Березень	178	168	160	147	130	113	113	78
Квітень	203	201	195	188	181	170	163	158
Травень	248	242	239	236	233	229	230	224
Червень	249	247	245	244	243	244	240	240
Липень	248	246	244	245	243	238	238	247
Серпень	223	213	204	200	193	183	178	178
Вересень	182	172	164	150	135	126	111	99
Жовтень	142	129	113	96	74	58	48	34
Листопад	99	86	71	54	35	23	16	9
Грудень	83	65	51	35	23	13	—	—
Сума								

Табл.1.1 -Сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА.

2.1.Нагрівання енергією сонця

Люди використовують сонячну теплову енергію для багатьох цілей, включаючи нагрівання води, повітря та внутрішніх приміщень будівель та виробництва електроенергії. Існує два загальних типу сонячних систем опалення: пасивні та активні системи.

Пасивне опалення сонячного простору відбувається, коли сонце світить крізь вікна будівлі і прогріває інтер'єр (зображено на рис. 2.1). Конструкції будівель, що оптимізують пасивне сонячне нагрівання (у північній півкулі), зазвичай мають вікна,

що виходять на південь, що дозволяють сонцю світити на сонячні теплопоглинаючі стіни або підлоги в будівлі протягом зими. Сонячна енергія поглинається будівельними матеріалами та нагріває внутрішні приміщення будинків природним випромінюванням та конвекцією. Віконні вікна або відтінки блокують сонце, щоб літо не потрапляло у вікна протягом літа, щоб зберегти спокій будівлі.



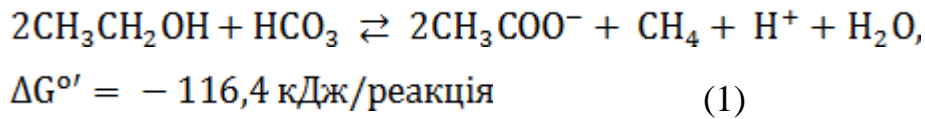
Рис 2.1 – Енергоефективність вікон.

Активні системи сонячного опалення мають колектори для нагрівання рідини (повітря чи рідина) та вентилятори чи насоси для переміщення рідини через колектори, де вона нагрівається, до внутрішніх приміщень будівлі або до системи зберігання тепла, де тепло відпущено, і назад до колектора, щоб його нагріти. Активні системи сонячного нагріву води зазвичай мають резервуар для зберігання сонячної нагрітої води. Сонячний колектор - це пристрій, який збирає та / або концентрує сонячне випромінювання від Сонця. Ці пристрої в основному використовуються для активного сонячного нагріву і дозволяють нагрівати воду для особистого використання. Ці колектори, як правило, встановлюються на даху і повинні бути дуже міцними, оскільки вони піддаються різним погодним умовам.

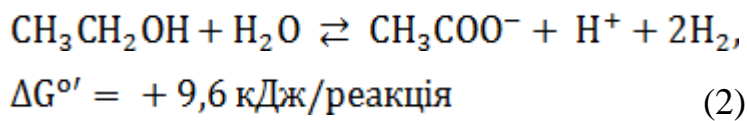
Було виділено й досліджене всього кілька видів ацетогенних бактерій, що роблять H_2 . Узяті в цілому як група, вони розщеплюють пропіонову й жирні кислоти з довгим ланцюгом, спирти і, ймовірно, ароматичні й інші органічні кислоти першого етапу

ферментації, утворюючи оцтову кислоту, H_2 , а у випадку джерела енергії кислоти з непарним числом атомів вуглецю й CO_2 .

Першим доказом відмінності видів ацетогенних бактерій було виділення S-Мікроорганізмів з *Methanosarcina omelkmskii*. Спочатку передбачалося, що під дією метаногенів відбувається окиснення етанолу до оцтової кислоти й відновлення CO_2 до CH_4 :



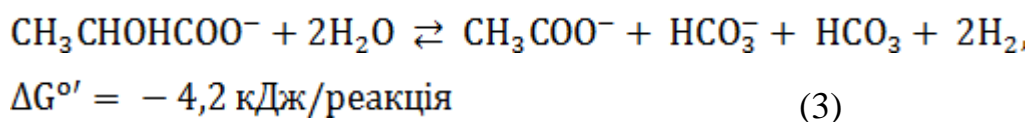
Однак згодом було встановлено, що така ферментація відбувається під дією синтрофічної спільноти двох видів бактерій: S-Мікроорганізми призводять до катаболізму етанолу до оцтової кислоти і H_2 :



а метаногени використовують H_2 , який утворюється для відновлення CO_2 у CH_4 . Утворення водню й оцтової кислоти з етанолу при використанні H_2 для відновлення CO_2 у CH_4 енергетично несприятливо: вільний H_2 затримує ріст S-Мікроорганізмів.

Штами *Desulfovibrio desulfuricus* і *Desulfovibrio vulgaris* при вирощуванні без сульфату в присутності метаногенів, що споживають водень, утворюють його з лактату або етанолу. Лактат (молочна кислота) розщеплюється на оцтову кислоту, CO_2 і H_2 , а етанол на оцтову кислоту й H_2 .

Якщо водень, що утворюється, швидко поглинається метаногенами для утвору CH_4 , то



Швидке споживання H_2 метаногенами викликає зрушення рівноваги цих реакцій, що сприяє утворенню й росту на цих субстратах ацетогенних бактерій. Лактат після росту *Desulfovibrio desulfuricus* у присутності *Methanosarcina barkeri*, які для утворення метану використовують як оцтову кислоту, так і H_2 , повністю розщеплюється на CO_2 і CH_4 .

З точки зору захисту навколишнього середовища пропіонова й жирні кислоти з довгим ланцюгом представляють набагато більший інтерес як проміжні продукти

анаеробної ферментації, ніж лактат або етанол. Однак види бактерій, які викликають катаболізм цих сполук, були виявлені зовсім недавно. Спочатку вважалося, що *Methanobacterium suboxydans* окисляють масляну й капронову кислоти в оцтову з утворенням CH_4 і валеріанову в оцтову й пропіонову кислоти з утворенням CH_4 . Пропіонова кислота може бути потім декарбоксилірована в оцтову кислоту з утворенням CO_2 і CH_4 під дією *Methanobacterium propionicum*. Однак у наш час вважають, що ці сполуки розщеплюються під дією ацетогенних бактерій, що виробляють H_2 , оскільки

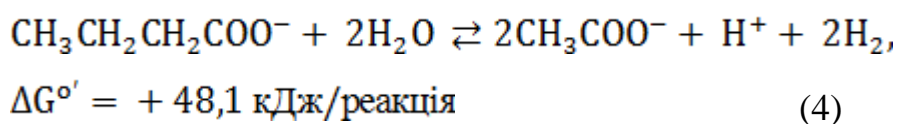
- дотепер не були отримані чисті культури метаногенів, що розщеплюють жирні кислоти,;

- культура, що ферментує етанол *Methanosarcina omelianskii*, виявилася синтрофічним співтовариством двох видів бактерій;

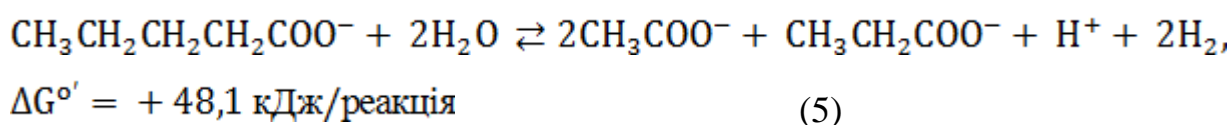
- середовище, збагачене пропіоною і масляною кислотами, споживає H_2 без інкубаційного періоду й при енергійному розподілі CO_2 і H_2 утворюється CH_4 у вигляді основного продукту в цих збагачених середовищах, а не в середовищі, збагаченому оцтовою кислотою;

- короткочасний контакт із воднем інгібує розщеплення пропіонової і масляної кислот, а не оцтової кислоти, що розщеплюється в збагаченому середовищі й у мулі стічних вод.

Нещодавно з культури з бактеріями, що використовують H_2 , такими, як метаногени або десульфівібріо, були виділені анаеробні бактерії, катаболізуючі жирні кислоти; вони β -окисляють жирні кислоти з парним числом вуглецевих атомів (масляну, капронову або капрілову кислоти) в оцтову й H_2 :

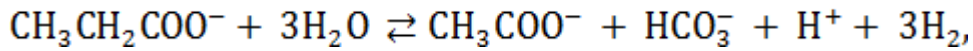


або жирні кислоти з непарним числом вуглецевих атомів (валеріанова):



або гептанову кислоту в оцтову, пропіонову і H_2 . Ці бактерії при відсутності бактерій, що споживають H_2 , не можуть використовувати джерело енергії або комбінацію донора й акцептора електрона, що забезпечують їхній ріст.

Удалося також виділити види бактерій, що викликають катаболізм пропіонової кислоти в оцтову, CO₂ і H₂ [5]:



$$\Delta G^\circ = +76,1 \text{ кДж/реакція}$$

Використання цих сонячних колекторів дає альтернативу традиційному обігріву води в побутових водах, використовуючи водонагрівач, потенційно зменшуючи витрати енергії з часом. Як і в побутових умовах, велика кількість цих колекторів може бути об'єднана в масив і використана для отримання електроенергії в сонячних теплових електростанціях.

Існує багато різних типів сонячних колекторів, але всі вони побудовані з однаковими основними умовами. Загалом, є якийсь матеріал, який використовується для збору та фокусування енергії від Сонця та використання його для нагрівання води. Найпростіший з цих пристроїв використовує чорний матеріал, що оточує труби, по яких протікає вода. Чорний матеріал дуже добре поглинає сонячне випромінювання, і як матеріал нагріває воду, яку він оточує. Це дуже проста конструкція, але колектори можуть вийти дуже складними. Пластини з поглинанням можна використовувати, якщо високе підвищення температури не потрібно, але зазвичай пристрої, що використовують світловідбиваючі матеріали для фокусування сонячного світла, призводять до більшого підвищення температури.

2.2. Конструкція і функціонування

2.2.1. Колектори з плоскими пластинами

Ці колектори - це просто металеві коробки, які мають якесь прозоре скло як покриття на плиті поглинача темного кольору. Сторони і дно колектора, як правило, покриті ізоляцією, щоб мінімізувати втрати тепла на інші частини колектора. Сонячне випромінювання проходить через прозорий скляний матеріал і потрапляє на пластину

поглинача. Ця плита нагрівається, передаючи тепло або воді, або повітрю, що знаходиться між плитою скління та поглиначем. Іноді ці поглинальні пластини фарбуються спеціальними покриттями, покликаними краще поглинати та утримувати тепло, ніж традиційна чорна фарба. Ці плити зазвичай виготовляються з металу, який є хорошим провідником - зазвичай міді або алюмінію.

Метаболічні властивості метаногенеруючих бактерій (строгий анаеробіоз, залежність від обмеженого набору ростових субстратів, і в першу чергу від молекулярного водню) визначають їхнє поширення в природі. Звичайними місцями проживання цих бактерій є анаеробна зона різних водойм, багатих органічними сполуками. Вони виявляються в мулових відкладаннях озер і рік, у болотах і заболочених ґрунтах, в осадових шарах морів і океанів. Метаногенеруючі бактерії — мешканці травного тракту тварин і людини, а також важливий компонент мікрофлори рубця жуйних тварин.

Тому що метаногени використовують обмежений набір субстратів, їх поширення в природі тісно пов'язане з розвитком утворюючих ці субстрати мікроорганізмів. Разом з останніми метаногенеруючі бактерії забезпечують протікання в природі важливого великомасштабного процесу — анаеробного розкладання органічних сполук, у першу чергу целюлози. Виділяють 3 основні стадії анаеробного розкладання органічної речовини. Перша — визначається діяльністю мікроорганізмів з активними гідролітичними ферментами. Вони розкладають складні органічні молекули (білки, ліпіди, полісахариди) на більш прості органічні сполуки. Друга стадія пов'язана з активністю воднегенеруючі здроджувальні мікроорганізми, кінцевими продуктами метаболізму яких є H_2 , CO_2 , CO , нижчі жирні кислоти (у першу чергу ацетат) і спирти. Завершують анаеробну деструкцію органічної речовини метаногенеруючі бактерії. Оскільки головним екологічним фактором, що визначають розвиток метаногенів, є виділення H_2 , у природі створені й існують асоціації між воднегенеруючими і метаногенеруючими бактеріями. Прикладом такої природньої системи можуть служити бактеріальні асоціації, що живуть у рубці жуйних тварин і які забезпечують розкладання целюлози, пектину й інших органічних субстратів. Про масштабність процесів, пов'язаних з діяльністю метаногенеруючих бактерій, свідчить той факт, що більш 20% світових запасів CH_4 мають біогенне походження.

Метаногенеруючі бактерії (метаногени) — морфологічно різноманітна група, поєднувана двома загальними для всіх її представників ознаками: облігатним анаеробіозом і здатністю утворювати метан. Для створення таксономічної структури метаногенеруючих бактерій був використаний філогенетичний підхід, заснований на порівняльному аналізі нуклеотидних послідовностей 16S рРНК. Відповідно до такого підходу в IX виданні Визначника бактерій Берджі група розділена на три порядки (Methanobacteriales, Methanococcales, Methanomicrobiales), коефіцієнт подібності (SAB) для яких становить 0,2 — 0,28 (табл.1). Далі порядки розділені на 6 сімейств (SAB = 0,34–0,36) і 13 родів (SAB = 0,46–0,51). Число видів досягає більш 40. SAB для них коливається в межах 0,55–0,65. Про гетерогенність групи можна судити й по нуклеотидному складу ДНК її представників (молярний зміст Гц-основ — від 27 до 61%)[6]⁹.

Сонячні колектори з плоскими пластинками на рис. 2.2, мабуть, є найбільш фундаментальною та найбільш вивченою технологією для систем гарячого водопостачання з використанням сонячних батарей. Загальна ідея цієї технології досить проста. Сонце нагріває темну плоску поверхню, яка збирає якомога більше енергії, а потім енергія передається воді, повітрі чи іншій рідині для подальшого використання.

⁹Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.— М.: Академия, 2003.— 464 с.

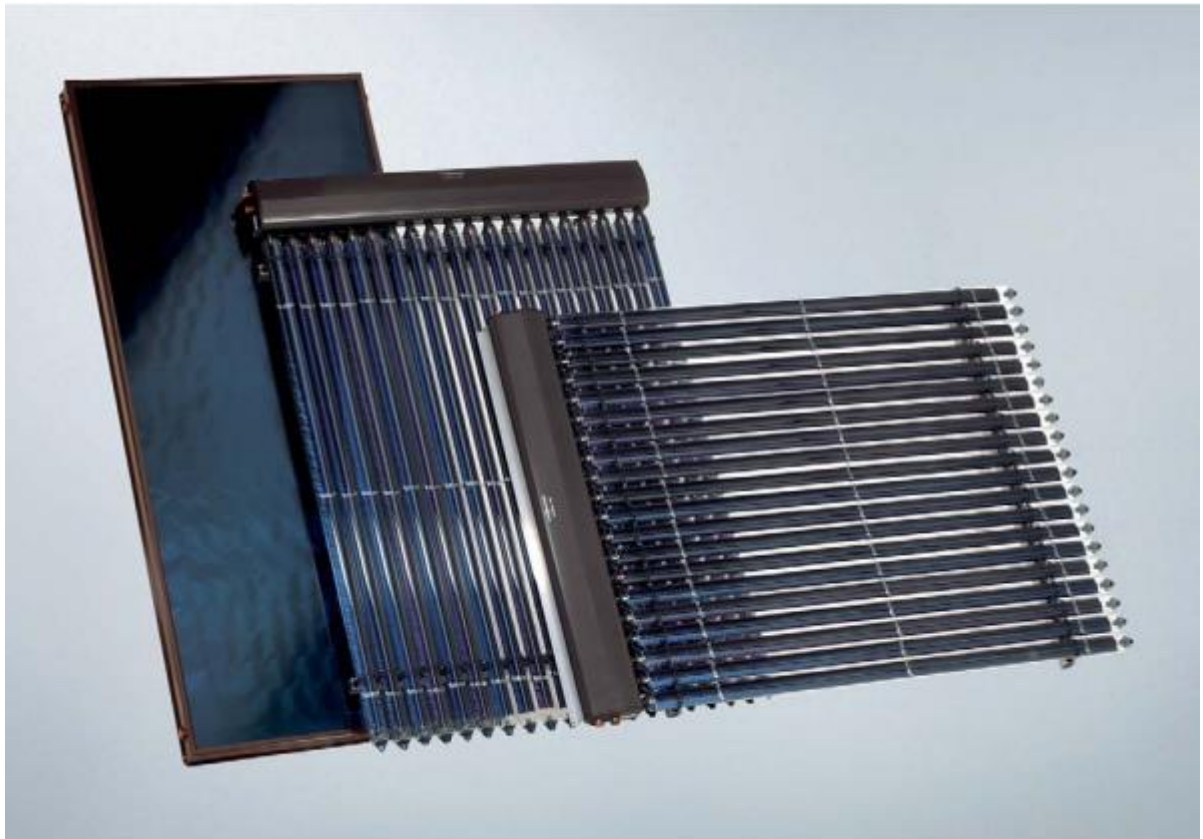


Рис. 2.2 – Колектори з плоскими пластинами

Це основні компоненти типового сонячного колектора з плоскими плитами:

- Чорна поверхня - поглинаючи падаючу сонячну енергію
- Засклене покриття - прозорий шар, який передає випромінювання на поглинач, але запобігає випромінюючі та конвективні втрати тепла з поверхні
- Трубки, що містять нагрівальну рідину для передачі тепла від колектора
- Підтримка структури для захисту компонентів та утримання їх на місці
- Ізоляція, що покриває сторони і дно колектора для зменшення тепловтрат

Системи з плоскими плитами зазвичай працюють і досягають максимальної ефективності в інтервалі температур від 30 до 80 оС проте деякі нові типи колекторів, які використовують вакуумну ізоляцію, можуть досягти більш високих температур (до 100 оС). Завдяки впровадженню селективних покриттів показано, що застояна температура рідини в плоских колекторах досягає 200 оС.

Деякі переваги плоских колекторів полягають у тому, що вони:

- Легкий у виготовленні
- Низька вартість

- Зберіть як променеве, так і дифузне випромінювання
- Постійно фіксований (не потрібне складне обладнання для позиціонування або відстеження)
- Невелике обслуговування
- Плоскоклітинні колектори встановлюються обличчям до екватора (тобто південь, орієнтований на Північну півкулю, а північний - у Південній півкулі). Оптимальний нахил колекторної пластини близький до широти розташування (+/- 15°). Якщо програма охолоджує сонячну енергію, оптимальний кут установки - Широта - 10°, щоб сонячний промінь був перпендикулярним колектору в літній час. Якщо у програмі сонячне нагрівання, оптимальний кут установки - Широта + 10°. Однак було встановлено, що для цілорічного застосування гарячої води оптимальним кутом є Широта + 5°, що забезпечує дещо кращі показники роботи взимку, коли гаряча вода більше потрібна.

До складу групи входять бактерії з різною морфологією: прямі або вигнуті палички різної довжини; клітини неправильної форми, близькі до коків; звивисті форми. У деяких видів спостерігається тенденція формувати нитки або пакети. Клітки нерухливі або такі, що пересуваються за допомогою перитрихіально або полярно розташованих джгутиків. У представників роду *Methanosarcina* у клітинах знайдені газові вакуолі. Для деяких метаногенів характерна розвинена система внутрішньоклітинних елементарних мембран, що є результатом розростання й впинання в цитоплазму ЦПМ і збереження із нею зв'язку. У цієї групи архібактерії виявлені клітинні стінки трьох типів:, що чкалдаються із псевдомуреїну та побудовані з білкових глобул і гетерополісахаридної основи. Недавно описаний мікоплазмоподібний метаноген, виділений у рід *Methanoplasma*, що не має клітинної стінки і фільтрується через мембранні фільтри з діаметром пор 0,45 мкм.

20–30% мембранних ліпідів метаногенів представлені нейтральними і 70–80% — полярними ліпідами. Останні — це в основному два типи простих ефірів гліцерину й терпеноїдних спиртів (C 20-фітаніловий і C 40-біфітаніловий), на основі яких утворюються полярні фосфо- і гліколіпіди.

Залежно від виду клітинні мембрани можуть містити обидва типи ефірів або тільки один. Основними нейтральними ліпідами є С20-, С25- і С 30- ациклічні ізопреноїдні вуглеводні, насичені або такі, що утворюють подвійні зв'язки. Запасних продуктів у вигляді полі-β-оксімасляної кислоти або глікогену в клітинах не виявлено.

Метаногенеруючі бактерії — строгі анаероби. Перші дослідження чистих культур, виділених з рубця жуйних тварин, показали, що ріст їх можливий при початковому окисно-відновному потенціалі середовища нижче — 300 мВ. Ріст деяких видів повністю пригнічується при вмісті в газовій фазі більш 0,004% молекулярного кисню. Останнім часом, однак, описані види з відносно низькою чутливістю до O₂. У їхніх клітинах знайдена супероксиддісмутаза. Можливо, у природі такі види можуть зберігати життєздатність при короткочасних контактах з O₂ і відновляти ріст в анаеробних умовах [6] .

Варіанти транспортування рідини

- Плоскі колекторні пластини можуть залучати тепловий або повітряний транспорт.

- Вода є одним із поширених варіантів як рідка рідина через її доступність та хороші теплові властивості:

- Він має відносно високу об'ємну теплоємність

- Це нестислимий (або майже нестислимий)

- Він має високу щільність маси (що дозволяє використовувати для транспортування невеликі трубки та труби)

Одним недоліком води є те, що вона замерзає взимку, що може пошкодити колектор або трубопровід. Цим можна керувати, осушуючи колектор при низьких сонячних входах (нижче критичного порогу інсоляції). Датчики зливу часто використовуються для контролю системи та забезпечення повного зливу, оскільки замерзання кишенькової води може призвести до пошкодження. Наповнення системи водою на наступний ранок також не є ідеальним. Можливі кишени повітря

в колекторі можуть бути проблемою, блокуючи потік води та знижуючи ефективність роботи системи.

Для полегшення вищезазначених проблем можна використовувати замість чистої води антифризові суміші. Поширеними компонентами антифризу є етиленгліколь або пропіленгліколь. Ці хімічні речовини, змішані з водою, потребують систем із закритим контуром та належного утилізації через токсичність. Термін служби номінального антифризу, як приблизно, становить близько 5 років, після чого його потрібно замінити.

Повітря може використовуватися як транспортна рідина в деяких конструкціях плоских колекторів. Цей варіант краще підходить для приміщень для обігріву приміщень або для сушіння посівів. Зазвичай необхідний вентилятор для полегшення потоку повітря в системі та ефективного транспорту теплоти. Певні конструкції можуть забезпечити пасивне (без вентилятора) переміщення повітря через теплову плавучість.

Фазозмінні рідини можуть також використовуватися з плоскими колекторами. Деякі холодоагенти входять до цієї групи рідин. Вони не замерзають, що усуває неприємності, пояснені вище для води, і через низьку температуру кипіння можуть змінюватися від рідкої до газової при збільшенні температури. Ці рідини можуть бути практичними в умовах, коли потрібна швидка реакція на швидке коливання температури.

2.2.2. Евакуйовані колекторні трубки

Цей тип сонячного колектора використовує серію евакуйованих труб для нагрівання води для використання. Ці трубки використовують вакуум або евакуйований простір, щоб захопити сонячну енергію, мінімізуючи втрати тепла на навколишнє середовище. Вони мають внутрішню металеву трубку, яка виконує роль поглинальної пластини, яка з'єднана з тепловою трубою для передачі зібраного від Сонця тепла до води. Ця теплова труба, по суті, є трубою, де вміст рідини знаходиться під дуже особливим тиском. При такому тиску «гарячий» кінець труби має в ньому киплячу рідину, тоді як «холодний» кінець конденсується пари. Це дозволяє тепловій

енергії ефективніше рухатися від одного кінця труби до іншого. Як тільки тепло від Сонця переміщується від гарячого кінця теплової труби до кінця конденсації, тепла енергія транспортується у нагріту воду для використання.

Оскільки втрати тепла внаслідок конвекції не можуть перетнути вакуум, він утворює ефективний механізм ізоляції для збереження тепла всередині колекторних труб. Оскільки два плоских скляних листа зазвичай недостатньо міцні, щоб витримати вакуум, вакуум швидше створюється між двома концентричними трубками. Як правило, водопровідні трубопроводи в ЕКТ оточені двома концентричними скляними трубками з вакуумом між якими пропускає тепло від сонця (для нагрівання труби), але це обмежує втрати тепла навколишньому середовищу. Внутрішня трубка покрита термопоглиначем. Термін служби вакууму варіюється від колектора до колектора - від 5 років до 15 років. Плоскі колектори, як правило, ефективніші, ніж ЕКТ, при повному сонячному світлі. Однак енерговипуск плоских колекторів зменшується трохи більше, ніж евакуйовані трубні колектори в похмурі або вкрай холодні умови. Більшість ЕКТ виготовляються із відпаленого скла, яке чутливе до граду, розбиваючись у граді з розміром м'яча для гольфу. ЕКТ, виготовлені з "коксового скла", який має зелений відтінок, є сильнішими і менше шансів втратити вакуум, але ефективність дещо знижується через зменшення прозорості.

2.2.3. Лінійні колектори фокусування

Ці колектори, іноді відомі як параболічні корита, використовують високовідбивні матеріали для збору та концентрації теплової енергії від сонячної радіації. [8] Ці колектори складаються з параболічно відбитих відрізків, з'єднаних у довгий жолоб. Труба, що переносить воду, розміщується в центрі цього жолоба так, що сонячне світло, зібране світловідбиваючим матеріалом, фокусується на трубі, нагріваючи вміст. Це дуже потужні колектори, і, як правило, використовуються для отримання пари для сонячних теплових електростанцій і не використовуються в житлових програмах. Ці жолоби можуть бути надзвичайно ефективними для генерування тепла від Сонця, особливо тих, які можуть повертатися, відстежуючи Сонце на небі, щоб забезпечити максимальний збір сонячного світла.

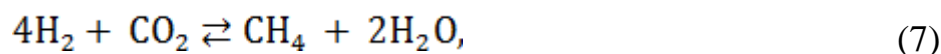
Більшість метаногенеруючих бактерій мають температурний оптимум для росту в області 30–40°C, тобто є мезофілами, але є види, у яких оптимальна зона зрушена у бік більш низьких (25°C) або високих (55–65°C) температур. Недавно виділений екстремально термофільний організм *Methanothermus fervidus*, що росте при 55–97°C (оптимум 80°C). Усі відомі представники цієї групи — нейтрофіли з оптимальним pH в області 6,5–7,5. Серед метаногенів є галофіли, що вимагають у якості однієї з оптимальних умов для росту вміст у середовищі до 65–70 г/л NaCl.

У якості джерела вуглецю й енергії для росту метаногени використовують вузьке коло сполук. Найбільш універсальними джерелами вуглецю й енергії для них є газова суміш H₂ і CO₂. Більш 3/4 відомих видів утилізують H₂ + CO₂. Деякі метаногени пристосувалися до облігатного використання цих сполук. Наступними по поширеності джерелами вуглецю й енергії служать форміат, ацетат, метанол, метиламіни й монооксид вуглецю.

Близько половини вивчених видів не мають потреби в яких-небудь органічних сполуках. Для росту багатьох культур в атмосфері H₂ і CO₂ потрібне внесення в середовище органічних речовин, що стимулюють ріст або абсолютно для нього необхідні. Це можуть бути деякі вітаміни групи B, ацетат, піруват, сукцінат, окремі амінокислоти, дріжджовий екстракт або компоненти невідомої сполуки, що втримуються в природних середовищах проживання. Так, штами, виділені з рубця жуйних тварин, потребують додавання рубцевої рідини. Складні органічні сполуки метаногенеручі бактерії використовувати не можуть.

У якості джерела азоту метаногени використовують амонійний азот або деякі амінокислоти. Для ряду видів показана здатність до азотфіксації. Джерелом сірки можуть служити сульфати, сульфід або сірковмісні амінокислоти.

Більшість відомих метаногенів здатні рости хемолітоавтотрофно на суміші CO₂ + H₂ у якості єдиного джерела вуглецю й енергії. Енергію одержують, здійснюючи наступну реакцію:



Як видно із цього рівняння, CO_2 слугує не тільки єдиним джерелом вуглецю, але й кінцевим акцептором електронів при окисненні H_2 . Близько 90% використаної CO_2 відновлюється до CH_4 , що супроводжується синтезом АТФ, і тільки 10% або менше включається в речовини клітин.

Фіксація CO_2 в автотрофних метаногенів відбувається по нециклічному ацетил-КоА-шляху, що функціонує й в ацетогенних еубактерій (мал.1.3) [6]¹⁰.

2.2.4. Точкові колектори фокусування

Ці колектори - це великі параболічні страви, складені з якогось світловідбиваючого матеріалу, який фокусує енергію Сонця на одній точці. Тепло від цих колекторів зазвичай використовується для приводу двигунів Стірлінга. Хоча вони дуже ефективні в зборі сонячного світла, вони повинні активно відслідковувати Сонце по небу, щоб мати будь-яку цінність. Ці страви можуть працювати окремо або поєднуватись у масив, щоб зібрати ще більше енергії від Сонця.

Точкові колектори фокусування та подібні апарати також можуть використовуватися для концентрування сонячної енергії для використання з концентрованою фотоелектрикою. У цьому випадку замість виробництва тепла енергія Сонця перетворюється безпосередньо в електрику з високоефективними фотоелектричними елементами, призначеними спеціально для використання концентрованої сонячної енергії.

Більшість метаногенеруючих бактерій мають температурний оптимум для росту в області 30–40°C, тобто є мезофілами, але є види, у яких оптимальна зона зрушена у бік більш низьких (25°C) або високих (55–65°C) температур. Недавно виділений екстремально термофільний організм *Methanothermus fervidus*, що росте при 55–97°C (оптимум 80°C). Усі відомі представники цієї групи — нейтрофіли з оптимальним pH в області 6,5-7,5. Серед метаногенів є галофіли, що вимагають у якості однієї з оптимальних умов для росту вміст у середовищі до 65-70 г/л NaCl.

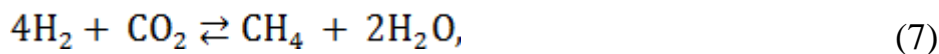
¹⁰Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.– М.: Академия, 2003.– 464 с.

У якості джерела вуглецю й енергії для росту метаногени використовують вузьке коло сполук. Найбільш універсальними джерелами вуглецю й енергії для них є газова суміш H_2 і CO_2 . Більш 3/4 відомих видів утилізують $\text{H}_2 + \text{CO}_2$. Деякі метаногени пристосувалися до облігатного використання цих сполук. Наступними по поширеності джерелами вуглецю й енергії служать форміат, ацетат, метанол, метиламіни й монооксид вуглецю.

Близько половини вивчених видів не мають потреби в яких-небудь органічних сполуках. Для росту багатьох культур в атмосфері H_2 і CO_2 потрібне внесення в середовище органічних речовин, що стимулюють ріст або абсолютно для нього необхідні. Це можуть бути деякі вітаміни групи В, ацетат, піруват, сукцінат, окремі амінокислоти, дріжджовий екстракт або компоненти невідомої сполуки, що втримуються в природних середовищах проживання. Так, штами, виділені з рубця жуйних тварин, потребують додавання рубцевої рідини. Складні органічні сполуки метаногенеручі бактерії використовувати не можуть.

У якості джерела азоту метаногени використовують амонійний азот або деякі амінокислоти. Для ряду видів показана здатність до азотфіксації. Джерелом сірки можуть служити сульфати, сульфід або сірковмісні амінокислоти.

Більшість відомих метаногенів здатні рости хемолітоавтотрофно на суміші $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ у якості єдиного джерела вуглецю й енергії. Енергію одержують, здійснюючи наступну реакцію:



Як видно із цього рівняння, CO_2 слугує не тільки єдиним джерелом вуглецю, але й кінцевим акцептором електронів при окисненні H_2 . Близько 90% використаної CO_2 відновлюється до CH_4 , що супроводжується синтезом АТФ, і тільки 10% або менше включається в речовини клітин.

Фіксація CO_2 в автотрофних метаногенів відбувається по нециклічному ацетил-КоА-шляху, що функціонує й в ацетогенних еубактерій (мал.1.3) [6]¹¹.

¹¹Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.– М.: Академия, 2003.– 464 с.

Ключовою проміжною сполукою на цього шляху є ацетил-КоА, синтезований із двох молекул CO_2 . Метильна та карбоксильна групи молекули утворюються різними шляхами. Метильна група виникає при відновленні молекули CO_2 до рівня метанолу, залишаючись при цьому завжди пов'язаною з переносником. Карбоксильна група з'являється в результаті відновлення другої молекули CO_2 до CO , каталізуемого Со-дегідрогеназою. Метильні й карбоксильні групи зв'язуються в реакціях трансметилірування й транскарбоксилірування з утворенням активованої оцтової кислоти [6]¹².

Процес здійснюється при участі унікальних ферментів. З ацетил-КоА, у результаті відбудовного карбоксилірування утворюється піруват і далі фосфоенолпіровиноградна й щавелевоуксусна кислоти, які служать попередниками амінокислот і цукрів. Шляхи фіксації CO_2 ацетогенними еубактеріями й метаногенними архебактеріями різняться коферментами й деякими частковими реакціями.

Екзогенний ацетат у конструктивний метаболізм включається через ацетил-КоА й далі в серії реакцій, що функціонують у відновленому ЦТК. Замкнутості циклу перешкоджає відсутність ізоцитратдегідрогенази.

Відновлення CO_2 до CH_4 вимагає переносу 8 електронів. Проміжні продукти, що утворюються на цьому шляху, перебувають не у вільному стані, а залишаються пов'язаними з носіями. Згідно із запропонованою моделлю на першому етапі CO_2 зв'язується з носієм вуглецю, утворюючи карбоксипохідну ($\text{X}_1\text{-COOH}$), яка відновлюється до формілової ($\text{X}_1\text{-CHO}$). Другий етап метаногенезу включає перенесення формільної групи на інший носій (X_2), який проводить C_1 -групу через дві послідовні відновні реакції, що приводять до утворення метилпохідної ($\text{X}_2\text{-CH}_3$). На рівні утворення метиленопохідної ($\text{X}_2\text{-CH}_2$) у процес метаногенезу включається екзогенний формальдегід. Сполуки, що містять метильні групи (CH_3OH , CH_3COOH , CH_3NH_2 і інші метиламіни), підключаються на рівні метилпохідної. У цій же точці відбувається розгалуження анаболічних і катаболічних шляхів. Функція X_2 у метаногенів нагадує функцію тетрагідрофолатів в ацетогенних еубактерій.

¹²Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.– М.: Академия, 2003.– 464 с.

На третьому кінцевому етапі метаногенезу, найбільш вивченому, метильні групи з носія надходять на кофермент М (CoM-SH). Утворюється метил-CoM. Далі слідує його відновлення, що супроводжується розпадом комплексу й виділенням CH_4 . Обидві реакції каталізуються метилредуктазною системою, що являє собою складний мультиферментний комплекс, до складу якого крім ферменту входять кофермент М, фактор F_{430} . Для активності системи необхідні АТФ, іони Mg^{2+} і ще не ідентифіковані кофактори.

2.3. 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 .

2.4. Потужність сонячного колектора

2.4.1. Максимальна потужність

Максимальна потужність колектора визначається як добуток оптичного коефіцієнта корисної дії η_c і максимального значення падаючого випромінювання 1000 Вт/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.

2.4.2. 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.

2.4.3. 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 м^2 вказується також встановлена потужність. Вона становить $700 \text{ Вт} / \text{м}^2$ 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.

2.5. 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.

Чим вище значення, тим більше теплоти виробляє для системи теплопостачання сонячна система. В цілому за рік зустрічаються такі режими експлуатації, при яких колектор ще міг би постачати енергію, але акумулятор, наприклад, вже повністю заряджений. У цьому випадку продуктивність колектора дорівнює нулю. Продуктивність колектора зображена на рис 2. є важливим оцінним параметром ефективності сонячної системи. Вона особливо висока, якщо поверхня колектора оптимально орієнтована і не має затемнень.

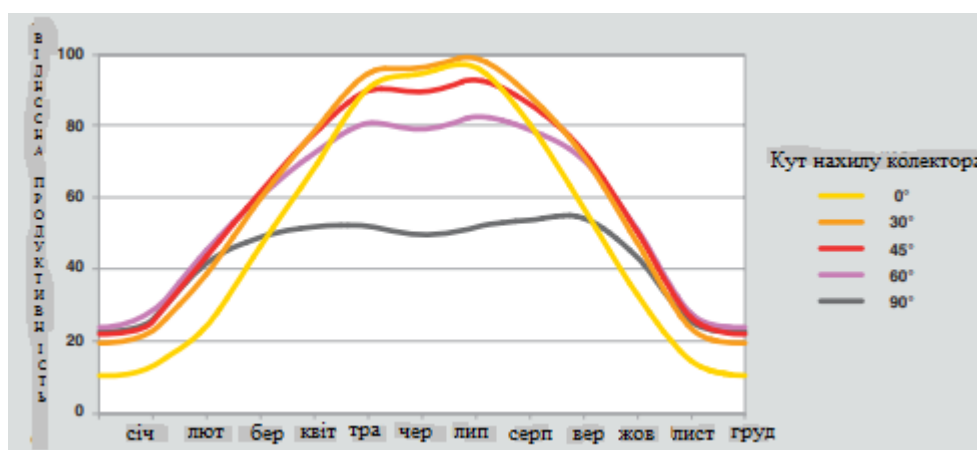


Рис. 2.3- Продуктивність і кут нахилу колектора

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 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.

2.6. Площа колектора

У сонячні колектори для позначення значень продуктивності або потужності використовуються три різні площі. Однак в літературі не завжди коректно вказано, яка площа мається на увазі. У технічних паспортах на колектори Віссман всі дані вказані точно.

Площа абсорбера зображено на рис. 2.4 а.

Площа абсорбера відноситься тільки до абсорберу. Для пластинчастих абсорберів перекривання окремих пластин не враховується, оскільки закриті зони не належать до активної площі. Для круглих абсорберів враховується вся площа, навіть якщо певні зони абсорбера ніколи не зазнають прямого сонячного випромінювання. Тому площа круглих абсорберів може бути більше площі бруто колектора.

Площа апертури зображено на рис. 2.4 б.

В оптиці апертурою називається отвір оптичного приладу. Якщо перенести це поняття на колектор, то площею апертури буде максимальна проектується площа, через яку може надходити сонячне випромінювання. У плоскому колекторі площею апертури є видима зона захисного скла, тобто область всередині рами колектора, через яку випромінювання потрапляє в колектор. У вакуумованих трубчастих колекторах, як з плоскими, так і з круглими абсорберами без відбивають, площа апертури визначається як сума поздовжніх перетинів всіх скляних трубок. Оскільки в скляних трубках зверху і знизу знаходяться невеликі ділянки без пластин абсорбера, площа апертури в цих колекторах завжди трохи більше площі абсорбера.

Площа бруто колектора зображено на рис. 2.4 с.

Площа бруто колектора описує зовнішні розміри колектора і дорівнює добутку його габаритних розмірів - довжини і ширини. Для визначення продуктивності

колектора або його оцінки площа бруто не має ніякого значення, але вона важлива для планування місця монтажу та визначення необхідної площі даху. Найчастіше площа бруто має значення для вибору транспортних засобів.

У трубчастих колекторах з відбивають світло, розташованими за трубкою, площа апертури визначається як проекція цих дзеркальних поверхонь. В основному для розрахунку колекторів використовується площа апертури. Однак в окремих випадках використовується і площа абсорбера. Тому дуже важливо точно розрізнити ці значення. Розмір колектора вказується в квадратних метрах. При цьому важливо, до якої з площ відноситься вказане значення.



Рис. 2.4 -

2.8. Вибір типу колектора

Вирішальним фактором для вибору типу колектора є - поряд з наявністю місця для монтажу і описаними далі умовами монтажу - очікувана різниця ΔT між температурою колектора і температурою зовнішнього повітря.

Середня температура колектора визначається як середнє арифметичне між температурою виходу та повернення води, значно впливає на коефіцієнт корисної дії колектора, а отже, на його продуктивність. Для вибору типу колектора велике значення також має продуктивність сонячної системи, для її оцінки необхідно враховувати кліматичні дані місцевості і очікуваний період експлуатації колектора (сезонна або цілорічна експлуатація) - для більшості випадків застосування це

цілорічна експлуатація. Ці дані дозволять визначити очікувану різницю температур між температурою колектора і температурою зовнішнього повітря.

Однак при виборі колектора важливо також знати співвідношення ціна / продуктивність. Якщо робити вибір за графіком ККД колектора, то рішення завжди буде на користь вакуумованого трубчастого колектора. Однак плоскі колектори привабливіше вакуумованих трубчастих за ціною і дають хороше співвідношення ціна / продуктивність, особливо для покриття навантаження на гаряче водопостачання.

Фактор F_{420} — похідна 5-дезафлавіну (мал. 1.4, А). В окисненому стані при нейтральному й лужному значенні рН має характерний максимум поглинання при 420 нм. Носій електронів з низьким окисно-відновним потенціалом (-380 мВ). Імовірно, виконує функцію акцептора електронів від гідрогенази.

Фактор F_{430} — нікелевмісний тетрапіррол (мал. 4, Б) компонент метилредуктазної системи, бере участь у відновленні метильної групи метил-КоМ до CH_4 .

Метаноптерін (мал. 11, В) бере участь у переносі C_1 -груп у процесі відновлення CO_2 до CH_4 на рівні метеніл-, метилен- і метилпохідних.

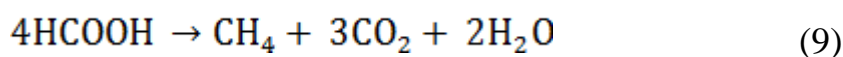
Метанофуран (мал. 4, Г) також бере участь у переносі C_1 -груп у процесі відновлення CO_2 до CH_4 .

Фактор FВ необхідний для функціонування метилредуктазної системи. Структура поки не встановлена [6].

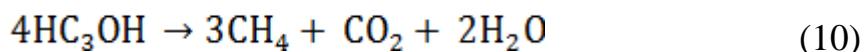
Певна роль у процесі метаногенезу належить корріноїдам — похідним аналогів вітаміну B_{12} . Їхні функції пов'язані з переносом метильних груп. Вважають, що метаногени можуть за певних умов утворювати активні B_{12} -залежні метилтрансферази, що беруть участь у синтезі метану.

Як відзначалося вище, майже всі метаногенеруючі бактерії можуть одержувати енергію за рахунок окиснення H_2 , сполученого з відновленням CO_2 . Дослідами з міченим воднем доведено, що H_2 у цьому процесі служить тільки донором електронів, а джерелом протонів у молекулі метану є вода.

Багато видів для одержання енергії можуть використовувати форміат:

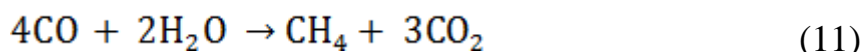


Деяким представникам властива здатність утворювати метан при використанні метанолу:

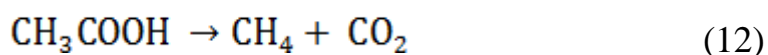


а також метилірованих амінів.

У ряду метаногенів виявлена здатність окиснити окис вуглецю, що також супроводжується синтезом метану:



Нарешті, представники декількох родів можуть використовувати в якості джерела енергії ацетат вуглецю:



Таким чином, акцепторами електронів (а в ряді випадків і донорами, і акцепторами) у метаноеруючих бактерій є ряд одновуглецевих сполук (CO_2 , CO , форміат, метанол, метильовані аміни) і єдина двовуглецева сполука — ацетат.

Механізм енергетичних процесів метаногенів ще не розшифрований, але загальні принципові положення встановлені. Відомо, що одержання енергії, при окисненні H_2 , сполученому з відновленням CO_2 , пов'язане з функціонуванням електронтранспортуючої системи, що включає дегідрогенази, носії електронів і редуктази.

Перенос електронів приводить до утворення трансмембранного протонного градієнту, розрядка якого за допомогою мембранної АТФ-сінтази супроводжується синтезом АТФ. Доказом одержання метаногенеруючими бактеріями енергії в результаті окисного фосфорилування служить придушення в них утворення АТФ при дії роз'єднувачів і інгібіторів АТФази. Мало, однак, відомо про електронні носії. Не вивчена організація дихального ланцюга та його H^+ -ділянок перенесення.

У якості дегідрогеназ ідентифіковані гідрогеназа і форміатдегідрогеназа. Від H_2 переносення електронів каталізується пов'язаною з мембраною гідрогеназою, з якої вони акцептуються фактором F_{420} . З останнього електрони надходять на НАДФ⁺. Імовірно, і відновлений фактор F_{420} і НАДФ- H_2 служать донорами електронів для відбудовних перетворень C_1 -груп у метаногенів. Окиснення форміату також сполучене з відновленням фактора F_{420} і наступним утворенням НАДФ- H_2 [6]¹³.

Довгий час вважали, що в метаногенеруючих бактерій немає електронних носіїв, типових для еубактерій, що мають електронтранспортуючі ланцюги. Нещодавно в *Methanosarcina barkeri* знайдені ферредоксин Fe_3S_3 -типу й цитохроми типу *b* і *c*. Останні виявлені також в інших видів, здатних використовувати в якості енергетичних субстратів сполуки, що містять метильні групи (метанол, метильовані аміни, ацетат). У метаногенів, що ростуть тільки на середовищі, що містить суміш $H_2 + CO_2$ або форміат, цитохроми не знайдені. З хінонів виявлені β - і α -токоферохінони; менахінонів немає.

Термінальні етапи каталізуються відповідними редуктазами, з яких найбільш вивчена метилредуктазна система. Реакція, що каталізується метилредуктазою, є загальною при утворенні метану з різних субстратів (CO_2 , CO , метанол, ацетат), і саме з нею зв'язане одержання клітиною енергії. Фермент локалізований у мембрані, і його функціонування приводить до трансмембранного переміщення протонів. На 1 молекулу утвореного метану припадають 4 трансфікованих H^+ .

Відкрита здатність метаногенеруючих бактерій використовувати як кінцевого акцептора електронів замість CO_2 молекулярну сірку. У присутності S і звичайних енергетичних субстратів (H_2 або метанол) спостерігається утворення значної кількості H_2S при одночасному зниженні в 2–10 раз синтезу CH_4 .

Таким чином, метаногенеруючі бактерії здатні здійснювати енергетичний метаболізм хемоліто- або хемоорганотрофного типу, поєднуючи його з конструктивним обміном авто- або гетеротрофного типу [6]¹⁴.

¹³Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.– М.: Академия, 2003.– 464 с.

¹⁴Гусев М.В. Микробиология: учеб.для биол. специальностей вузов / М.В. Гусев, Л.А. Минеева.– М.: Академия, 2003.– 464 с.

РОЗДІЛ 3. СОНЯЧНІ УСТАНОВКИ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.

3.1. Сонячний нагрів води.

Сонячний нагрів води (СНВ) - це перетворення сонячного світла в тепло для нагріву води за допомогою сонячного теплового колектора. Різні конфігурації доступні за різної ціни, щоб забезпечити рішення в різних кліматах і широтах. СНВ широко використовуються для житлових та деяких промислових застосувань.

Сонячний колектор нагріває робочу рідину, яка переходить у систему зберігання для подальшого використання (рис. 3.1). СНВ є активними (насосними) та пасивними (конвекційними). Вони використовують тільки воду або воду, і робочу рідину. Вони нагріваються безпосередньо або за допомогою дзеркал, що зосереджуються на світлі. Вони працюють незалежно або як гібриди з електричними або газовими обігрівачами. У масштабних установках дзеркала можуть концентрувати сонячне світло у меншому колекторі.

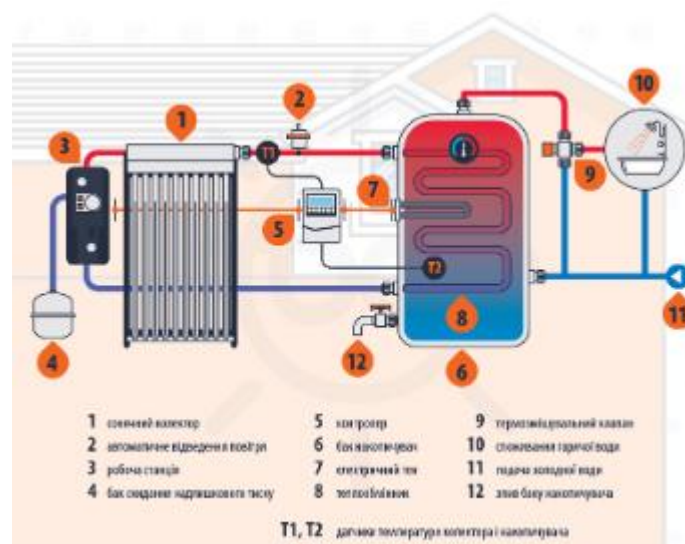


Рис. 3.1 – Системи нагріву води на базі сонячних колекторів.

Масштаби використання сонячної енергії залежать перш за все від метеорологічних умов – кількості сонячних днів у році, річної кількості сонячної радіації, що надходить, і розподілу за сезонами, температури зовнішнього повітря і т. п. В районах, що мають більше, чим 1800 год сонячного сяйва на рік, доцільно використовувати сонячну енергію для теплохолодопостачання будівель. Сонячні водонагрівальні установки отримали досить широке поширення завдяки простоті їх конструкції, надійності, швидкій окупності.

Зараз у всьому світі в експлуатації знаходиться більше 5 млн. сонячних водонагрівальних установок, використовуваних в індивідуальних житлових будинках, централізованих системах гарячого водопостачання житлових і громадських будівель, включаючи готелі, лікарні, спортивно-оздоровчі установи і т. п.

Станом на 2017 рік загальна теплова потужність сонячної гарячої води становить 472 ГВт, а на ринку домінують Китай, США та Туреччина. Барбадос, Австрія, Кіпр, Ізраїль та Греція є провідними країнами за місткістю на душу населення.

За принципом роботи сонячні водонагрівальні установки можна розділити на два типи: установки з природною і примусовою циркуляцією теплоносія. В останні роки все більше виробляється пасивних водонагрівачів, які працюють без насоса, а отже, не споживають електроенергію. Вони простіші в конструктивному відношенні, надійніші в експлуатації, майже не вимагають догляду, а по своїй ефективності практично не поступаються сонячним водонагрівальним установкам з примусовою циркуляцією. Більше половини пасивних водонагрівачів складають установки термосифонного типу з природною циркуляцією, а решта - це компактні водонагрівачі, в яких бак-акумулятор гарячої води і колектор сонячної енергії об'єднані (інтегровані) в один компактний пристрій.

Якщо віднести вихід газу, можливий при температурі процесу близько 32°C, до кількості органічної маси, що розклася, то відповідні значення будуть лежати в межах $V_{\text{озаг}} = 0,8...1,0 \text{ м}^3$ на 1 кг органічної маси, що розклася.

А вихід газу, віднесений до одиниці органічної маси, що подається в реактор, буде перебувати в інтервалі $V_{\text{заг}} = 0,4...0,6 \text{ м}^3$ на 1 кг внесеної у реактор органічної маси. Таким чином, залежно від частини, що здатна до збродження органічної маси в реакторі розкладається лише 40...50 % усієї органічної маси, що потрапляє в нього.

Співвідношення кількостей газу, які можуть бути виділені з органічної речовини рідкого гною дійних корів (Д), бичків на відгодівлі (Б), свиней (С) і курей (К) у процесі бродіння при температурі 33°C, у першому наближенні можна прийняти рівним $D : B : C : K = 5 : 7 : 8 : 10$.

Для виділення певної кількості газу з різних органічних матеріалів потрібно специфічна для кожного з них тривалість процесу бродіння, причому вихід газу в одиницю часу спочатку різко збільшується, а потім по досягненню максимуму поступово зменшується. Отримані при цьому сумарні криві для типових об'єктів метанового бродіння представлено на малюнку 5.

З малюнка випливає також, що трава, що містить багато білкових речовин, має високу швидкість реакції й дає великий вихід газу, у той час як солома й екскременти відгодованих бичків через значну частку лігніну зброджуються набагато повільніше й виділяють менше газу [2]¹⁵.

3.1.1. Водонагрівачі з природною циркуляцією води.

Принцип роботи сонячної водонагрівальної установки термосифонного типу з природною циркуляцією теплоносія ілюструється схемою, показаною на рис. 3.2. Установка містить колектор сонячної енергії, бак-акумулятор гарячої води, підйомну трубу й опускную трубу. В нижню частину бака-акумулятора підводиться холодна вода (ХВ), і з його верхньої частини відводиться до споживачів гаряча вода (ГВ).

¹⁵Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

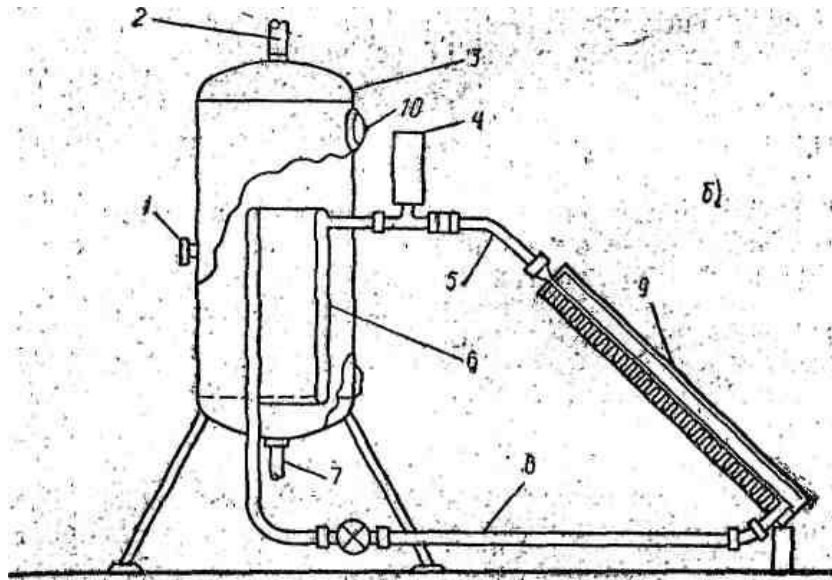


Рис 3.2. Схема (а) і конструкція (б) сонячного водонагрівача з природною циркуляцією: а: 1 - сонячний колектор; 2 - бак-акумулятор, гарячої води; б: 1 - термостат; 2 - гаряча вода; 3 - бак гарячої води; 4 - розширювальний бак; 5 - гарячий теплоносій; 6 - теплообмінник; 7 - підведення холодної води; 8 - зворотна труба; 9 - колектор; 10 – електронагрівач.

Перераховані елементи утворюють контур природної циркуляції води.

Метаболчна активність і репродуктивна здатність мікроорганізмів перебувають у функціональній залежності від температури. Таким чином, температура впливає на об'єм газу, який можна одержати з певного кількості органічної речовини протягом заданого часу, а також на технологічний час процесу бродіння, необхідний для вивільнення певної кількості газу при відповідній температурі (мал.1.6).

По підйомній трубі гаряча вода з колектора сонячної енергії надходить в бак-акумулятор, а по опускній трубі з бака в колектор надходить більш холодна вода для нагріву за рахунок поглиненої сонячної енергії. Оскільки середня температура води в підйомній трубі вище, ніж в опускній, щільність води, навпаки, нижча в другій трубі. І внаслідок цього виникає різниця тисків (Па), що викликає рух води в контурі циркуляції:

$$\Delta p = gH(\rho_1 - \rho_2),$$

Де g – прискорення вільного падіння, що дорівнює для рівнинних районів $9,81 \text{ м/с}^2$; H - різниця відміток низу сонячного колектора (нульовий рівень) і місця підводу гарячої води в бак-акумулятор, м; ρ_1 - щільність води в опускній трубі при температурі $T_1 \text{ кг/м}^3$; ρ_2 - щільність води в підйомній трубі при температурі $T_2, \text{ кг/м}^3$.

Очевидно, що чим більше різниця температур води, тим більше різниця тисків і інтенсивніший рух води. Аналогічний вплив робить збільшення різниці відміток Н.

У численних більш ранніх роботах названо дві температурні межі (близько 33 і 54°C), яким відповідають найвищі значення метаболічної активності. Переривчастий характер протікання функції пояснюється заміною мезофільного штаму бактерій на термофільний. Однак, згідно з новітніми дослідженнями, така переривчастість не існує, а це означає, що з підвищенням температури приблизно до 54 °С умови для утворення газу поліпшуються. Мікробіологічна активність майже припиняється, якщо температура падає приблизно до 15°C. До перепадів температури, особливо до її раптових знижень, мікроорганізми досить чутливі й реагують на це зниженням метаболічної активності й здатності до відтворення [2]¹⁶.

Так як метаболічна активність і рівень відтворення метанових бактерій нижче, ніж кислотоутворюючих, при наростанні кількості органічних речовин, що утворюються, може з'явитися надлишок летких кислот, який знижує активність метанових бактерій, як тільки значення рН опуститься нижче 6,5. Звичайно величина рН завдяки буферним властивостям субстрату при нерівномірному утворенні кислот підтримується на постійному рівні.

Неодмінною умовою ефективної роботи сонячної водонагрівальної установки термосифонного типу є теплова ізоляція всіх нагрітих поверхонь - перш за все бака-акумулятора, підйомної та опускної труб, патрубків для відводу гарячої води до водорозбірних кранів або душу і воздушника. Товщина теплової ізоляції бака повинна бути 50 -75 мм при використанні мінеральної вати або іншого матеріалу з коефіцієнтом теплопровідності 0,04-0,045 Вт/(м К), а для трубопроводів - від 25 мм для опускної труби до 50 мм для підйомного і сполучного трубопроводів. Точка приєднання підйомної труби до бака-акумулятору повинна перебувати у верхній частині бака на відстані не менше 2/3 висоти бака від його днища, а патрубків для підживлення холодної води слід приєднувати до нижньої частини бака. При необхідності використання електронагрівача для підігріву води всередині бака-акумулятора його необхідно розташовувати горизонтально і розміщувати в верхній частині бака. При дотриманні зазначених умов забезпечується температурне

¹⁶Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

розшарування (стратифікація) рідини по висоті бака, при цьому температура води в нижній частині бака нижча, ніж у верхній. Завдяки цьому в колектор надходить вода з невисокою температурою, ККД колектора зростає і сонячна енергія використовується більш ефективно.

До речовин, які в занадто великій концентрації перешкоджають життєдіяльності мікроорганізмів, відносяться насамперед важкі метали і їх солі, лужні метали, лужноземельні метали, аміак, нітрати, сульфіді, детергенти, органічні розчинники, антибіотики.

У таблиці 2 для деяких речовин наведені значення концентрації, які ведуть до істотного уповільнення метаногенерації. Для детергентів, органічних розчинників і антибіотиків не має точних даних про критичні значення концентрації.

Більш високе положення бака-акумулятора відносно колектора сонячної енергії в водонагрівальних установках термосифонного типу має важливе значення не тільки для забезпечення циркуляції теплоносія в денний час (на схемі напрямом руху - за годинниковою стрілкою), але також і для запобігання циркуляції води в зворотному напрямку - проти часової стрілки - в нічний час. Це можливо при низькому положенні бака, коли гаряча вода з верхньої частини бака вночі надходить в колектор, там вона охолоджується за рахунок випромінювання енергії в навколишнє середовище і конвекції й повертається в нижню частину бака. Природно, це небажаний процес, так як він викликає втрати енергії, і для його запобігання бак-акумулятор повинен бути встановлений так, щоб його днище було вище верхньої відмітки нахиленого колектора сонячної енергії на 300-600 мм.

Передумовою безперешкодного розмноження бактерій слугує наявність живильного середовища, яке містить як вуглець і кисень для забезпечення цього процесу енергією, водень, азот, сірку й фосфор — для утворення білку, так і лужні метали, залізо й мікроелементи.

При цьому активність мікробної реакції значною мірою визначається співвідношенням вуглецю й азоту. Найбільш сприятливі умови відповідають значенням $C/N = 10...16$.

Якщо у вихідному субстраті вуглеводів більше, ніж білкових речовин, то утворюється мало амонійного азоту. Внаслідок цього виділяється менше CH_4 і більше H_2 і CO_2 , що призводить до збільшення виходу кислот, зниженню рН і тим самим до подальшого зменшення інтенсивності метанового бродіння. З іншого боку, надлишок білку й амінокислот обумовлює зростання значення рН більше 8, що також призводить до загасання процесу метаногенерації [2].

Сонячні водонагрівальні установки з природною циркуляцією теплоносія є саморегульованими системами, і витрата рідини в них повністю визначається інтенсивністю сонячного випромінювання, що надходить, а також теплотехнічними та гідравлічними характеристиками сонячного колектора, бака-акумулятора і сполучних трубопроводів.

В умовах холодного клімату в сонячному колекторі слід використовувати незамерзаючий теплоносій - суміш води з етилен- або пропіленгліколем, глізантін (суміш води з гліцерином) і ін. У цьому випадку схема стає двохконтурною. Теплота, отримана незамерзаючим теплоносієм в колекторі, передається воді за допомогою теплообмінника, розміщеного в нижній частині бака-акумулятора. За санітарно-гігієнічними нормами вода повинна бути надійно захищена від попадання теплоносія, що містить токсичні речовини.

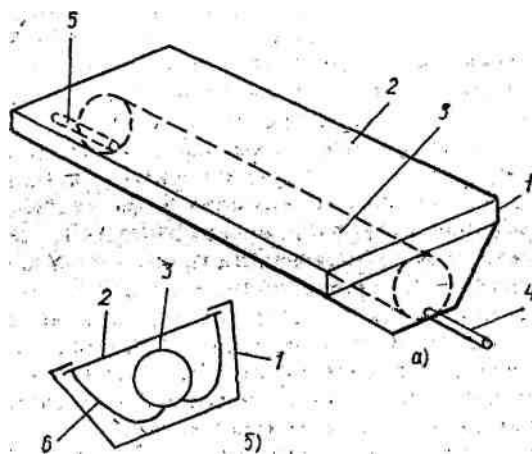
Кількість і склад газу, що утворюється в результаті повного розкладання органічної речовини, залежить від співвідношення $\text{C} : \text{H} : \text{O} : \text{N}$ у вихідному матеріалі та від температури процесу бродіння. З найважливіших сполук, що входять до складу органічної речовини, жири обумовлюють найбільший вихід газу з високим змістом CH_4 , білкові речовини — небагато менший, але теж з високим змістом CH_4 , і вуглеводи — відносно мало газу з найменшим змістом CH_4 .

Середній склад газу, яка можна одержати з екскрементів тварин при оптимальній температурі бродіння 34°C відповідає співвідношенню

$$\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 2 \text{ [2]}.$$

Повертаючись до розгляду компактних інтегрованих водонагрівачів, звернемо увагу на вихідну конструкцію, схематично показану на рис. 3.3, а. В

теплоізолюваному корпусі зі скляною верхньою кришкою 2 розміщена ємність 3 з чорної або селективною зовнішньою поверхнею. Для підведення холодної і відведення гарячої води передбачені патрубки. Ефективність водонагрівача можна підвищити за допомогою відбивача, що має спеціальну форму та розміщеного всередині корпусу (рис. 3.3, б). ККД компактних водонагрівачів досягає 60%. На рис. 3.4 показана конструкція компактного водонагрівача з сонячним колектором, виконаним із теплових труб з надітими на них за допомогою пружних притисків плоскими ребрами, що мають селективне покриття у вигляді фольги, що приклеєна до ребер. Теплота від абсорбера колектора передається баку-акумулятора контактним способом з допомогою листа, привареного до ребер і які дотикаються до всієї поверхні днища бака. Площа сонячного колектора становить всього 1,4 - 1,6 м², об'єм акумулятора дорівнює 60-100 л, ККД водонагрівача дорівнює 60%. Завдяки застосуванню теплових труб ефективність теплообміну достатньо висока, і вода, що поступає в бак, нагрівається за рахунок теплоти, що підводиться від колектора за допомогою контактного листа.



*Рис. 3.3. Компактний сонячний водонагрівач ємнісного типу;
 а - з однією або декількома ємностями з водою; б - з відбивачем сонячної енергії; 1 - корпус; 2 - скління; 3 - ємність; 4 - підведення холодної води; 5 - відведення гарячої води; 6 - відбивач
 В цьому випадку повністю виключається можливість забруднення води робочою рідиною, що знаходиться в теплових трубах.*

3.1.2. Водонагрівальні установки з примусовою циркуляцією.

Установки з примусовою циркуляцією теплоносія доцільно використовувати для гарячого водопостачання великих об'єктів. У них сонячний колектор являє собою великий масив модулів КСЕ. Ці установки мають велику теплопродуктивність, але, як правило, вони досить складні.

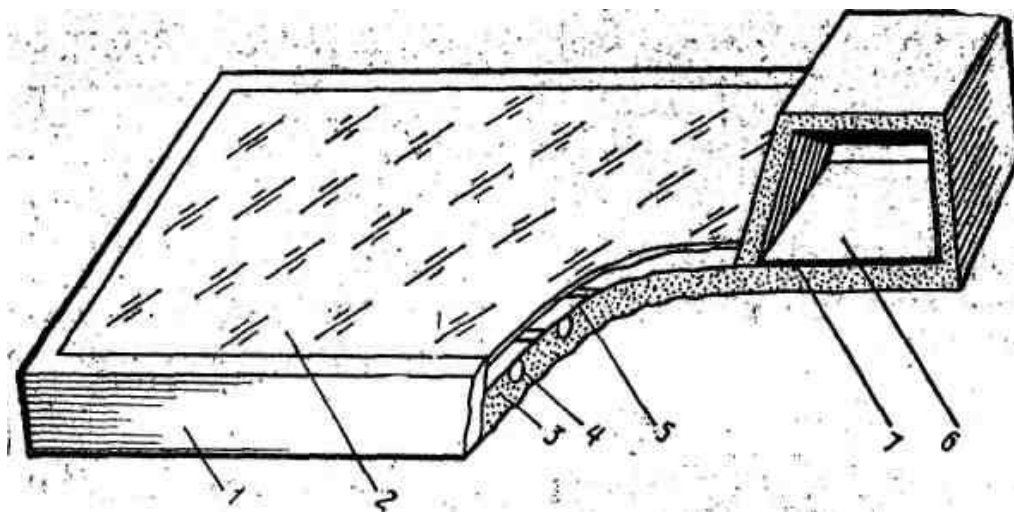


Рис. 3.4. Компактний сонячний водонагрівач:

1 - корпус; 2 - скління; 3 – теплоізоляція; 4 - теплова труба; 5 - ребро; 6 - бак; 7 - контактний лист

У холодному кліматі, як правило, застосовуються двох-контурні схеми водонагрівальних установок (рис. 3.5). У першому контурі, що складається з сонячного колектора і теплообмінника з циркуляційним насосом і розширювальним баком, використовується незамерзаючий теплоносій. Серед залишків і відходів сільськогосподарського виробництва найбільш багатими та необхідними для метанового бродіння живильними речовинами є екскременти тварин. Однак вони дуже різняться між собою як по наявності окремих компонентів (таб. 3), так і по хімічному складу залежно від того, про який вид тварин йде мова і який корм ці тварини споживають (табл. 1.4).

Другий контур утворюють бак-акумулятор, теплообмінник і електричний або газовий котел. Холодна вода підводиться в нижню частину бака-акумулятора, а вода, нагріта в теплообміннику, надходить у верхню частину бака, а звідти через автоматичний клапан змішувача і котел подається до споживачів. Все обладнання, крім сонячного колектора, встановлюється зовні, розміщується в будівлі, тому подібні системи можуть експлуатуватися і в холодний період року. Газовий котел призначений для доведення температури гарячої води, попередньо нагрітої за рахунок сонячної енергії, до необхідного значення. При відсутності сонячної радіації або недостатньому її надходженні вся теплове навантаження гарячого водопостачання забезпечується газовим котлом.

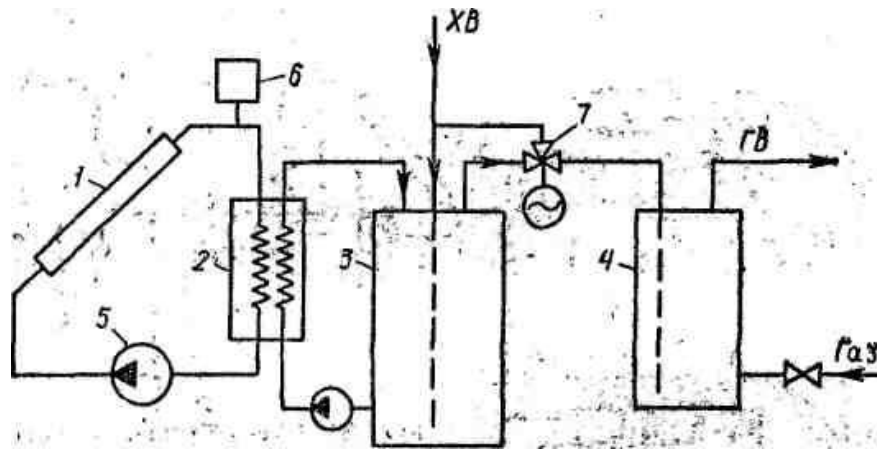


Рис. 3.5. - Двоконтурна схема сонячної водонагрівальної установки:

1 - сонячний колектор; 2 - теплообмінник, 3 - акумулятор гарячої води; 4 дублер (газовий котел); 5 - насос; 6 - розширювальний бак; 7 - автоматичний змішувальний клапан; ХВ і ГВ - холодна і гаряча вода.

Сонячні водонагрівачі можуть використовуватися в якості першого ступеня для попереднього підігріву води в звичайних паливних системах гарячого водопостачання житлового будинку.

Крім того, відходи тваринництва залежно від способу тримання тварин можуть містити в собі різні кількості води, підстилкового матеріалу й залишків корму.

Для зброджування рослинних матеріалів з високим змістом здатних до розкладання сполук вуглецю необхідне додавання багатих азотом речовин, наприклад курячого посліду або свинячого гною, щоб одержати співвідношення С/Н у межах, необхідних для безперешкодного протікання процесу бродіння [2]¹⁷.

Для досягнення високої ефективності всієї геліопаливної системи гарячого водопостачання слід остерігатися зміщення гарячої і холодної рідини в баці-акумуляторі, для чого в ньому необхідно підтримувати температурне розшарування (стратифікацію) рідини. Гаряча рідина має меншу щільність, ніж холодна, і тому вона знаходиться у верхній частині бака, а температура в ньому зменшується зверху вниз. Рідина подається в сонячний колектор з нижньої частини бака, де вона має найбільш низьку температуру, і завдяки цьому забезпечується більш високий ККД колектора. Нагріта рідина, з колектора подається в верхню зону бака. Для забезпечення

¹⁷Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

температурної стратифікації рідини в баці можна, зокрема, використовувати перфоровані горизонтальні перегородки, що розділяють бак на дві або кілька зон і запобігають перемішування шарів рідини з різними температурами. Відводити гарячу воду до споживача необхідно з верхньої частини бака, де також можна встановити електронагрівач, який буде забезпечувати необхідну температуру гарячої води при будь-яких погодних умовах. Однак найкращим рішенням є використання двох баків-акумуляторів - одного з високою температурою рідини, а другого - з низькою.

Активного обміну речовин і високої швидкості біохімічних обмінних процесів можна досягти, якщо підтримувати й безупинно оновлювати максимально можливу величину граничних поверхонь між твердою та рідкою фазами. Тому тверді матеріали, особливо рослинного походження, повинні бути попередньо підготовлені за допомогою подрібнюючого обладнання, щоб у результаті ефективного механічного впливу на шматки стебел і соломи одержати частки меншого розміру. Частка завислих у рідині твердих часток значною мірою залежить від технічних засобів, які використовуються для досягнення ретельного перемішування, гідравлічного транспортування субстрату й відділення газу. Сучасний рівень розвитку техніки дозволяє переробляти в сільськогосподарських біогазових установках субстрати зі вмістом твердих речовин до 12%, якщо розміри часток окремих волокнистих і стеблевидних твердих компонентів не перевищує 30 мм.

У принципі органічні речовини можна зброджувати і у твердій фазі, якщо мати досить вологе середовище. Однак зброджування твердих речовин практично не отримало промислового застосування, оскільки у твердій фазі не можна забезпечити перерозподіл і взаємне перемішування бактерій і субстрату, а також задовільний відвід газу.

Тверді речовини, щільність яких суттєво вище, ніж рідини, обумовлюють утворення осаду (седиментацію) або плаваючої кірки, чому сприяє флотація. Виникаючі у зв'язку із цим механіко-гідравлічні проблеми й погіршення процесу газоутворення можуть призвести до того, що для усунення подібних порушень будуть потрібні більш високі витрати технічних засобів і енергії. Ці труднощі можна виключити, якщо згадані речовини перед подачею в реактор відокремити від субстрату

за допомогою механічного сепаратора. Однак це приводить до відповідного до зменшення виходу газу [2]¹⁸.

Для забезпечення температурної стратифікації рідини в баці можна, зокрема, використовувати перфоровані горизонтальні перегородки, що розділяють бак на дві або кілька зон і запобігають перемішування шарів рідини з різними температурами. Відводити гарячу воду до споживача необхідно з верхньої частини бака, де також можна встановити електронагрівач, який буде забезпечувати необхідну температуру гарячої води при будь-яких погодних умовах. Однак найкращим рішенням є використання двох баків-акумуляторів - одного з високою температурою рідини, а другого - з низькою.

З економічних міркувань за рахунок сонячної енергії доцільно покривати до 80.% навантаження гарячого водопостачання, тому необхідно використовувати поряд з колектором сонячної енергії (КСЕ) також додаткове джерело енергії; (ДІЕ). На рис. 3.0 показані схеми підведення енергії від ДІЕ: 1) безпосередньо в бак-акумулятор (АТ); 2) до гарячої води (ГВ) на виході з бака-акумулятора або 3) до холодної води (ХВ) на байпасній лінії. В якості ДІЕ може використовуватися електронагрівач або паливний котел. Циркуляція теплоносія в контурі КСЕ здійснюється насосом Н. Зміна ефективності системи в залежності від застосовуваного методу підведення додаткової енергії пов'язано з середнім рівнем температури води в колекторі. При підведенні додаткової енергії безпосередньо в бак-акумулятор (рис. 3.6, а) підвищується середня температура теплоносія в колекторі, а отже, знижується його ККД і теплопродуктивність і в результаті збільшується споживання додаткової енергії. Це означає, що сонячна енергія використовується недостатньо ефективно. Найкращим чином сонячна енергія використовується при послідовній схемі підключення дублюючого джерела енергії (рис. 3.6, б). У цьому випадку вода попередньо підігрівається за рахунок сонячної енергії до порівняно невисокою температури, тому середній рівень температури теплоносія в колекторі низький, а ККД і теплопродуктивність колектора максимальні. Схема підведення додаткової енергії в холодній воді в байпасній лінії найменш вдала, оскільки при цьому недостатньо повно

¹⁸Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

використовується сонячна енергія через те, що частина води взагалі не нагрівається нею, а надходить відразу в паливний дублер. Що ще стосується ККД і теплопродуктивності самого колектору, то в цьому відношенні дана схема аналогічна другій схемі.

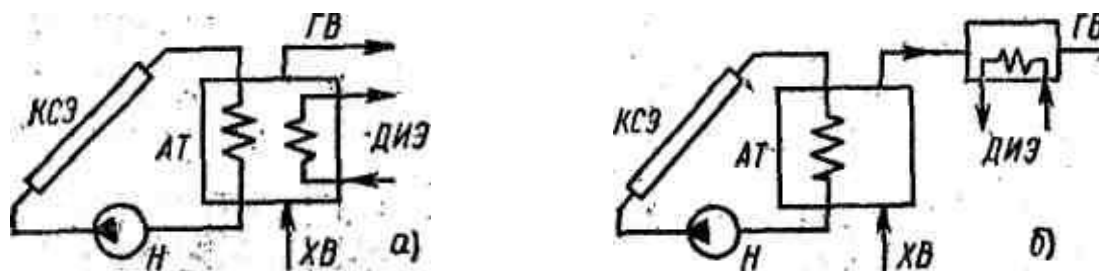


Рис. 3.6. - Схеми підведення теплоти від додаткового джерела енергії

Можна дати такі рекомендації щодо схемного рішення комбінованих сонячно-паливних установок гарячого водопостачання. По-перше, необхідно забезпечувати уловлювання максимально можливої кількості сонячної енергії, що досягається зниженням середнього рівня температури теплоносія в колекторі і використанням ефективного колектора. По-друге, слід виходити з того, що сонячна енергія повинна використовуватися для попереднього підігріву теплоносія, в той час як додаткове джерело енергії (паливо або електроенергія) - для доведення теплоносія до необхідної температури. При такому підході забезпечується максимальна економія палива завдяки найбільш ефективному використанню сонячної енергії.

Впровадження технології переробки бурякового жому шляхом метанування, являється не складним, з технологічної точки зору, процесом і не буде вимагати значних перепланувань підприємства та закупки дорогого обладнання, хоча й потребує деякої території для розташування. Також при метануванні жому на цукровому заводі можна додавати бурякове листя, хвостики та меласу, які в певній кількості завжди присутні на підприємстві і підлягають утилізації. Додавання цих відходів позитивно вплине на вихід біогазу, тому що вони мають більший, в порівнянні з жомом, енергетичний потенціал (з 1 тонни бадилля буряків і меласи можна отримати 200 та 430 м³ біогазу відповідно). Біогазова установка буде працювати в комплексі з іншим обладнанням заводу і безперервно буде отримувати жом після основного технологічного процесу.

По-третє, необхідно уникати змішування середовищ з різними рівнями температури в акумуляторі теплоти, зокрема, з цієї точки зору не рекомендується розміщувати електронагрівач в нижній частині бака-акумулятора або здійснювати підведення теплоти від дублера безпосередньо в бак-акумулятор геліоустановки. Як мінімум, верхня частина бака, де розміщується дублер, повинна бути відділена перфорованою перегородкою від нижньої, в яку підводиться теплота від сонячного колектора. Оптимальним рішенням є використання двох баків - одного з низькою температурою теплоносія, що забезпечується сонячним нагріванням, а другого з високою температурою, яка забезпечується дублером.

З дифузійного апарату жом транспортером потрапляє збірний бункер (2), після цього подається на зважування і подрібнювання (3). Подрібнені жом і органічна маса змішуються з сумішшю (4), яка подається в ферментатор-метантенк (5). В зв'язку з тим, що жом після пресів подається нагрітим, близько 55 °С, то його попередньо охолоджують до температури 37 °С перед початком бродіння. Після цього суміш розділяється на дві частини і подається на дві лінії ферментаторів-метантенків (рис. 8.25), які працюють паралельно, кожна лінія містить декілька ферментаторів. В ферментаторі за рахунок певної конструкції і підігріву витримуються оптимальні умови для протікання процесу ферментації. Ферментатор знизу розділений на три зони і суміш рівномірно подається а кожную зону через проміжок часу близько 20 хв. З певної висоти суміш з ферментатора забирається і одна її частина направляється в кінцевий ферментатор, де відбувається завершаюча стадія ферментації, а інша подається в змішувач.

Після завершення процесу ферментації осад перекачують в жомові ями – це і є добриво. Газ, що накопичується в верхній частині ферментаторів відкачують і направляють в газгольдер, де підтримують постійний тиск і об'єм. В випадку переповнення газгольдера, надлишки біогазу спалюються в факельній установці. Отриманий біогаз має приблизно такий хімічний склад: CH_4 -55-70%, CO_2 -27-43% та $>1\%$ H_2S , H_2 , (процентний вміст CH_4 залежить від якості сировини та дотримання параметрів технологічного процесу). Після газгольдера газ піддають процедурі осушення, для конденсації водного пару. Що міститься в біогазі, і стиснення компресорними установками до тиску близько 1,2-1,5 атм., при цьому охолодивши

його до температури 25 °С. Далі газ направляють на котли або когенераційні установки. Для безпосереднього спалювання газу в існуючих котлах їх потрібно переобладнати згідно з вимогами, замінивши пальники.

Практично досяжний у промисловій установці вихід биогазу залежить від багатьох факторів, вплив яких, обумовлене конструкцією установки й виробничими умовами, може бути дуже різним. Істотне значення мають наступні фактори:

- завантаження робочого простору (кількість органічної маси, що завантажується, у відношенні до одиниці часу і одиницю чистого об'єму реактора);

- технологічний час циклу бродіння (час перебування в реакторі органічної маси, що подається в нього);

- інтенсивність перемішування [2]¹⁹.

При безперервному або квазі-безперервному технологічному процесі зброджування, найбільша інтенсивність розкладання виходить у тому випадку, якщо кількість органічної речовини, яка додається в одиницю часу до субстрату, що перебуває в реакторі, відповідає кількості органічної речовини, що вже розклалася до даного моменту. Додавання більших партій субстрату призводить до одержання субстрату що погано розклався і, відповідно, до меншого виходу газу, а додавання менших партій субстрату — до гіршого використання робочого об'єму реактора.

Якщо реактор, що працює в дискретному режимі, заповнювати занадто швидко, то порушується співвідношення між наявною кількістю активних бактерій і масою живильних речовин, внаслідок чого обмін речовин також не може протікати в оптимальному режимі, і відповідно виділяється менше газу в одиницю часу й на одиницю маси органічної речовини. Найбільший вихід газу з екскрементів різних сільськогосподарських тварин за умови гарного перемішування й невеликої в'язкості субстрату може бути отриманий при значеннях завантаження реактора, наведених у таблиці 1.7.

На рис. 3.7 показана схема душової kabіни, що випускається ВО «Моссантехконструкція». Вона виготовляється з азбестоцементних плит. Її габарити 1850X1900X1150 мм. Колектор площею 2 м² і бак ємністю 100 л розміщені на даху. На

¹⁹Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Брендерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

жаль, кабіна має велику масу, яка без води в системі становить 360 кг. За один літній день в Підмосков'ї можна отримати від 120 до 160 л води з температурою 40 °С, а за сезон з квітня по вересень можна отримати економію в 400-700 кг умовного палива.

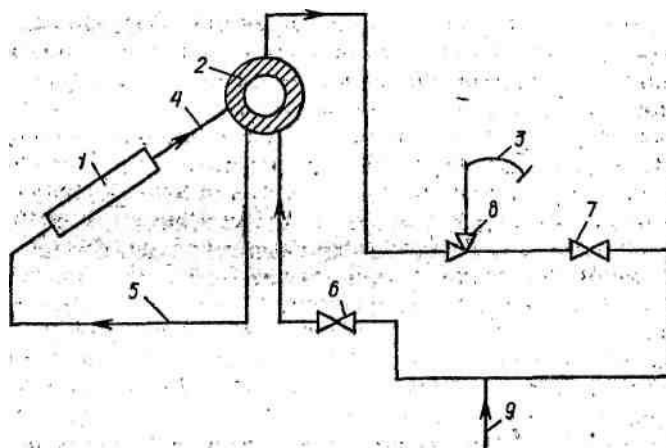


Рис. 3.7. Схема душової кабіни:

1 - колектор; 2 - бак гарячої води; 3 - душ; 4, 5 - труби; 6, 7 - вентилі; 8 - кран перемикавання; 9 - водопровід

Для індивідуальних споживачів слід рекомендувати використовувати водонагрівачі з природною циркуляцією води або компактні пристрої, оскільки вони мають добру ефективність при невисокій ціні і прості в конструктивному відношенні, а, відповідно, і надійні.

3.2. Системи сонячного постачання будівель.

Уже зараз в різних районах південної частини нашої країни експлуатуються дослідні сонячні установки теплопостачання будівель, в перспективі масштаби впровадження систем сонячного опалення будуть більш значними.

Розрізняють активні і пасивні системи сонячного теплопостачання будівель. Характерною ознакою активних систем є наявність колектора сонячної енергії, акумулятора теплоти, додаткове джерело енергії, трубопроводів; теплообмінників, насосів або вентиляторів і пристроїв для автоматичного контролю і управління. У пасивних системах роль сонячного колектора і акумулятора теплоти зазвичай виконують самі огорожувальні конструкції будівлі, а рух теплоносія (повітря)

здійснюється за рахунок природної конвекції без використання вентилятора. У країнах ЄС в 2000 р пасивні геліосистеми будуть давати економію 50 млн. т нафти в рік.

З таблиці видно, що завантаження реактора повинно бути тим нижче, чим вища частка здатних до розкладання речовин в органічній масі що надходить у реактор, і чим більш в ній частка аміаку (курячий послід) [2].

Час необхідний для повного зброджування маси, як правило, досить тривалий, що відповідно повинно було б призвести до застосування реакторів більших розмірів. Тому, виходячи з економічних міркувань, трохи скорочують час перебування маси в реакторі, свідомо йдучи на деяке зниження виходу газу.

Вибір часу перебування маси в реакторі залежить, з одного боку, від швидкості реакції, властивої кожному конкретному виду зброджуваного матеріалу, з іншого боку, від заданого ступеня розкладання, який визначає вихід газу й ослаблення інтенсивності запаху маси, що перебродила (шламу). Крім того, слід враховувати, що зі збільшенням часу бродіння збільшується вміст CH_4 у загальному об'ємі газу, що виділяється, і одночасно зменшується вміст CO_2 , що означає поліпшення якості одержуваного газу (мал. 1.8) [2]²⁰.

Геліосистема теплопостачання може працювати ефективно тільки в тому випадку, якщо при розробці конструкції самої будівлі враховувалися вимоги, направлені на зниження потреби в тепловій енергії. Це найкраще досягається в так званих надізольованих будинках, що мають хорошу теплову ізоляцію стін, стелі, підлоги і практично герметичну конструкцію зовнішніх огорожень. В таких будинках коефіцієнт тепловтрат для стін становить всього $0,15 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$, а неконтрольована природна інфільтрація зовнішнього повітря в будівлю характеризується надзвичайно низькою кратністю повітрообміну ($0,1 \text{ год}^{-1}$). Необхідна якість повітря всередині приміщень забезпечується за рахунок регульованої вентиляції (не менше $0,5 \text{ л/год}$ повітрообміну на годину) з утилізацією теплоти повітря, що виводиться. Загальний коефіцієнт тепловтрат в таких будівлях лежить в межах $0,7 - 1,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$.

²⁰Баадер В. Биогаз: теория и практика / В.Баадер, Е.Доне, М.Бренндерфер.— М.: Колос, 1982. — 148 с.

Інтенсивним перемішуванням вмісту реактора досягається контакт бактерій із субстратом внаслідок постійної зміни орієнтації й відновлення граничних поверхонь окремих фаз, а також утрудняється нагромадження проміжних і кінцевих продуктів процесу розкладання. Будучи основною передумовою високої швидкості реакції, перемішування сприяє також рівномірному розподілу живильних речовин в об'ємі реактора. У той же час воно перешкоджає утворенню осаду й плаваючої кірки й забезпечує переміщення маси в реакторі [2].

Значення і роль ресурсів у процесі виробництва якнайповніше розкривається в рамках ресурсної теорії. Однак дослідження економічної сутності ресурсозбереження повинно розглядатися з урахуванням ширшого спектру понять, до яких слід віднести «ресурси», «ресурсний потенціал». Тісний зв'язок між ними не скасовує їх принципової відмінності, яка полягає в тому, що ресурси можуть існувати незалежно від суб'єктів господарювання, а потенціал окремого підприємства є невідокремленим від нього, як від суб'єкта діяльності. Тобто «потенціал», окрім різного роду ресурсів, включає також здібності та можливості підприємства, його персоналу, до ефективного використання наявних ресурсів.

Серед сучасних понять, ресурсозбереження займає значне місце в Римському клубі - неформальна міжнародна організація, що об'єднує вчених різних спеціальностей. У матеріалах Римського клубу саме ресурсозбереження визнано методом вирішення соціально- економічних та соціальних проблем. Фактично вони ототожнюють ресурсозбереження із заощадженням, зберіганням, невикористанням ресурсів у процесі виробництва.

На сьогодні частка використання нетрадиційних джерел енергії у світі ще є незначною (близько 14 %), але їх потенціал на кілька порядків перевищує рівень світового споживання паливно-енергетичних ресурсів. У найближчі 10 років прогнозується щорічне зростання світових обсягів виробництва електроенергії з альтернативних видів палива на 9,2 %.

Тепловтрати будівлі частково компенсуються за рахунок тепловиділення людей, електропобутових та освітлювальних приладів і обладнання, яке зменшує теплове навантаження опалення приблизно на 1/3. Загальний ефект надізоляції будівель полягає в скороченні тривалості опалювального періоду і зниженню сумарних річних витрат теплоти. Завдяки цьому зменшується тривалість періоду роботи геліосистеми та підвищуються її техніко-економічні показники, а також річна частка сонячної енергії в покритті теплового навантаження. Одночасно знижується пікове навантаження опалення в результаті цього зменшується необхідна продуктивність додаткового (резервного) джерела енергії. Розподіл теплоти між окремими кімнатами може здійснюватися шляхом природної конвекції повітря через відкриті двері.

Другий підхід зниження теплових втрат будівель полягає у використанні високоефективних вікон, наприклад зі спеціальними покриттями на склі або полімерних плівках, розташованих між двома шарами скла. Можуть використовуватися покриття, що забезпечують високу пропускну здатність по відношенню до сонячної енергії, і покриття з низькою випромінювальною здатністю для теплового випромінювання. При використанні таких вікон температура внутрішньої поверхні підвищується і завдяки цьому зменшується конденсація водяної пари на склі і збільшується відчуття комфорту. Використання спеціальних вікон, герметичних рам з вакуумірованим проміжком між двома шарами скління поряд зі зменшенням тепловтрат також знижує рівень проникаючого шуму.

Отже, в будівлях, в яких передбачається ефективне використання сонячної енергії, повинен бути забезпечений високий рівень збереження енергії, особливо в умовах холодного клімату. При цьому потужність геліосистеми і додаткового джерела енергії, а також їх розміри і вартість будуть мінімальними.

3.3. Паливні геліосистеми опалення будівель.

Для опалення будівель використовуються такі типи пасивних геліосистем:

- з прямим уловлюванням сонячного випромінювання, що надходить через засклені поверхні великої площі на південному фасаді будівлі (рис. 3.9, а) або через сонячну теплицю, що примикає до південної стіни будівлі; (зимовий сад, оранжерею) (рис. 3.9, б);

- з непрямим проникненням сонячного випромінювання, тобто з теплоакumuлюючою стіною, розташованою за склінням південного фасаду (рис. 3.9, в);

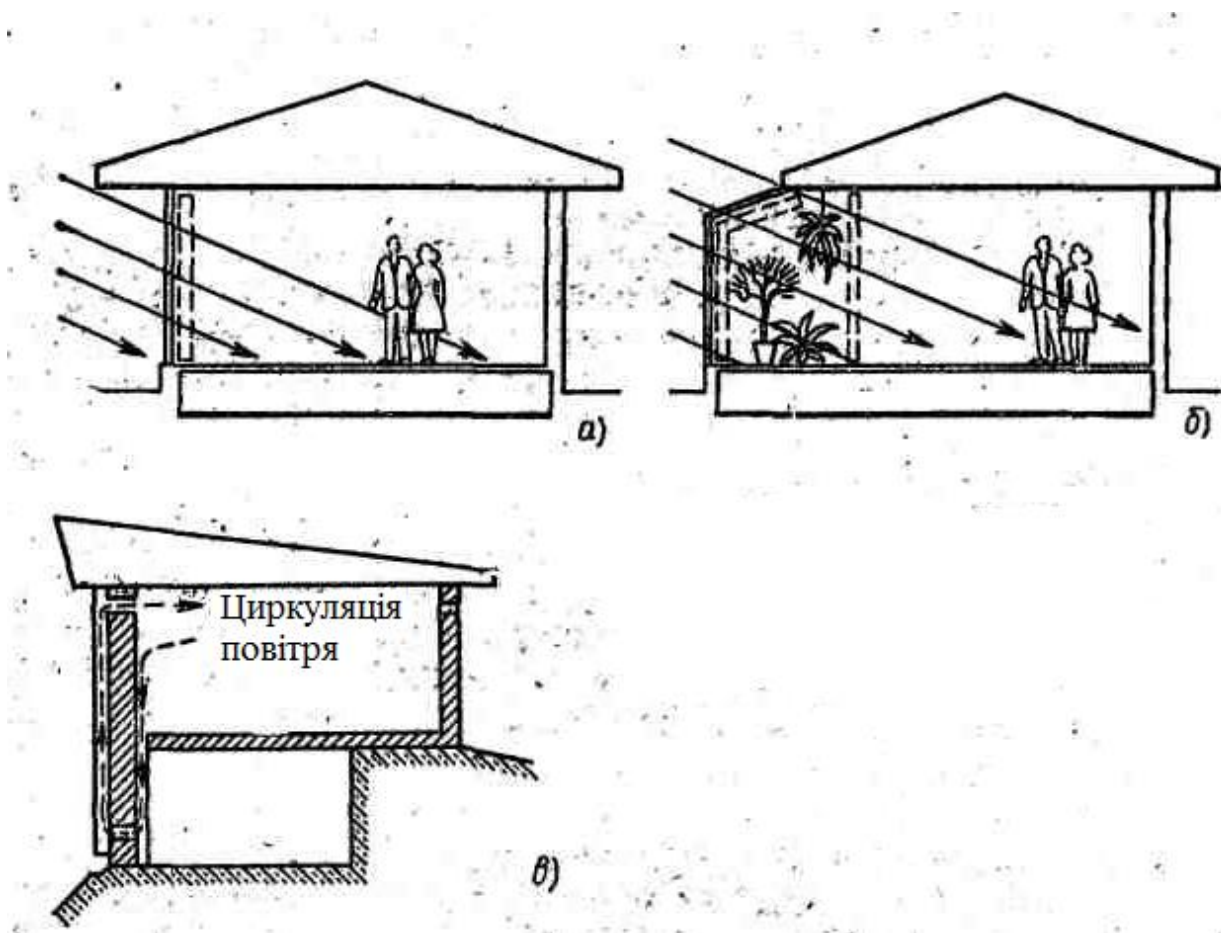


Рис. 3.9. – Типи пасивних геліосистем опалення, будинків.

а - з прямим уловлюванням сонячної енергії, б - з прибудованою теплицею, в – з теплоакumuлюючою стіною.

з контуром конвективної циркуляції повітря і гальковим акумулятором теплоти. Дім з такою системою (показано на рис. 3.10). Крім того, можуть використовуватися гібридні системи, що включають елементи пасивної і активної геліосистеми.

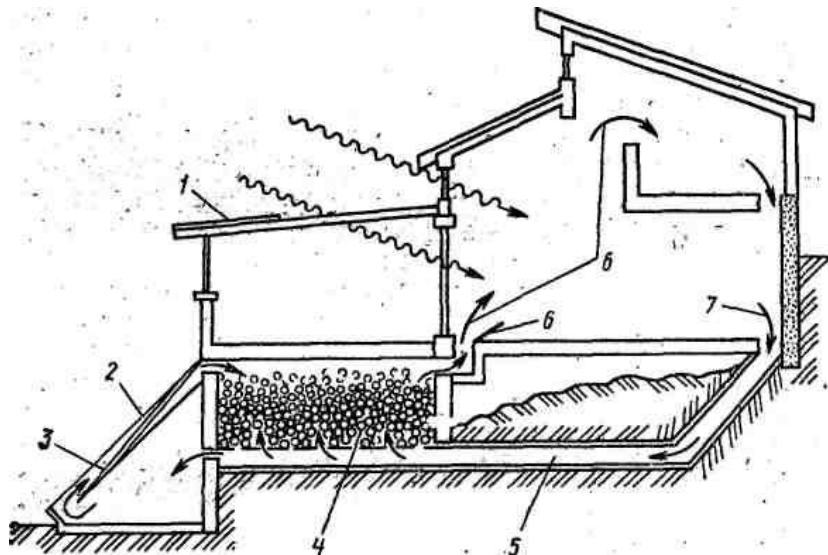


Рис. 3.10. - Сонячний будинок з прямим уловлюванням сонячної енергії

1 - сонцезахисний пристрій; 2 - повітряний колектор; 3 - чорний металевий лист; 4 – камені; 5 - повернення повітря; 6 - регулювання потоку повітря; 7 - свіже повітря; 8 - тепле повітря

Пасивні система складають інтегральну частину самої будівлі, яка повинна проектуватися таким чином, щоб забезпечувати найбільш ефективно використання сонячної енергії для опалення. Поряд з вікнами і зашкеленими поверхнями південного фасаду для уловлювання сонячного випромінювання також використовуються зашкелені отвори на даху і додаткові вікна у верхній частини будівлі, які підвищують рівень комфорту людини, так як виключають пряме попадання сонячних променів в обличчя. Одне з найважливіших умов ефективної роботи пасивної геліосистеми полягає в правильному виборі місця розташування і орієнтації будівлі на основі критерію максимального проникнення і уловлювання сонячного випромінювання в зимові місяці.

Пряме уловлювання сонячної енергії може ефективно здійснюватися при дотриманні наступних умов:

- конвективним контуром для нагрівання повітря і акумулюванням
- теплоти в шарі каменів:

1) оптимальна орієнтація будинку - уздовж осі схід - захід або з відхиленням до 30° від цієї осі;

2) на південній стороні будинку повинно бути зосереджено не менше 50-70% всіх вікон, а на північній - не більше 10%, причому південні вікна повинні мати двошарове скління, а північні вікна тришарове;

3) будівля; повинно мати поліпшену теплову ізоляцію, і низькі тепловтрати внаслідок інфільтрації зовнішнього повітря;

4) внутрішнє планування будівлі повинно забезпечувати розташування житлових кімнат з південного боку, а допоміжних приміщень - з північної;

5) повинна бути забезпечена достатня теплоакumuлююча здатність внутрішніх стін і підлоги для поглинання і акумулювання теплоти сонячної енергії;

6) для запобігання перегріву приміщень в літній період над вікнами повинні бути передбачені навіси, козирки і .т. п. ККД такої системи опалення, як правило, складає 25-30%, але в особливо сприятливих кліматичних умовах може бути значно вище і досягати 60%. Недоліком цієї системи є великі добові коливання температури повітря всередині приміщень.

РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.

На сьогоднішній день, одним з найбільш складних моментів, утримують розвиток індустрії для електромобілів і електроциклів, отже, зростання їх популярності, є відсутність великої кількості зарядних станцій, в яких вони - дуже потребують.

Для того, щоб замінити бензинових побратимів і цілий день залишатися в строю - одній нічній зарядки не вистачає, а звичайних зарядних станцій поки ще дуже мало навіть в найрозвиненіших країнах. В Україні, тут поки налічується невелика кількість електрозаправок. Така ситуація відлякує автолюбителів і суттєво гальмує популяризацію екологічного транспорту. Карта розташування електрозаправок в Україні представлено на рисунку 4.1.

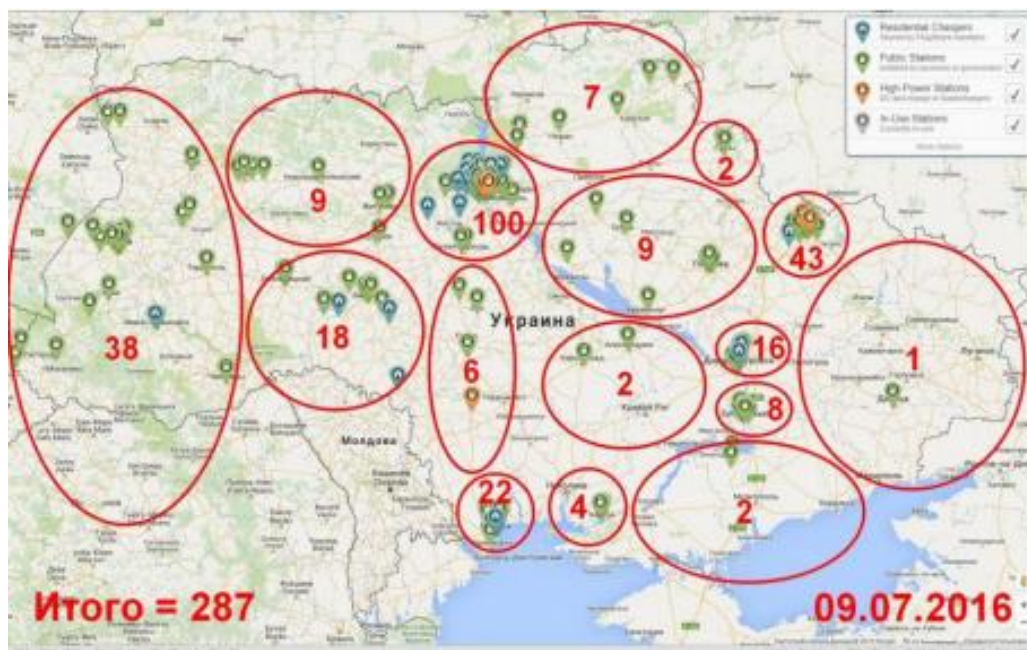


Рис. 4.1 - Карта розташування електрозаправок.

У даній дипломній роботі пропонується використовувати сонячні батареї (СБ) для зарядки електроциклів (рис. 4.2).



Рис. 4.2 - Зовнішній вигляд запропонованої автозаправки з використанням системи СЕС

4.1. Фотоелектричні елементи і їх види.

Фотоелектричні елементи являють собою об'єднання безлічі фотоелектричних перетворювачів, зафіксованих на жорсткій або гнучкій підкладці. Кожен фотоелемент панелі складається з двох пластин кремнію з токоотводящій мідними смужками. У місці зіткнення пластини мають найтонше покриття: одна - борне, інша - фосфорне. Під дією фотонів сонячного світла в фотоелементі з'являються області з надлишком і недоліком (так звані «дірки») електронів. На стику пластин, в місці напівпровідникового р-п переходу, виникає електрогенеруючий ефект. Далі електричний струм по мідним смужках надходить до перетворювачів напруги (рис. 4.3).

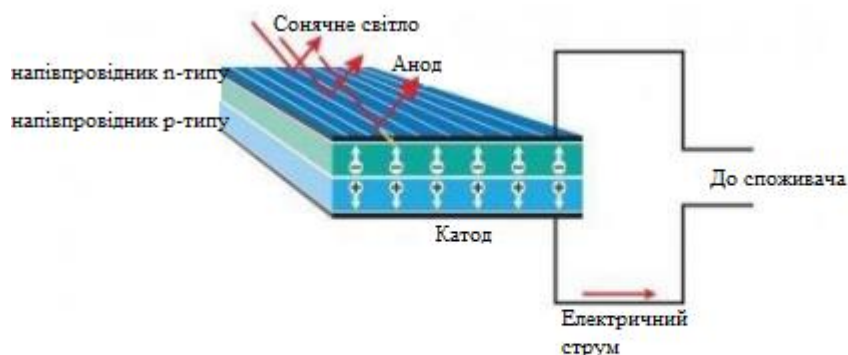


Рис.4.3 - Принцип роботи сонячного елемента.

На продуктивність сонячних панелей багато в чому впливає орієнтація кристалів і чистота кремнію. Протягом останніх десятиліть розробники б'ються над

поліпшенням цих параметрів, здешевленням виробництва очищеного, однорідного силіциуму. В якості напівпровідникового матеріалу може виступати не тільки кремній, але принцип роботи сонячних панелей залишається тим ж.

4.1.1. Фотоелементи з монокристалічного кремнію

Для виробництва сонячних панелей монокристалічного типу використовують очищений, найчистіший кремній. Такий вид сонячної панелі виглядає як силіконові стільники, або осередки, які з'єднані в одну структуру. Після того, як очищений монокристал твердне, його поділяють на супертонкі пластини, товщиною до 300 мкм. такі готові пластини з'єднані тонкою сіткою з електродів. У порівнянні з аморфними батареями, такі коштують дорожче, адже технологія їх виробництва в рази складніше. При цьому такі батареї варто вибрати хоча б за їх високий коефіцієнт корисної дії (ККД). На рівні 20%. Так, для сонячних батарей це хороший показник. Зовнішній вигляд панелей представлений на рисунку 4.4.



Рис. 4.4 - Зовнішній вигляд монокристалічної панелі.

4.1.2. Фотоелементи з полікристалічного кремнію

Для того щоб отримати полікристали, кремнієву субстанцію повільно охолоджують. Такий підхід до технології виробництва значно дешевше ніж в попередньому типі панелей, тому й коштує цей вид дешевше. При цьому для виготовлення потрібно менше енергії, а це ще раз благотворно діє на ціну. Тому у таких батареї ККД нижче - до 18%. Пов'язано таке падіння коефіцієнта з утвореннями всередині полікристала, які знижують ефективність. Зовнішній вигляд такої панелі представлений на рисунку 4.5.



Рис. 4.5 - Зовнішній вигляд панелі з полікристалічного кремнію

4.1.3. Фотоелементи з аморфного кремнію

Даний вид сонячних батарей можна віднести як до кремнієвим (тому що матеріал виготовлення - кремній) так і до плівковим, адже виготовлені вони за принципом виробництва плівкових батарей. Але все ж відмінності є. На сьогоднішній день існує три покоління аморфних сонячних панелей (рис. 4.6). І якщо ефективність перших зразків становила всього лише 4-5%, ККД останніх розробок досягає 12%. На ринку ж масово представлені панелі другого покоління з продуктивністю 8-9%. Протягом стандартного для них терміну служби 20-25 років потужність аморфних фотоелементів знижується на 15-20%.

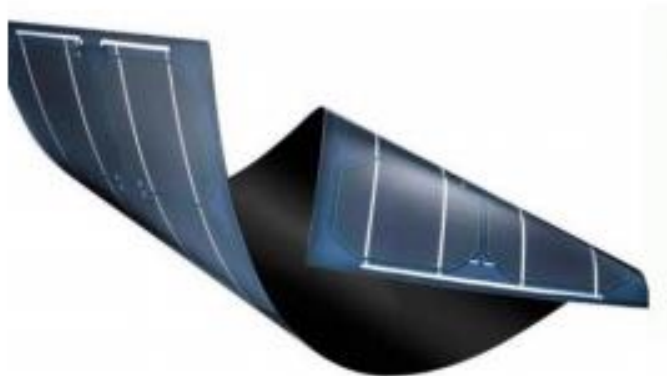


Рис. 4.6 – Зовнішній вигляд панелі з аморфного кремнію

Проте низьке енергоспоживання, простота виробництва і невисока його вартість, можливість виробництва великих за розмірами елементів робить модулі з аморфного кремнію затребуваними в найширших сферах людської діяльності. Аморфний кремній досить широко застосовується при виробництві годин і калькуляторів, однак для

установок великої потужності він непридатний внаслідок меншої стабільності. «Метод осадження з газової фази», за допомогою якого відбувається виготовлення аморфного кремнію, полягає в осадженні тонкої плівки кремнію на підкладку і нанесенні захисного покриття.

Окремі випадки використання примітивних біогазових технологій були зафіксовані в Китаї, Індії, Ассирії та Персії починаючи з XVII століття до нашої ери. Проте систематичні наукові дослідження біогазу почалися тільки в XVIII столітті нашої ери, через майже 3,5 тисячі років.

У 1764 році Бенджамін Франклін у своєму листі Джозефу Прістлі описав експеримент, в ході якого він зміг підпалити поверхню дрібного заболоченого озера в Нью Джерсі, США.

Перше наукове обґрунтування утворення займистих газів в болотах і озерних відкладеннях дав Олександр Вольта в 1776 р, встановивши наявність метану в болотному газі. Після відкриття хімічної формули метану Дальтоном в 1804 році, європейськими вченими були зроблені перші кроки в дослідженнях практичного застосування біогазу.

Свій внесок у вивчення утворення біогазу внесли і російські вчені. Вплив температури на кількість газу, що виділяється вивчив Попов в 1875 році. Він з'ясував, що річкові відкладення починають виділяти біогаз при температурі близько 6 °С. Зі збільшенням температури до 50 °С, кількість газу, що виділяється значно збільшувалася, не змінюючись за складом - 65% метану: 30% вуглекислого газу, 1% сірководню і незначна кількість азоту, кисню, водню і окислу вуглецю. В.Л. Омелянський детально дослідив природу анаеробного бродіння і бактерій, беруть у ньому участь.

Незабаром після цього, в 1881 році, почалися дослідження європейських учених з використання біогазу для обігріву приміщень і освітлення вулиць. Починаючи з 1895 року, вуличні ліхтарі в одному з районів міста Ексетер забезпечувалися газом, який виходив в результаті бродіння стічних вод і збирався в закриті ємності. Через два роки після цього з'явилося повідомлення про отримання біогазу в Бомбеї, де газ збирався в колектор і використовувався в якості моторного палива в різних двигунах.

На початку ХХ століття були продовжені дослідження в галузі підвищення кількості біогазу шляхом збільшення температури бродіння. Німецькі вчені Імхофф і Бланк в 1914-1921 рр., запатентували ряд нововведень, які полягали у введенні постійного підігріву ємностей. У період Першої світової війни почалося поширення біогазових установок по Європі, пов'язане з дефіцитом палива. Господарства, де були такі установки, знаходилися в більш сприятливих умовах, хоча установки були ще недосконалі і в них використовувалися далеко не оптимальні режими.

Одним з найважливіших наукових кроків в історії розвитку біогазових технологій є успішні експерименти Бусвелла по комбінуванню різних видів органічних відходів з гноєм в якості сировини в 30-х роках ХХ століття.

Перший великомасштабний завод з виробництва біогазу був побудований в 1911 році в англійському місті Бірмінгем і використовувався для знезараження осаду стічних вод цього міста. Що вироблявся використовувався для виробництва електроенергії. Таким чином, англійські вчені є піонерами практичного застосування нової технології. Вже до 1920 року вони розробили кілька типів установок для переробки стічних вод. Перша біогазова установка для переробки твердих відходів з об'ємом реактора 10 м^3 була розроблена Німаном і Дюселей і побудована в Алжирі в 1938 році.

У роки Другої світової війни, коли енергоносії катастрофічно не вистачало, у Німеччині та Франції був зроблений акцент на отримання біогазу з відходів сільськогосподарського виробництва, головним чином з гною тварин. У Франції до середини 40-х років експлуатувалося близько 2 тисяч біогазових установок для переробки гною. Цілком природно, цей досвід поширювався на сусідні країни. В Угорщині також існували установки для виробництва біогазу. Це відзначають солдати Радянської Армії в основному, вихідці з сільських районів СРСР, які визволяли Угорщину від німецьких військ і дивуються, що в селянських господарствах гній худоби не лежав у купах, а завантажувався у закриті ємності, звідки отримували горючий газ.

Європейські установки довоєнного періоду не витримали конкуренції в післявоєнний час з боку дешевих енергоносіїв (рідке паливо, природний газ, електроенергія) і були демонтовані. Новим імпульсом для їх розвитку на новій основі

стала енергетична криза 70-х років, коли почалося стихійне впровадження біогазових установок в країнах південно-східної Азії. Висока щільність населення й інтенсивне використання усіх придатних для обробітку сільськогосподарських культур площ землі, а також досить теплий клімат, необхідний для використання біогазових установок в найпростішому варіанті - без штучного підігріву сировини, лягли в основу різних національних і міжнародних програм з впровадження біогазових технологій.

Сьогодні біогазові технології стали стандартом очищення стічних вод та перероблення сільськогосподарських та твердих побутових відходів і використовуються в більшості країн світу.

Внаслідок такого осадження утворюються проводять електрику р-п переходи. Такі модулі ефективні навіть у умовах слабкої освітленості і хмарності і краще захищені від агресивного впливу зовнішніх факторів. Оскільки фотоелектричні модулі з аморфного кремнію ефективніше працюють при зниженій освітленості, то при однаковій встановленій потужності в порівнянні з фотоелектричними модулями з монокристалічного кремнію перші виробляють електроенергії протягом року на 15-20% більше.

4.2. Переваги сонячних панелей.

• Низькі поточні витрати

Фотоелементи працюють на безкоштовному паливі - сонячній енергії. Завдяки відсутності рухомих частин, вони не вимагають особливого догляду. Рентабельні фотоелектричні системи є ідеальним джерелом електроенергії для станцій зв'язку в горах, навігаційних бакенів у морі і інших споживачів, розташованих далеко від ліній електропередач.

• Екологічність

Оскільки при використанні фотоелектричних систем не спалюється паливо і не є рухомих частин, вони є безшумними і чистими. Ця їх особливість надзвичайно корисна там, де єдиною альтернативою для отримання світла і електроживлення є дизельні і газові лампи.

- *Низькі витрати на будівництво*

Розміщують фотоелектричні системи зазвичай близько до споживача, а отже, лінії електропередачі не треба тягнути на далекі відстані, як у разі підключення до ліній електропередач. До того ж, не потрібен понижуючий трансформатор. Менше проводів означає низькі витрати і більш короткий період установки.

- *Застосування фотомодулів*

Сонячні фотоелементи є цілком реальною технічно і економічно вигідною альтернативою викопному паливу в ряді застосувань. Сонячний елемент може безпосередньо перетворювати сонячне випромінювання в електрику без застосування будь-яких рухомих механізмів. Завдяки цьому, термін служби сонячних генераторів досить тривалий. Фотоелектричні установки качають воду, забезпечують нічне освітлення, заряджають акумулятори, подають електрику в загальну енергосистему і т. д. Вони працюють в будь-яку погоду. при змінній хмарності вони досягають 80% своєї потенційної продуктивності; в туманну погоду - близько 50%, і навіть при суцільній хмарності вони виробляють до 30% енергії.

У більшості розвинених країн переробка органічних відходів в біогазових установках частіше використовується для виробництва теплової енергії та електроенергії. Вироблена таким чином енергія становить близько 3-4% всієї споживаної енергії в європейських країнах. У Фінляндії, Швеції та Австрії, які заохочують використання енергії біомаси на державному рівні, частка енергії біомаси сягає 15-20% від всієї споживаної енергії.

Використання електроенергії та тепла, виробленого за допомогою анаеробної переробки біомаси, в Європі зосереджено, в основному в Австрії, Фінляндії, Німеччині, Данії і Великобританії. У Німеччині на даний момент налічується близько 2000 великих установок анаеробного зброджування. Кількість біогазових установок з обсягами реакторів більше 2000 м³ кожна в Австрії складає в даний час більше 120, близько 25 установок знаходяться в стадії планування та спорудження.

Високий ступінь розвитку ринку біогазових технологій може бути застосований при очищенні муніципальній стічних вод, очищенні індустриальних стічних вод та утилізації сільськогосподарських відходів. У Швеції енергія біомаси надає 50%

необхідної теплової енергії, а в Англії, на батьківщині першого промислового біогазового реактора, за допомогою біогазу ще в 1990 р вдалося покрити всі енерговитрати в сільському господарстві У Лондоні діє один з найбільших у світі комплексів з очищення комунальних стічних вод з виробництвом біогазу.

У 30-ті роки досвід Європи був перенесений в США. Біогазова установка з переробки тваринницьких відходів була побудована в 1939 році і успішно працювала протягом більш ніж 30 років. У 1954 р був побудований перший завод з переробки комунальних відходів з отриманням біогазу в Форт-Доджі, штат Айова, На якій біогаз подавався на двигун внутрішнього згоряння для вироблення електроенергії при потужності електрогенератора 175 кВт. Зараз у США налічується кілька сотень великих біогазових установок, що переробляють відходи тваринництва і тисячі установок, утилізують міські стічні води. Біогаз використовується в основному для отримання електроенергії та опалення будинків і теплиць.

Збільшуються викиди парникових газів, підвищується рівень споживання води та її забруднення, знижується родючість земель, неефективна утилізація відходів і зростаючі проблеми з вирубкою лісів є частинами нестійкою системи використання природних ресурсів по всьому світу Біогазові технології є одним з важливих компонентів в ланцюзі заходів по боротьбі з вищевказаними проблемами. Прогноз зростання вкладу біомаси як джерела відновлюваної енергії в світі передбачає досягнення 23,8% від загального споживання енергії до 2040 року, а до 2010-го країнами ЄС вже було досягнуто рівню в 12%.

4.3. Використання сонячних панелей для зарядки електромеханічних засобів пересування

У даній дипломній роботі, передбачається використання електрозаправні станцію на основі сонячної енергії (рисунок. 4.7).

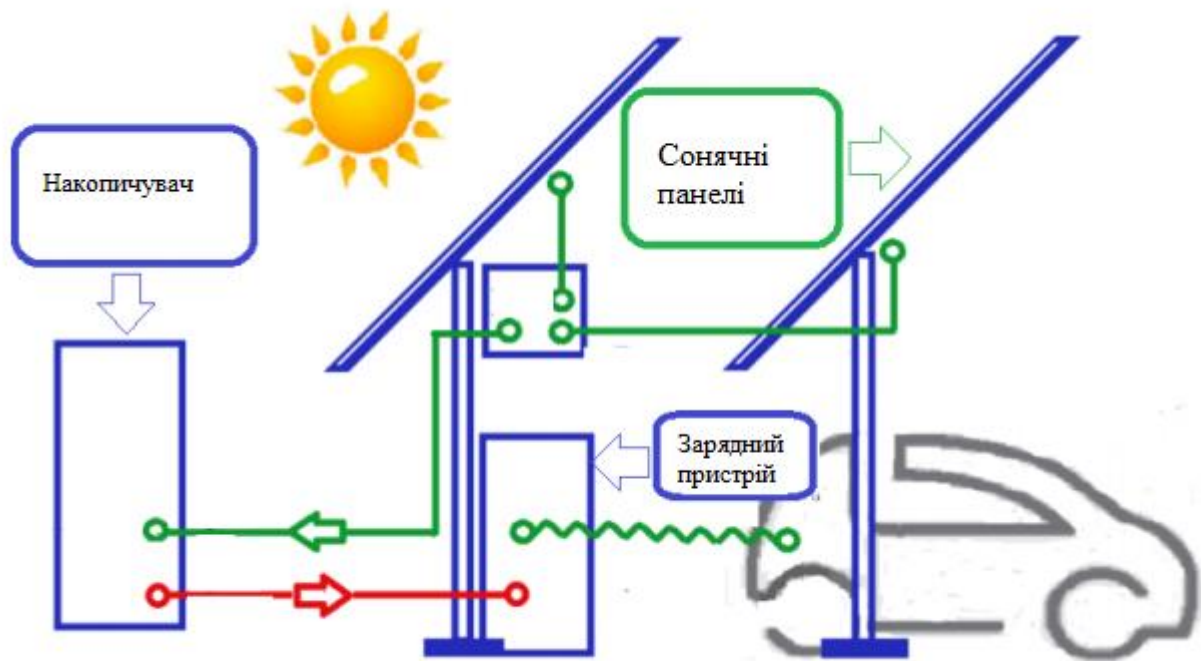


Рис. 4.7 - Схема електростанції на основі сонячної енергії.

Для заряду акумулятора електромобіля електричним струмом, існує кілька варіантів здійснення процедури заправки:

- Зарядка електромобіля від звичайної побутової розетки 220В, 50Гц, 16А (3,5 кВт). Перевага даного методу: простота і можливість поповнити заряд акумулятора де завгодно, де є звичайна побутова розетка.

Недолік: повільний процес зарядки, який вимагає 6-7 годин часу на заправку авто від 0 до 100% (на прикладі Nissan LEAF).

- Зарядка на спеціальній зарядній станції змінного струму з використанням, наприклад, зарядного кабелю з роз'ємом SAE J1772, а для Така підводиться до автомобіля потужність дозволить зарядити акумулятор від 0 до 100% за 4 години.

- Зарядка на спеціальній швидкої зарядній станції постійного струму стандарту з використанням «SMART CHARGE» - зарядка на таких «Смартчарджерах» здійснюється за 20-30 хвилин від 0 до 80%. Але, звідси виникає потреба мати постійний заряд для харчування електротранспорту, так як сонячні панелі не працюють в нічний час і дуже слабо сприймають енергію Сонця в похмурий час доби, необхідно використовувати накопичувач, з метою

забезпечення електробайк. Виходячи з цього, в даній дипломній роботі розглядається дослідження процесу інтелектуального заряду електротранспорту.

РОЗДІЛ 5. РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.

5.1. Профіль електричного навантаження електрозаправні станції для заряду електротранспорту.

Під електричним навантаженням розуміється величина потужності, споживаної окремими приймачами електроенергії або їх групами. При проектуванні електропостачання будь-якого об'єкта, в тому числі і дачного селища, головне правильно визначити електричні навантаження, які є основою для вибору всіх елементів системи і в першу чергу енергоджерела. Від правильного прогнозування навантажень (визначення розрахункових навантажень) залежать капіталовкладення в систему електропостачання, експлуатаційні витрати, стабільність і надійність роботи споживачів.

5.2. Аналіз електричного навантаження споживачів

Споживання електричної енергії (потужності) за звітний період формується на підставі інтегральних значень споживання електричної енергії (в разі надання споживачем інтегральних даних за розрахунковий період) або на підставі договірної величини електричної енергії (при відсутності статистичної інформації).

Частка енергії, яку отримують з біомаси в країнах, що розвиваються, складає близько 30-40% від всієї споживаної енергії, а в деяких країнах (в основному в Африці) досягає 90%.

Серед країн, що розвиваються поширене виробництво енергії та тепла за допомогою переробки відходів на невеликих біогазових установках. Близько 16 мільйонів господарств по всьому світу використовують енергію для освітлення, обігріву та приготування їжі, вироблену в біогазових установках. Це включає 12 мільйонів господарств у Китаї, 3,7 мільйона господарств в Індії та 140 тисяч господарств в Непалі.

Історія сучасного широкомасштабного використання біогазових установок в Китаї налічує більше 50 років. Перші біогазові установки були побудовані в 40-х роках ХХ століття заможними сім'ями. З початку 70-х років дослідницька робота і біогазові технології були серйозно підтримані урядом Китаю.

У сільських районах Китаю в даний час більше 50 мільйонів чоловік користуються біогазом в якості палива. Типова біогазова установка має об'єм реактора близько 6-8 м³ та виробляє 300 м³ біогазу на рік, працюючи щорічно від 3 до 8 місяців, і коштує близько \$ 200-250, залежно від провінції. Більшість установок дуже прості і після певного навчання фермери будують і експлуатують установки самостійно. З 2002 року уряд Китаю виділяє щорічно близько 200 мільйонів доларів на підтримку будівництва біогазових установок. Дотація на кожен установку дорівнює приблизно 50% її середньої вартості. Таким чином, уряд домогся річного зростання кількості біогазових установок до 1 мільйона в рік. На індустріальній основі в Китаї працюють кілька тисяч середніх і великих установок і планується збільшення їх кількості.

В Індії розвиток простих біогазових установок для сільських садіб почалося в 50-х роках ХХ століття, хоча ще в 1859 році в Бомбеї була побудована перша біогазова установка на базі колонії хворих на проказу для переробки твердих і рідких відходів.

Значне збільшення числа біогазових установок, забезпечене урядовою підтримкою, спостерігалось в 70-х роках. На сьогоднішній день в Індії працює близько 3,7 мільйона біогазових установок. Міністерство нетрадиційних джерел енергії Індії займалося впровадженням біогазових установок з 1980 року і надавало субсидії та фінансування для будівництва та експлуатації біогазових установок, навчання фермерів, відкриття і роботи сервісних центрів.

У Непалі програма підтримки біогазових технологій надає технічну експертизу, фінансування і будівництво біогазових установок для господарств з об'ємом реакторів 4-20 м³, особливо популярні установки об'ємом 6 м³. Окрім надання енергії та добрив, в Непалі було помічено зменшення важкості жіночої праці за рахунок скорочення часу на збір дров, а також збільшення річних заощаджень від заміни 25 літрів гасу на господарство біогазом і річних заощаджень від заміни 3 тонн дров та вугілля.

Під час реалізації програми виникли і розвинулися 60 приватних фірм-виробників установок, близько 100 організацій мікро-фінансування надавали кошти на будівництво установок, були прийняті стандарти якості установок і створена постійна організація з розвитку ринку біогазових технологій.

Газифікація та виробництво теплової енергії на біогазових установках є зростаючою галуззю в багатьох країнах, що розвиваються. На Філіппінах біогазові установки виробляють газ для роботи моторів, які мелють рис і працюють на іригацію з 80-х років. Використання біогазу маленькими комерційними компаніями в Індії, Індонезії, Шрі-Ланці (наприклад, у текстильній індустрії або для просушування спецій, цегли, гуми) окупалося менш ніж за сезон.

Використання біогазових технологій для утилізації стічних вод широко використовується в Азії (особливо в Індії) і Латинській Америці. Сільськогосподарські біогазові установки широко впроваджуються в країнах, що розвиваються і поширюються для виробництва енергії, добрив та вирішення екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням вод гнойовими стоками.

Розрахунковий профіль споживання електричної енергії (потужності) - погодинної обсяг споживання формується шляхом розподілу обсягу електричної енергії, пропорційно розрахунковими коефіцієнтами за обраний типовий робочий і

вихідний день з використанням типового добового графіка навантаження. У даній дипломному проекті розглядається одночасний підзаряд електротранспорту в кількості 2-х одиниць. Типові (усереднені) дані про потужності електропристроїв представлені в (табл. 5.1).

№	Споживач	Потужність в кВт
1	Електромотоцикл MYBRO GODSPEED	2,16
2	Електроскутер CityCoco Harley	2
Всього		4,16

Таблиця 5.1- Перелік електроприладів

Час роботи заряду електротранспорту на електрозаправній станції планується протягом 20 годин, тобто, безперервна зарядка пристроїв протягом заданого періоду часу. На даний момент, цей варіант є менш ймовірним, але ми враховуємо максимальні завантаження станції.

5.3. Перерахунок сонячної енергії, падаючої на поверхню ЕАЗС, і вибір оптимального кута установки сонячних панелей.

Так як плановані панелі будемо встановлювати безпосередньо на даху навісу, електрзарядних зарядних пристроїв, виникає необхідність враховувати кут установки сонячних модулів. Для визначення щоденної опроміненості похилій майданчики необхідно середньомісячне надходження сонячного випромінювання в кВт·год/місяць на майданчик, що має той же кут нахилу, що і сонячні панелі, розділити на кількість днів місяця. Сонячно-електрична підзарядка планується бути енергоавтономною і повністю працювати від сонячних батарей. Проведемо розрахунок для серпня місяця, так як це середина року. Схилення Сонця (кут між лінією, що з'єднує центри Землі і Сонця, і її проекцією на площину екватора) в середній день місяця, град:

$$\delta = 23.45 \cdot \sin (360 \cdot 284 + n365) = 23.45 \cdot \sin (360 \cdot 284 + 228365) = 22.10^\circ,$$

де n – порядковий номер дня, відрахований від 1 січня (номер середнього розрахункового дня для кожного місяця року).

Для решти місяців розрахунок проводиться аналогічно і занесений до таблицю 5.2, для наочності дані таблиці, за допомогою програмного забезпечення «MS Excel» перенесені на графік (рис. 5.1).

М І С Я Ц Ь	С І Ч	Л Ю Т	Б Е Р	К В І	Т Р А	Ч Е Р	Л И П	С Е Р	В Е Р	Ж О В	Л И С	Г Р У
δс, град	-21,27	-13,29	-2,82	9,41	18,79	23,31	21,52	13,78	2,22	-9,60	-19,00	-23,34

Табл. 5.2. - Кут відміни Сонця по місяцях.

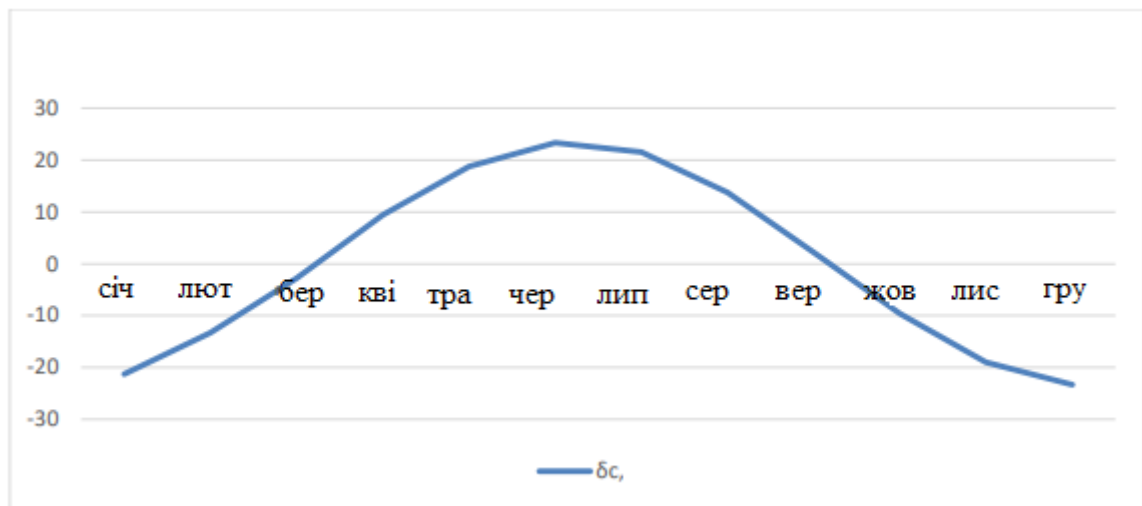


Рис. 5.1 -Кут відміни Сонця по місяцях

Для забезпечення умов поглинання сонячної енергії сонячними панелями, його поглинає поверхня повинна бути орієнтована на південь з кутом нахилу β_{opt} , який буде дорівнює:

$$\beta_{opt} = \varphi_r - \delta_c, \text{ де } \varphi_r - \text{широта місцевості, де розглядається проектування ФЕС.}$$

Розрахунки занесені в таблицю 5.3.

М І С Я Ц Ь	С І Ч	Л Ю Т	Б Е Р	К В І	Т Р А	Ч Е Р	Л И П	С Е Р	В Е Р	Ж О В	Л И С	Г Р У
β_{opt} , град	26,73	34,71	45,8	57,41	66,76	71,31	69,52	61,78	50,22	38,4	29	24,66

Табл. 5.3 - Оптимальний кут установки фотоелементів.

Згідно рисунку 5.2 оптимальним кутом нахилу сонячних батарей для повного автономного постачання електрозарядної станції складе 45 градусів, що показує

апроксимація на графіку. Розрахунок будемо проводити для зимового місяця, так як це самий несприятливий місяць.

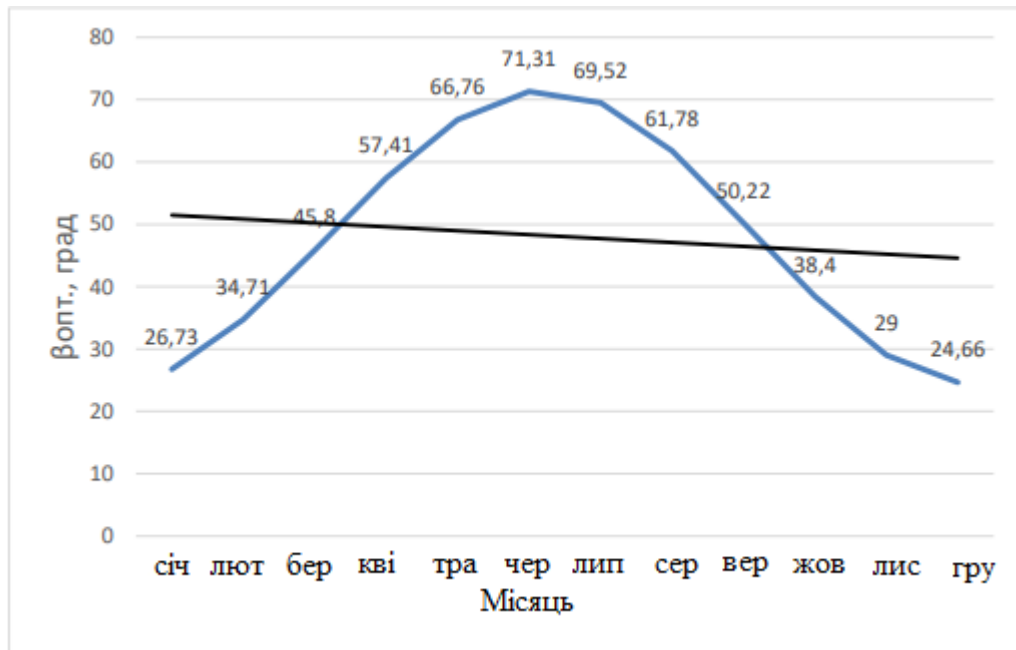


Рис. 5.2 – Оптимальний кут установки фотоелементів.

Знайдемо часовий кут заходу Сонця для похилій поверхні з південною орієнтацією:

$$\omega_{дт} = \arccos[-tg(\varphi - \beta) \cdot tg\delta] = \arccos(-tg(45 - 90) \cdot tg(22.10)) = 91,62,$$

де φ – широта місцевості, град;

β – кут нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту; $\beta=45^\circ$ - градуси, так як він найбільш оптимальний для нашої місцевості, виходячи з графіка, зображеного на рисунку

Часовий кут заходу (сходу) Сонця для горизонтальної поверхні:

$$\omega_{з} = \arccos(-tg\varphi \cdot tg\delta) = \arccos(-tg(48) \cdot tg(22.10)) = 116.8^\circ$$

Середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної на похилу поверхню:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_{зн} + \frac{\pi}{180} \omega_{зн} \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \sin\omega_{з} + \frac{\pi}{180} \omega_{з} \cdot \sin\varphi \cdot \sin\delta} =$$

$$\frac{\cos(48-45) \cdot \cos(22.10) \cdot \sin(91,68) + \frac{\pi}{180} \cdot 91,62 \cdot \sin(48-45) \cdot \sin(22.1)}{\cos(48) \cdot \cos(22.1) \cdot \sin(116.8) + \frac{\pi}{180} \cdot 116.8 \cdot \sin(48) \cdot \sin(22.1)} = 0,8689$$

де β - кут нахилу сонячної батареї до горизонту, град;

Коефіцієнт перерахунку з горизонтальній площині на похилу з південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складових, відповідних прямого, розсіяного і відбитого сонячного випромінювання:

$$R = \left(1 - \frac{E_p}{E}\right) \cdot R_n + \frac{E_p}{E} \cdot \frac{1 + \cos\beta}{2} + \rho \cdot \frac{1 - \cos\beta}{2} = \left(1 - \frac{0,6}{0,96}\right) \cdot 0,8689 + \frac{0,6}{0,96} \cdot \frac{1 + 0,719}{2} + 0,2 \cdot \frac{1 - 0,719}{2} = 1,23$$

де E_p – середньомісячна денна кількість розсіяного сонячного випромінювання, що надходить на горизонтальну поверхню; таблиця 2.8 згодна даними.

МІСЯЦЬ	С І Ч	Л Ю Т	Б Е Р	К В І	Т Р А	Ч Е Р	Л И П	С Е Р	В Е Р	Ж О В	Л И С	Г Р У	Р А З О М
E_p (кВт·ч / м ² / день)	0.73	1.06	1.60	2.13	2.47	2.67	2.55	2.21	1.73	1.15	0.73	0.60	1.64

Табл. 5.4 – Середньомісячне значення за добу дифузне випромінювання, падаючого потоку на горизонтальну поверхню.

E_p/E – середньомісячна денна частка розсіяного сонячного випромінювання;

R_p – середньомісячний коефіцієнт перерахунку прямого сонячного випромінювання з горизонтальної на похилу поверхню;

β – кут нахилу поверхні сонячної батареї до горизонту; $\beta=45^\circ$ - градуси, так як він найоптимальніший розглянутої місцевості.

Розрахунок кута узятий згідно з оптимального дозволу і використання отримання сонячної енергії, так як панелі стаціонарні і не повертаються за сонцем, а також відсутня система нахилу. Тому взимку, сонце низько, панель повинна бути – аналогічно, влітку – навпаки. Виходячи з цього кут взято 45° .

ρ – коефіцієнт відбиття (альbedo) поверхні Землі і оточуючих тіл, зазвичай приймається рівним 0,7 для зими і 0,2 для літа, приймаємо для зимового часу, щоб уточнити кількість енергії припадаємої на Землю.

Якщо сонячні панелі встановлюються під деяким кутом β до горизонту, середньомісячна денна кількість прямої сонячної енергії, що надходить на похилу поверхню, може бути знайдено за

формулою:

$$E_{сер} = R \cdot E = 1,23 \cdot 0,96 = 1,1808 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}$$

де $E_{сер}$ - середньомісячне денний сумарна кількість прямий сонячної енергії, що надходить на горизонтальну поверхню, кВт · ч / м

Це в свою чергу показує, під кутом 45 градусів, наші панелі будуть працювати в номінальному режимі, відповідно ККД установки буде знижуватися через температуру, що в свою чергу показує необхідність проведення подальших досліджень. Але для проектування СЕС враховуємо тільки перерахунок енергії на похилу поверхню.

5.4. Визначення необхідної ємності акумуляторних батарей і їх кількості

Для того щоб, розрахувати необхідну кількість акумуляторних батарей, необхідно визначитися з типом системи: автономна або з підтримкою мережі. Так як, у нас гібридна автономна система фотоелектрична система, кількість днів без сонця, визначаємо виходячи з таблиці 2.11. Визначимо сумарна ємність акумуляторів, що враховує кількість днів без сонця $N_{бс}$:

$$q_N = q_{сум} \cdot N_{бс} = 17332 \cdot 1 = 31197,6 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Для визначення оптимальної кількості АКБ, необхідно врахувати, що чим більше глибина розряду, тим швидше батареї вийдуть з ладу. Рекомендується враховувати значення глибини розряду 20% - 50%. Відповідно коефіцієнт використання γ складе від 0,2 до 0,5. Заряд акумуляторної батареї з урахуванням глибини розряду:

$$q_\gamma = \frac{q_N}{\gamma} = \frac{1773,2}{0,5} = 3546,2 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

З урахуванням місця зберігання АКБ в тех. приміщенні і то що, температура цього приміщення складе не менше 21С, приймаємо коефіцієнт α , який враховує температуру навколишнього середовища в приміщенні. Загальна необхідна ємність акумуляторних батарей:

$$q_{\text{общ}} = q_{\gamma} \cdot \alpha = 3546,2 \cdot 1,14 = 4042,684 \cdot \text{ч}$$

Згідно з отриманою ємністю, визначимо тип акумуляторної батареї, який буде використовуватися, в даному проекті запропоновано використовувати гелеві акумулятори.

Гелевий акумулятор EverExceed Solar ES250-12G (12V250Ah)

Свинцево-кислотні необслуговувані герметичні акумулятори EverExceed серії Solar виробляються за технологією GEL. Акумулятори серії Solar Gel відмінно зарекомендували себе при використанні і в багатьох інших пристроях: в навігаційних приладах, в телекомунікаційних, освітлювальних, охоронних системах, в електротранспорті. Особливо широко герметизовані Акумулятори серії Solar Gel застосовуються в побуті, наприклад, в міні-електростанціях і генераторах, де не потрібне спеціальне обслуговування.

В СРСР наукові основи метанового бродіння досліджувалися починаючи з 40-х років ХХ століття. Протягом існування СРСР в теоретичних дослідженнях брали участь інститути системи Академії наук, а прикладні дослідження проводилися в Академії комунального господарства ім. Памфілова і дослідних і проектних інститутах сільськогосподарського напрямку, таких як: Всесоюзний інститут електрифікації сільськогосподарства (ВІЕСГ), Український науково-дослідний і проектний інститут агропромислового комплексу (УкрНДгіпросельгосп) та інших.

Застосування технології метанового зброджування до сільськогосподарських відходів в СРСР було розпочато Г.Д. Ананіашвілі в 1948 р в Тбіліському філії ВІЕСХ, згодом огрядний І МЕСХ (Гіме). Там в 1948-1954 рр. була розроблена і побудована перша в СРСР лабораторна і виробнича біоенергетична установка. Виробничий варіант установки був розрахований на утилізацію гною від десяти корів. Переробка проводилася при мезофільному режимі (32-34 ° С). Установка забезпечувала питомий вихід 1 м³ газу з 1 м³ реактора. На основі цього досвіду в популярній літературі ("Юний технік". 1959 № 6) з'явилося одне з перших повідомлень, популяризує біогазову технологію, з рекомендаціями щодо її реалізації в умовах приватного

господарства. Однак технологія не набула широкого поширення внаслідок дешевизни енергоресурсів і відсутності великих тваринницьких господарств.

У середині 70-х років, з настанням світової енергетичної кризи, керівництво СРСР вирішило проводити в країні політику енергозбереження. Крім того, в сільському господарстві стали застосовуватися інтенсивні технології, було створено багато великих тваринницьких комплексів, які зіткнулися з проблемою утилізації гнойових стоків. У зв'язку з цим інтерес до біогазовим технологій зріс, і в 1981 р при Держкомітеті з науки і техніки СРСР була створена спеціалізована секція за програмою розвитку біогазової галузі промисловості. Пропозиції щодо розвитку мікробіологічної анаеробної технології увійшли в директивні документи СРСР, але не були забезпечені належними грошовими і матеріальними ресурсами, багато з запланованих заходів щодо освоєння технології анаеробної переробки біомаси залишилися невиконаними.

Незважаючи на це, не можна назвати період 70-х - початок 90-х років безрезультатним. За цей час була створена наукова основа технологій мікробіологічної анаеробної переробки біомаси. Було побудовано кілька дослідних установок, одна з яких - у радгоспі "Огре" Латвійської РСР (1982, 75 м³). Це були установки дослідного характеру, на яких відпрацьовувався процес переробки біомаси.

Найбільшим центром з розробки конструкцій вітчизняних біогазових установок (а також інших машин для переробки відходів аграрного виробництва) був Запорізький конструкторсько-технологічний інститут сільськогосподарського машинобудування (КТІСМ). Зібрані вченими дані лягли в основу створення декількох лабораторних та дослідних установок, проте до державних приймальних випробувань була допущена лише одна конструкція КТІСМ - КОБОС-1.

Установка КОБОС-1 була успішно випробувана на базі дослідної молочної ферми-лабораторії і схвалена для серійного випуску на заводі в м Шуміха Курганської області (Північний Урал). Вона будувалася за програмою освоєння технології анаеробної переробки відходів як варіант серійних установок для тваринницьких господарств середньої величини - молочно-товарних ферм на 400 голів молочних корів або дрібних свинарських господарств на 4000 свиней.

Завод випустив 10 комплектів обладнання, однак після розпаду СРСР фінансування припинилося. З десяти випущених установок три були розподілені на Україні і в Білорусії, п'ять - відправлені в Середню Азію (дві з яких у Киргизстан), дві в Росію. Але впроваджена була тільки одна з них на фермі великої рогатої худоби в Кам'янецькому районі Брестської області Білорусії. Установа переробляє 50 м³ гною і виробляє 400-500 м³ біогазу на добу.

Одна з цих установок потрапила в Киргизстан і була переобладнана ОФ "Флюїд" асоціації "Фермер" і встановлена на базі свинокомплексу ТзОВ "БЕКПР" на 4000 голів у селі Лебедіновка Чуйської області в 2003 році, інша використовується як водозбірник в приватному господарстві Ошської області.

В даний час в країнах СНД зріс інтерес до отримання енергії і біодобрив шляхом переробки сільськогосподарських відходів. Цьому сприяють висока вартість енергоресурсів і добрив, а також стан навколишнього середовища, що постійно погіршується. Однак через низьку інформованість фермерів про практичні шляхи впровадження біогазових технологій, а також високу початковою вартістю біогазових установок, загальне число біогазових установок, у країнах СНД не перевищує декількох сотень.

Акумулятор EverExceed ES250-12G відрізняється великим терміном служби і відмінним циклічним ресурсом при роботі в режимі глибокого розряду: при розряді 80%, акумулятори цієї серії здатні видати до 1000 циклів.

Акумулятор має досить низький показник саморозряда - 2%, низький внутрішньо тиск і мінімальний показник газовиділення. Акумулятор EverExceed ES200-12G має міцну, посилену конструкцію, укомплектований захисними ковпачками для полюсів, сполучними планками. Відповідає стандартам ICAO, IATA і DOT.

Номінальні характеристики акумуляторних батарей представлені в табл. 5.

Характеристика	Значення
Ємність	250
Напруга, В	12
Габарити (д/ш/в), мм	520/269/220

Термін служби	До 12 років
Циклічний ресурс (при 100% розряді)	800 циклів
Циклічний ресурс (при 50% розряді)	1750 циклів

Таблиця 5 - Номінальні характеристики акумуляторних батарей

Вибираємо тип і кількість акумуляторних батарей, які будуть використовуватися в нашій енергосистемі. Для визначення паралельно з'єднаних батарей необхідно розділити загальну необхідну ємність батарей q на номінальну ємність обраної акумуляторної батареї, а отримане значення округлити до найближчого більшого цілого. Це буде кількість батарей, з'єднаних паралельно:

$$N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} = \frac{q_{\text{общ}}}{q_{\text{ном}}} = \frac{4042,68}{250} = 16,17 \approx 17 \text{ штук}$$

Розрахуємо кількість послідовно з'єднаних батарей, для цього необхідно розділити номінальну напругу постійного струму системи $U_{\text{пост}}$ на номінальну напругу акумуляторної батареї:

$$N_{\text{пост}}^{\text{АКБ}} = \frac{U_{\text{пост}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{48}{12} = 4$$

Загальна кількість акумуляторних батарей складе:

$$N^{\text{АКБ}} = N_{\text{пар}}^{\text{АКБ}} \cdot N_{\text{пост}}^{\text{АКБ}} = 17 \cdot 4 = 68 \text{ штук}$$

Габарити однієї батареї складе 0,08 м², Згідно виробнику. Займана площа АКБ складе:

$$S_{\text{пл}} = S_{\text{бат}} \cdot n \cdot k = 0,08 \cdot 68 \cdot 1,2 = 6,52 \text{ м}^2$$

де, k - враховує 20% запасу місця під кабелі та інші предмети для підключення АКБ.

Висновки:

В результаті проведених досліджень отримані наступні результати:

1. Аналіз сучасних літературних джерел показав, що галузь сонячної енергетики переживає стрімке зростання, по всьому світу, активно досліджуються можливості збільшення ефективності сонячних батарей.

2. Визначено оптимальний кут нахилу сонячних батарей, які забезпечать автономне енергопостачання автозарядних станцій.

3. Електрозаправки, на даний момент, не так широко використовуються в Україні, в зв'язку з подорожчанням цін електроенергію, одержувану традиційним шляхом. Особливістю при проектуванні сонячних установок є прогнозування, як споживання енергії, так і надходження сонячної інсоляції в місці установки модулів. При цьому важливо враховувати, як профіль надходження, так і профіль споживання енергії.

4. Складено профіль навантаження споживача, а також виконано розрахунок необхідної кількості сонячних панелей і акумуляторів, для гарантованого безперебійного живлення зарядних пристроїв станції.

Список використаної літератури:

1. Гребенюк А.М. Методичні вказівки до проектування з дисципліни «Сонячна енергетика».
2. Розрахунок системи автономного енергопостачання з використання фотоелектричних перетворювачів / О.М.. Гребенюк // Матеріали /М-во освіти и науки України; Нац. гірн. ун-т. - Д., 2015.
3. Сонячні батареї. [Электронный ресурс].
<https://www.civicsolar.com/product/ja-solar-jap72s01-330sc-325w-poly-slvwht1500v-solar-panel>
4. Сонячна енергія [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://www.rea.org.ua/dieret/Solar/solar.html>.