



Лекція 7

Методи і способи використання геліотехнічних засобів на тваринницьких фермах

7.1 Акумуляування теплоти

7.2 Геліотеплозабезпечення тваринницьких ферм

7.3 Використання сонячного випромінювання для гарячого водозабезпечення

7.4 Розрахунок навантаження сонячної радіації для гарячого водозабезпечення корівника на 200 голів

7.1 Акумулявання теплоти

Необхідність акумуляції теплоти в геліосистемах обумовлена невідповідністю в часі і за кількісними показниками надходження сонячної радіації і теплоспоживання. Потік сонячної енергії змінюється протягом доби від нуля в нічний час до максимального значення в сонячний полудень (рис. 1 а).

Оскільки теплове навантаження на опалення максимальне в грудні-січні, а надходження сонячної енергії в цей період мінімальне (рис. 1 а), для забезпечення теплоспоживання (Q) необхідно уловлювати сонячній енергії (E) більше, ніж потрібний в даний момент (E_1), а її надлишок (E_2) накопичувати в акумуляторі теплоти.

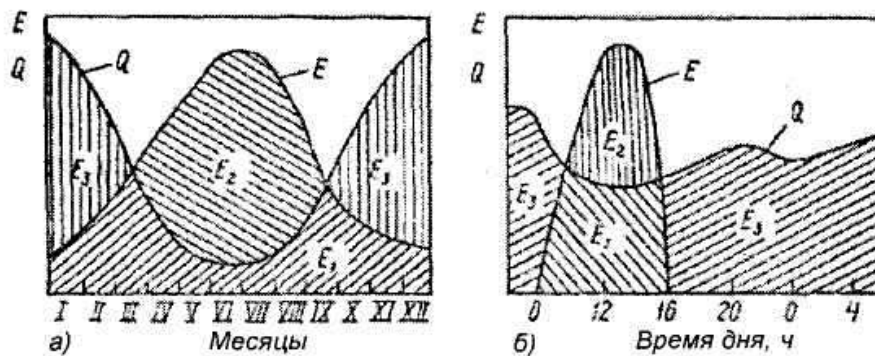


Рисунок 1 - Річний (а) і добовий (б) хід надходження сонячної енергії (E) і теплового навантаження (Q), опалення і гарячого водопостачання.

Запас енергії в акумуляторі може бути розрахований на декілька годин або діб при короткостроковій акумуляції і на декілька місяців - при сезонній акумуляції. Слід зазначити, що застосування сезонних акумуляторів поки економічно недоцільно. В цілому ж, застосування акумуляторів теплоти підвищує ефективність геліосистем і надійність теплопостачання.

Низькотемпературні системи акумуляції теплоти охоплюють діапазон температур від 30 до 100°C і використовуються в системах повітря (30°C) і водяного (30-90°C) опалення, гарячого водопостачання (45-60°C).

Система акумуляції теплоти, як правило, містить резервуар, теплоакумуючий матеріал, за допомогою якого здійснюється накопичення і зберігання теплової енергії, теплообмінні пристрої для підведення і відведення

теплоти при зарядці і розрядці акумулятора і теплову ізоляцію.

Акумулятори можна класифікувати по характеру фізико-хімічних процесів, що протікають в теплоакumuлюючих матеріалах:

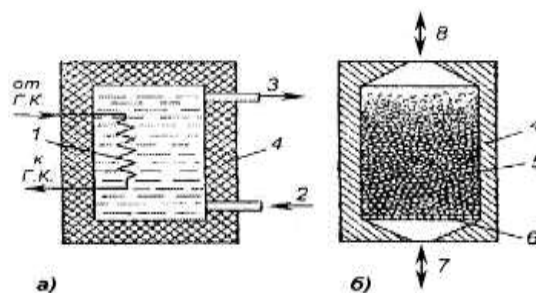
- акумулятори ємкісного типу, в яких використовується теплоємність акумулюючого матеріалу (що нагрівається або охолоджується) без зміни його агрегатного стану (природний камінь, галька, вода, водні розчини солей);
- акумулятори фазового переходу речовини, в яких використовується теплота плавлення (затвердіння) речовини;
- акумулятори енергії, засновані на виділенні і поглинанні теплоти при оборотних хімічних і фотохімічних реакціях.

В акумуляторах першої групи послідовно або одночасно відбуваються процеси нагрівання і охолодження теплоакumuлюючого матеріалу безпосередньо за рахунок сонячної енергії, або через теплообмінник. Цей спосіб акумуляції теплової енергії найпоширеніший. Основним недоліком акумуляторів цього типу є їх велика маса і, як наслідок цього - потреба у великих площах і будівельних об'ємах з розрахунку на 1 ГДж теплоти, що акумулюється.

Система акумуляції теплової енергії характеризується наступними параметрами:

- теплоакumuлюючою здатністю або питомою енергоємністю, ГДж/м³;
- діапазоном робочих температур, °С;
- швидкістю підведення і відведення теплоти при зарядці і розрядці акумулятора, кДж/с.

Акумулятори теплоти ємкісного типу (рис. 2) – це пристрої, які найбільш використовуються для акумулювання теплової енергії.



(а) водяний і (б) галечний.

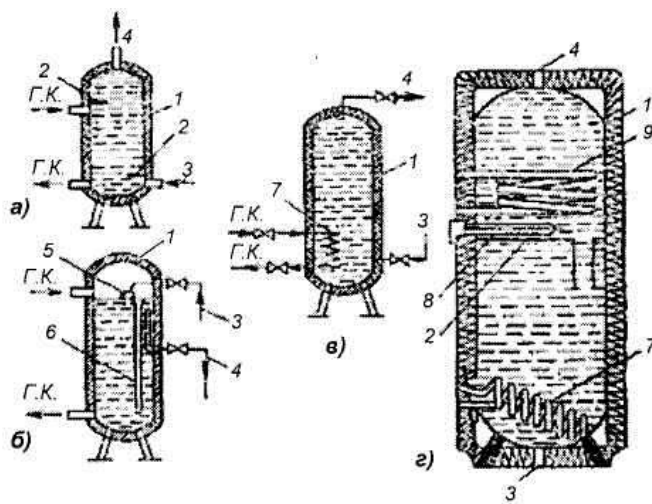
1 – теплообмінник; 2 – холодна вода; 3 – гаряча вода; 4 – теплоізований бачок (бункер); 5 – шар гальки; 6 – решітка; 7,8 – підведення (відведення) повітря.

Рисунок 2 - Акумулятори теплоти ємкісного типу

Найбільш ефективний теплоакumuлюючий матеріал в рідинних сонячних системах теплопостачання - це вода.

Для індивідуального споживання найбільший інтерес представляють акумулятори теплоти для невеликих сонячних установок гарячого водопостачання і опалення.

На рисунку 3 показані приклади конструктивного виконання баків акумуляторів місткістю 200-500л, вживані у водонагрівальних установках з природною і примусовою циркуляцією.



а – бак з підведенням холодної води знизу і внутрішніми перегородками; б – бак з поплавцевим клапаном для підведення холодної води; в – бак з підведенням теплоти з геліоколектору через теплообмінник; г – секціонований бак з електронагрівачем; 1 – теплоізований корпус; 2 - перегородка; 3 - підведення холодної води; 4 - відведення гарячої води; 5 - поплавцевий клапан; 6 - опускна труба; 7 - теплообмінник; 8 - електронагрівач; 9 - теплообмінник.

Рисунок 3 - Баки-акумулятори гарячої води

Як правило, використовується вертикальний сталевий бак заввишки в 3-5 разів більше його діаметру для забезпечення температурного розшарування води. Теплові втрати бака знижуються шляхом застосування теплоізоляції типу скловати завтовшки не менше 50 мм. Внутрішня поверхня бака, що контактує з водопровідною водою, повинна бути захищена від корозії. Для цього бак повинен бути виготовлений з неіржавіючої сталі, мати емалеве покриття або анод з магнію.

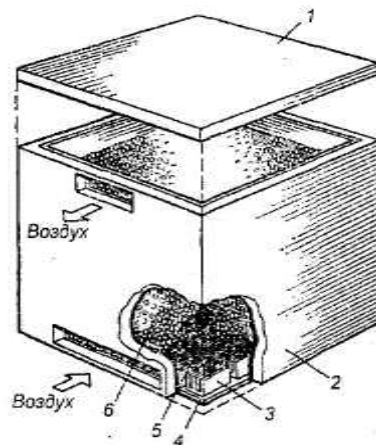
В баці можуть бути передбачені:

- горизонтальні перегородки (рис. 3 а);
- поплавцевий клапан для підведення холодної води (рис. 3 б) і труба для її надходження в нижню частину бака;

- теплообмінник в двоконтурній системі для підведення теплоти від геліоколектору (рис. 3 в);
- електронагрівач і теплообмінник для відведення теплоти в систему опалення (рис. 3 г).

Перегородки розділяють бак на секції з різними рівнями температури води по висоті, так що у верхній частині бака вода має вищу температуру, ніж в нижній. Це підвищує ефективність акумуляції теплоти. В схемах а і б теплоносієм в геліоколекторі служить вода, а в схемах в і г - антифриз, тому використовується теплообмінник для передачі теплоти від антифризу до води.

В геліоповітряних системах теплопостачання застосовуються галечні акумулятори теплоти - це ємкість круглого або прямокутного перетину, що містить щільний шар часток гальки розміром 20-50 мм. Акумулятори цього типу мають ряд переваг, але в порівнянні з водяним акумулятором потрібний більший їх об'єм. Галечний акумулятор може розташовуватися вертикально або горизонтально.



1 - кришка; 2 - бункер; 3 - бетонний блок; 4 - теплоізоляція; 5 - сітка; 6 - галька.

Рисунок 4 - Загальний вид галечного акумулятора.

Гаряче повітря, що поступає вдень з сонячного колектора в акумулятор, віддає гальці свою теплоту, і заряджає акумулятор. При розрядці акумулятора вночі або в непогоду повітря рухається у зворотному напрямі і відводить теплоту до споживача.

Акумулятори теплоти фазового переходу.

Основна перевага акумуляторів теплоти з фазовим переходом - висока питома щільність енергії, завдяки чому істотно зменшуються маса і об'єм акумулятора в порівнянні з ємкісними акумуляторами.

Для низькотемпературних сонячних систем теплопостачання в акумуляторах фазового переходу найбільш придатні органічні речовини (парафін і деякі жирні кислоти) і кристалогідрати неорганічних солей, наприклад гексагідрат хлористого кальцію або глауберова сіль, які плавляться при 29 і 32°C відповідно.

В рідинних системах гарячого водопостачання і опалення як теплоносіїв в сонячному колекторі використовуються вода або незамерзаюча рідина - антифриз. У повітряних системах застосовуються колектори, в яких нагрівається повітря.

Вода, як теплоносіїв, має певні переваги і недоліки порівняно з повітрям. Вода має добрі теплофізичні властивості (теплоємність, коефіцієнт теплопровідності, в'язкість, щільність), проте, при мінусових температурах зовнішнього повітря, вона замерзає в трубопроводах і інших елементах геліосистеми. Тому, необхідно приймати заходи по запобіганню її замерзанню.

Серйозну проблему представляє корозійна активність води по відношенню до більшості конструкційних матеріалів. Повітря не замерзає і не викликає корозії, але його теплофізичні властивості значно поступаються воді. Розміри повітряводів і каналів для потоку повітря набагато більші за розміри конструктивних елементів рідинних систем.

Крім того, вентилятори в повітряних системах споживають велику кількість енергії і створюють шум. Повітряний потік повинен омивати всю поверхню абсорбера для забезпечення ефективного теплообміну з променепоглинаючою поверхнею.

В рідинних системах, разом з водою, використовуються також незамерзаючі теплоносії - етиленгліколь і пропіленгліколь. Їх недоліком є малий термін служби (до 3-5 років). Пропіленгліколь, на відміну від етиленгліколя, не токсичний.

Токсичність води залежить від виду інгібітору корозії, що використовують. Вуглеводневі теплоносії мало токсичні. Не слід застосовувати фреони, оскільки вони руйнують озонний шар атмосфери Землі.

Для водонагрівальних установок і рідинних систем опалення краще всього застосовувати воду як теплоакумулюючий матеріал, а для повітряних геліосистем – гальку або гравій.

Проте, слід мати на увазі, що галечний акумулятор при однаковій енергоемності в порівнянні з водяним акумулятором має в 3 рази більший об'єм і

займає в 1,6 разів більшу площу. Наприклад, водяний акумулятор діаметром 1,5 і заввишки 2,4 м має об'єм $4,3 \text{ м}^3$, тоді як галечний акумулятор у формі куба із стороною 2,4 м має об'єм $13,8 \text{ м}^3$.

Баки-акумулятори повинні бути добре ізольовані. На практиці бічні стінки, днище і верх покривають шаром ізоляції з мінеральної вати завтовшки 20 см.

Добре повинні бути ізольовані і трубопроводи між баком і колектором. При цьому діаметр і геометрія цих трубопроводів повинні забезпечувати найменші втрати тиску.

7.2 Геліотеплозабезпечення тваринницьких ферм

Геліоустановки в тваринництві і птахівництві використовують для теплохладозабезпечення переважно в низькотемпературних технологічних процесах, де температура не перевищує 40-65°C. До них відноситься:

- гаряче водопостачання,
- обігрів підлоги для молодняка тварин,
- обігрів побутових приміщень,
- використання гарячої води для кормоприготування і на доїльних установках,
- підігрів повітря для сушки сільськогосподарської продукції.

В таблиці 1 представлені способи використання сонячної енергії для теплохладозабезпечення ферм.

Таблиця 1 - Технологічні процеси на тваринницьких об'єктах, що рекомендуються для геліотеплохладозабезпечення

Найменування об'єкту (процесу)	Діапазон температур теплоносія, °C	Добовий режим споживання теплової енергії
Свинарники-маточники:		
Охолодження лігва свиноматки	15-18	періодично
Обігрів підлоги для поросят	35-40	цілодобово
Волого-теплова обробка кормів	65	періодично
Підігрів очищеного витяжного повітря для теплопостачання	35-40	цілодобово
Сушка трави	40-55	цілодобово
Обігрів біогазової установки	40-55	цілодобово
Гаряче водопостачання для санітарно-гігієнічних потреб	55-65	періодично
Душові	40-45	періодично
Напування тварин	10- 12	цілодобово
Свинарники для відгодівлі:		
Гаряче водопостачання	55-65	періодично
Для кормоприготування	40-55	періодично
Для обігріву біогазової установки	40-55	цілодобово
Молочно-товарні ферми:		
Для кормоприготування	55-65	періодично
Для обігріву біогазової установки	40-55	цілодобово
Сушка сіна і фуражу	40-50	періодично
Гаряче водопостачання доїльних установок	55-65	періодично

Для душових	40-45	періодично
Для напування	15-18	періодично
Охолодження вакцини і медикаментів	4	цілодобово
Літні табори		
Гаряче водопостачання доїльних установок	55-65	періодично
Для душових	40-45	періодично
Піднімання води і зрошування прифермських пасовищ	-	періодично
Електроживлення електроогорож літніх пасовищ	-	цілодобово
Птахівницькі ферми:		
Гаряче водопостачання вакуумних сушарок для утилізації відходів і сушки посліду	55-65	цілодобово
Підігрів очищеного витяжного повітря для теплопостачання	40-45	цілодобово
Сушка пера	40-45	цілодобово
Гаряче водопостачання на гігієнічні потреби	55-65	періодично
Душові	40-45	періодично

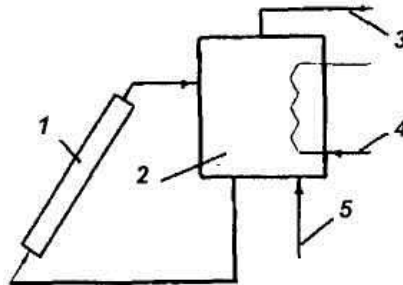
Холод, який отримується за рахунок перетворення сонячної енергії, може використовуватися для охолодження тваринницьких приміщень в південних зонах України, при зберіганні вакцини, для охолодження тваринницької продукції. Якщо діапазон температур недостатній для виконання технологічних процесів, то геліоустановки використовуються як теплові приставки до сушарок або котельних. При прямому перетворенні сонячної енергії в електричну, може бути забезпечене освітлення тваринницьких ферм, електроживлення електроогорож.

7.3 Використання сонячного випромінювання для гарячого водозабезпечення

Системи гарячого водопостачання виконують по одно-, двух- або багатоконтурній схемі з природною (термосифонною) або примусовою циркуляцією на базі рідинних геліоприймачів.

Для акумуляції теплової енергії використовують баки-акумулятори, які в більшості випадків поєднуються з теплообмінником при двух- і багатоконтурній схемі циркуляції теплоносія.

Найбільш простими за улаштуванням є проточні одноконтурні геліосистеми (рис. 5).



1 - колектор; 2 - бак-акумулятор; 3 - лінія гарячої води; 4 - додатковий нагрівач; 5 - лінія холодної води.

Рисунок 5 - Схема одноконтурної установки з природною циркуляцією і додатковим джерелом енергії для підігріву води в баці-акумуляторі.

Недоліком цих систем є схильність геліоприймачів до корозії, яка зводить нанівець їх переваги і дозволяє використовувати їх тільки як приставки до паливних котельних або геліодушових.

Основними елементами сонячного водонагрівача є плоский геліоколектор і бак-акумулятор, які сполучені між собою водоводами, а також з системою гарячого водопостачання споживачів. Остання містить також додаткове джерело енергії і пристрої для забезпечення циркуляції води і регулювання системи.

Циркуляція теплоносія в цій установці здійснюється за рахунок зміни його щільності по мірі нагріву сонячними променями. При нагріві щільність теплоносія знижується, внаслідок чого відбувається переміщення нагрітого теплоносія вгору по геліоколектору і далі в бак-акумулятор. Чим вище температура нагріву теплоносія (тобто чим більше різниця температур на вході і виході геліоколектору), тим більше різниця щільності, більше температурний натиск і швидкість циркуляції.

Нагрітий теплоносієй, поступаючи у верхню частину бака-акумулятора, витісняє з нижньої частини прохолодний. Витиснений прохолодний теплоносієй при цьому перетікає по нижній частині циркуляційного трубопроводу в нижню частину геліоколектора. Розбір нагрітого теплоносія (води) з бака-акумулятора здійснюється з верхньої частини. Для забезпечення безперебійного постачання споживача гарячою водою в похмурі дні і в аварійних ситуаціях передбачається установка дублюючого джерела енергії в баці-акумуляторі.

В обох випадках бак-акумулятор розташовується на 30-50 см вище за верхню точку збірного колектора (водовода). Якщо водоспоживання значне, то для збільшення забору вводять примусову (насосну) циркуляцію. Насос розміщується в нижній горизонтальній частині циркуляційного трубопроводу, а бак-акумулятор розташовується нижче за верхню частину геліоколектора.

Принципова схема простої двоконтурної геліосистеми з природною циркуляцією приведена на рисунку 7 б.

Недолік термосифонних систем (з природною циркуляцією) - їх низька теплова ефективність, викликана малими швидкостями руху теплоносія. Для її підвищення в крупних системах, як правило, використовують примусову циркуляцію (рис. 7 в-з).

Їх робота найбільш ефективна при максимально низькій температурі теплоносія, що подається в геліоприймальники, яка в значній мірі залежить від умов теплообміну і схеми приєднання бака-акумулятора. Найбільш проста схема (рис. 7 в), по якій бак-акумулятор наповнюють водою, нагрітою в швидкісному теплообміннику. Ця схема забезпечує охолодження теплоносія геліоконтура до температури холодної води.

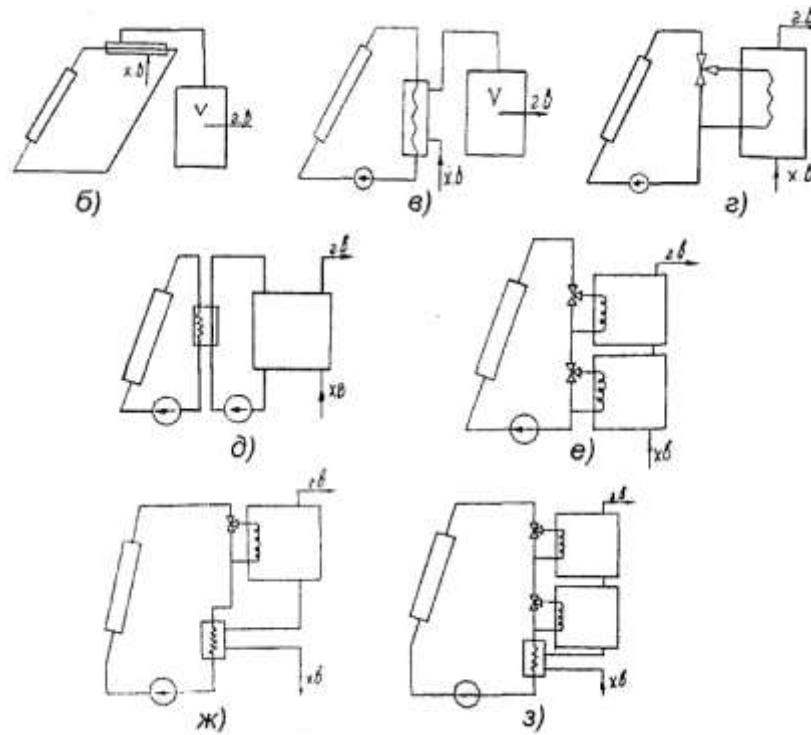


Рисунок 7 - Принципові схеми двоконтурної геліосистеми з природною і примусовою циркуляцією.

Встановлення теплообмінника в баці-акумуляторі (рис. 7г) знижує тепловтрати обладнання, проте через низькі значення коефіцієнту теплообміну збільшується поверхня теплообмінника.

Ця схема обмежена за часом роботи, крім того, з підвищенням температури в акумуляторі зростає температура теплоносія, що подається в геліоприймачник. Прагнення інтенсифікувати теплообмін привело до появи схеми (рис. 7 д) з проміжним контуром.

Збільшити ефективність схеми можна за рахунок використання явища стратифікації води в акумуляторі, для посилення цього ефекту ємкість бака-акумулятора розбивають на секції (рис. 7 е).

В цьому випадку завдяки різниці температури в секціях, теплоносій в геліоприймачники подається з нижчою температурою, ніж в схемі (рис. 7 в, г), при тій же середній температурі закумуляованої води.

В загальному випадку, водяна геліосистема складається з геліоприймачників, які сполучені в послідовно-паралельні лінії, бака-акумулятора, що дозволяє здійснювати накопичення нагрітої води, сполучних водоводів із запорно-регулюючою арматурою, циркуляційного насоса, а у разі двох і багатоконтурних схемних рішень - теплообмінник, що дозволяє розділяти робочі середовища при

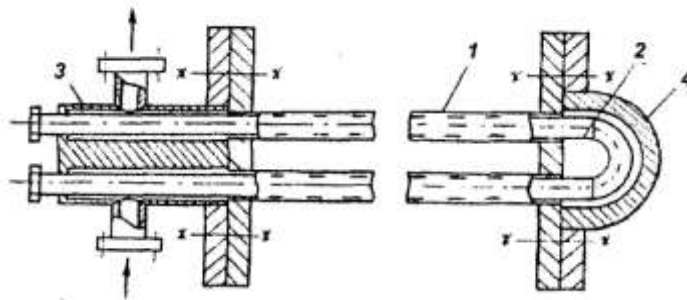
одноразовій передачі теплової енергії

Розглянемо конструкцію елементів водяних геліоустановок. Основним елементом водяної геліоустановки є геліоприймальники.

В геліоустановках, які використовують для гарячого водозабезпечення (ГВЗ), застосовуються насоси ЦВЦ, або відцентрові, одноступінчаті насоси типу К, КМ..

В геліоустановках застосовуються наступні типи теплообмінників:

- приточні секційні водопідігрівачі типу ТТ (рис. 8);
- швидкісні водопідігрівачі типу ПВ (рис. 9);
- ємкісні водопідігрівачі типу СТД (рис. 10).



1 – зовнішня труба; 2 – внутрішня (теплообмінна) труба;
3 – розподільна камера; 4 – поворотна камера.

Рисунок 8 - Секція приточного теплообмінника типу ТТ.

Швидкісні водопідігрівачі представляють конструкцію «труба в трубі». При цьому теплоносій, що протікає по міжтрубному простору передає тепло теплоносію, що рухається по трубному простору.

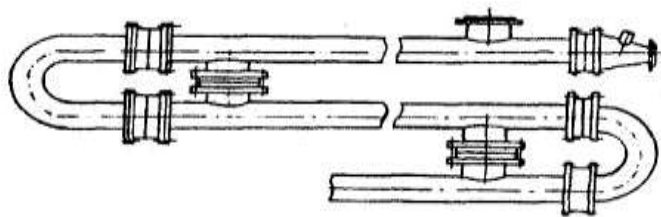


Рисунок 9 – Швидкісний водопідігрівач типу ПВ.

Ємкісні водопідігрівачі типу СТД представляють ємкість, в яку поміщений змієвиковий теплообмінник. Останній тип теплообмінника є одночасно і баком-акумулятором.

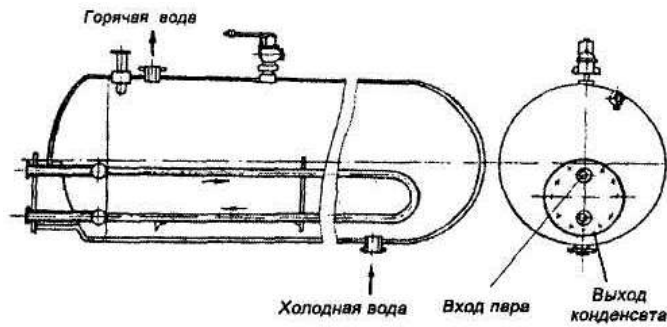


Рисунок 10 - Ємкісний водопідігрівач типу СТД .

Акумуляція теплової енергії може здійснюватися двома основними способами:

- реальним (відчутним) акумулюванням,
- прихованим акумулюванням.

При реальному акумулюванні сонячна енергія використовується для того, щоб підняти температуру акумулюючого середовища без зміни стану речовини.

При реальному акумулюванні тепла в якості акумулюючих матеріалів найширше застосовують воду і камінь. Оскільки зі всіх доступних матеріалів найбільшу теплоємність на одиницю об'єму, маси і вартості має вода, то це дозволяє використовувати її як ефективний матеріал акумуляції теплової енергії. Ефективність акумуляторів з каміння складає 30-40 % ефективності водяних акумуляторів, оскільки питома теплоємність каменя біля 0,2.

Тому об'єм каменя, що використовується в якості акумулюючого матеріалу, повинен бути більше, ніж об'єм води за тих же умов. Кам'яні акумулятори, переважно, використовуються при акумуляції тепла, що поступає від повітряного геліоколектора.

В процесах прихованого акумулювання сонячна енергія примушує акумулюючий матеріал змінювати свій агрегатний стан.

У обох випадках, щоб уникнути втрат тепла, акумулюючу ємкість необхідно теплоізулювати.

Для безперервного забезпечення гарячою водою молочно-товарних ферм ВРХ необхідно окрім геліонагрівачів використовувати додаткове джерело енергії (рисунок 11).

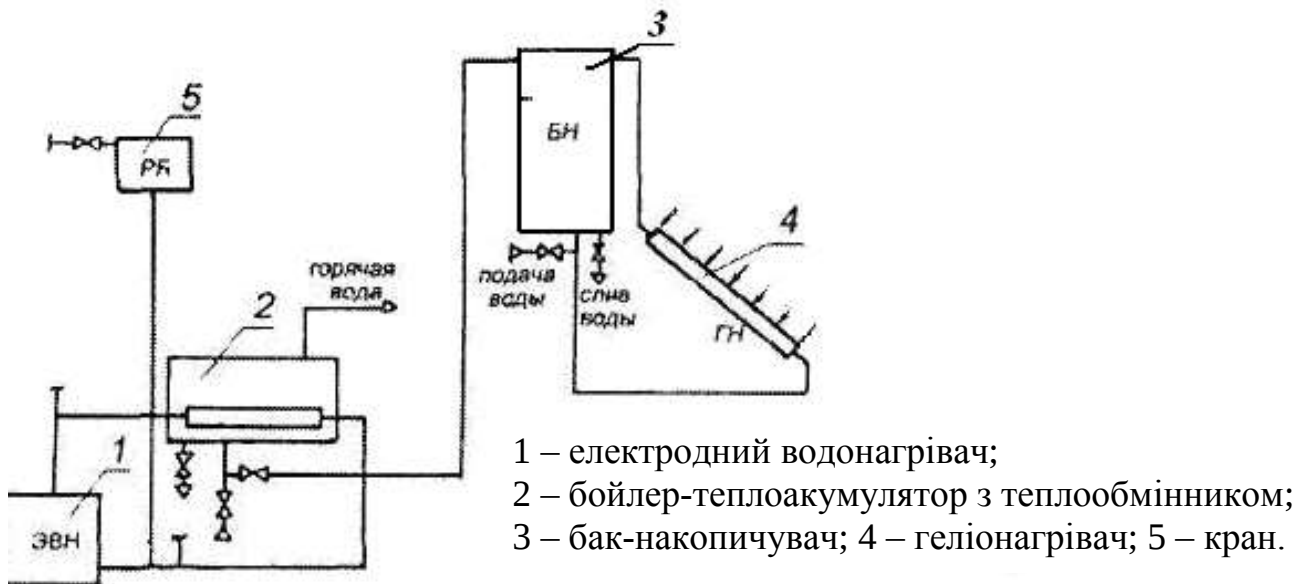


Рисунок 11 - Геліонагрівач води з додатковим джерелом електричної енергії.

Як додаткове джерело використовують установку з електродного водонагрівача потужністю 25 кВт і бака-теплоаккумулятора місткістю 1000л. Вода з електродного водонагрівача, циркулюючи в теплообміннику-водонагрівачі, протягом певного періоду (порядка 6 годин) нагріває воду в баці-теплоаккумуляторі до температури $+70^{\circ}\text{C}$. Дана установка може бути укомплектована геліонагрівачем і баком-накопичувачем. Місткість бака-накопичувача повинна бути в 2-2,5 рази більше бака-теплоаккумулятора, щоб можна було забезпечити добовий об'єм підігрітої води за рахунок частки сонячної енергії.

Циркуляція води в усіх контурах системи повинна бути природною, що не потребує додаткових щорічних витрат на її експлуатацію.

7.4 Розрахунок навантаження сонячної радіації для гарячого водозабезпечення корівника на 200 голів

Навантаження гарячого водопостачання (тобто кількість теплоти, яка потрібна на нагрів води) залежить від добової витрати води, початкової і кінцевої її температури.

Як показали дослідження, для технологічних потреб корівника на 200 голів достатня кількість води 2300-2500 літрів в добу з температурою +70°C.

Місячне навантаження гарячого водопостачання Q_B визначають за формулою

$$Q_B = N \cdot V \cdot (T_K - T_N) \cdot \rho \cdot C_p, \quad (1)$$

де N – кількість днів в місяці;

V – кількість води, л;

T_K – кінцева температура води, °C;

T_N – початкова температура води, °C;

ρ – щільність води, кг/м³;

C_p – теплоємність води, $C_p = 4,13$ кДж/кг °C;

Частка сонячного навантаження в місяць складає

$$Q_T = I_T \cdot N \cdot \eta \cdot A, \quad (2)$$

де I_T – сумарний потік сонячної радіації на похилу площину протягом доби, МДж/м²;

N – кількість днів в місяці;

η – коефіцієнт ефективності геліонагрівача;

A – площа колекторів, м².

Для прикладу розрахуємо частку сонячної радіації в навантаженні нагріву води для технологічних потреб корівника на 200 голів, розташованому в околиці м. Сімферополя, $\varphi = 43^\circ$ пн.ш., кут нахилу геліонагрівача $S = 30^\circ$, південна орієнтація.

Середньомісячні значення денних приходів сонячної радіації на горизонтальну поверхню відомі для багатьох географічних пунктів, тоді як таких даних для похилої площини немає.

Середньомісячний денний прихід сумарної сонячної радіації на похилу

поверхню $\bar{I}_T$ визначають за формулою

$$\bar{I}_T = R \cdot \bar{I}, \quad (3)$$

де $\bar{I}$ – середньомісячний денний прихід сумарної радіації на горизонтальну поверхню;

R – відношення середньомісячних денних приходів сумарної радіації на похилу і горизонтальну поверхні.

R залежить від широти місцевості, кута нахилу колекторів до обрію і коефіцієнта прозорості атмосфери $\bar{K}_T$, який визначають за формулою

$$R = f[(\varphi - S), \bar{K}_T], \quad (4)$$

Коефіцієнт прозорості атмосфери визначають за формулою

$$K_T = \frac{\bar{I}_T}{\bar{I}_0}, \quad (5)$$

де $\bar{I}_0$ – середньомісячний сумарний денний прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню за межами земної атмосфери.

Таким чином, знаючи широту місцевості φ , кут нахилу S , коефіцієнт прозорості атмосфери K_T , можна визначити прихід сонячної радіації на будь-яку похилу поверхню, орієнтовану в південному напрямі.

В таблиці 2 представлений розрахунок середньомісячного денного приходу сумарної радіації на похилу площину.

Таблиця 2 - Середньомісячний денний прихід сумарної радіації на похилу площину, МДж/м²

Місяці	$\bar{I}$	$\bar{I}_0$	K_T	$\bar{R}$	$\bar{I}_T$
IV	16,4	33,4	0,49	1,06	17,37
V	21,2	39,0	0,54	0,97	20,6
VI	23,9	41,0	0,58	0,93	22,23
VII	24,4	40,0	0,61	0,94	22,9
VIII	21,56	35,0	0,62	1,03	22,2
IX	16,9	28,4	0,59	1,18	13,94

За середню температуру вхідної води бралось значення +30°C. В таблиці 3 показані значення $\bar{\eta}$ (коефіцієнт ефективності геліонагрівача) для кожного місяця.

Таблиця 3 - Середньомісячний $\bar{\eta}$ коефіцієнт ефективності геліонагрівача

Показники	Місяці					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
$\bar{I}_T$	743	733	678	624	653	667
T_o	13,7	16,8	21,6	26,6	26,8	20,9
$(T_o - T_a)/I_T$	0,021	0,018	0,0124	0,0054	0,0049	0,0136
$\bar{\eta}$	0,43	0,45	0,48	0,51	0,51	0,48

З таблиці 4 видно, що максимальна частка навантаження за рахунок сонячної енергії доводиться на липень-серпень місяці. Ці місяці характеризуються високими температурами повітря і рівнем сонячної радіації.

Таблиця 4 - Доля місячного і сезонного навантаження геліоустановки в нагріві води, % і тонн у .п.

Показники	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	За сезон
I_T	144,7	177,4	185,3	197,2	191,1	166,1	1063,6
Q , кВт·год	2090,6	2682,3	2988,5	3379,2	3274,7	2678,9	17094
Q_B , кВт·год	4818,5	4979,1	4318,5	4973,1	4973,1	4818,5	29313
q , %	43,4	53,9	62,0	67,9	65,8	55,6	58,1
тонн у. п.	0,76	0,97	1,08	1,22	1,20	0,97	5,2

Розрахунки проведені без урахування дат заморозків і днів без сонця. Кількість сонячних теплих днів -183. Площа геліоприймача 33,6 м² з розрахунку 75 л/м².