

Лекція 6 МЕС в АПК

ЕНЕРГЕТИКА ДОВКІЛЛЯ

До природних джерел теплоти довкілля належать атмосферне повітря, води річок, морів, верхнього шару ґрунту та ґрунтові води, до вторинних джерел теплоти довкілля відносяться поверхневі стічні води.

Біля поверхні Землі температура ґрунту та гірських порід визначається балансом теплової енергії, що надходить від Сонця, та тепловим випромінюванням земної поверхні. Роль термостабілізатора відіграє атмосфера Землі. Глибина проникнення добових коливань температури ґрунту становить від 35 до 100 см залежно від його властивостей та географічних умов. У середніх широтах глибина проникнення річних коливань температури складає 8-24 м. Вікові зміни температури поширюються до глибин більше 50 м і можуть зберігатися тисячі років. Теплова енергія, що надійшла від Сонця, акумулюється в шарі ґрунту та гірських порід на глибинах до нейтрального шару. Шар ґрунту між глибиною промерзання та нейтральним шаром може розглядатися як природний сезонний акумулятор теплової енергії, причому енергія, відведена у зимовий період, буде відновлюватися в теплий період року. Це стосується і ґрунтових вод, що насичують шар ґрунту та осадових порід [6].

7.1 Напрями та стан використання енергії довкілля

Енергія сонячного випромінювання, тепло надр Землі та енергія спожитих паливно-енергетичних ресурсів після виконання корисної роботи розсіюється у навколишньому природному середовищі у вигляді низькопотенціальної теплоти. Температурний рівень цієї теплоти не перевищує 20-30°C, що робить неможливим її пряме повторне використання для задоволення існуючих потреб. Підвищення температурного рівня низькопотенціальної теплоти може здійснюватись за допомогою теплових насосів (ТН) за рахунок використання механічної (електричної) енергії, при цьому на 1 кВт год затраченої електроенергії може вироблятися у 3,5-4,5 рази більше теплоти з параметрами, достатніми для теплопостачання.

Джерелами низькопотенціальної теплоти, що забезпечують енергетично ефективну та економічно доцільну роботу теплонасосних установок, можуть бути [17]:

- ґрунтова вода, яка зберігає протягом року постійну температуру на рівні плюс 8-12°C;
- підземний фонт на глибині від 2 до 50 м при температурі плюс 10-14°C;
- морська вода з мінімальною температурою в зимовий період плюс 5-8°C;
- технічна вода систем охолодження ТЕС, АЕС, промислових та інших енергоустановок;
- стічні води очисних споруд населених пунктів та ін.;
- атмосферне повітря.

- Теплова енергія ґрунту і ґрунтових вод може використовуватися для обігріву та вентилявання приміщень. Відбір теплової енергії від ґрунту можна здійснювати за допомогою ґрунтових теплообмінників різних типів.
- Температура теплоносія в ґрунтовому теплообміннику становить від мінус 5-7 до плюс 10-12°C. За допомогою теплових насосів ця енергія може використовуватися для виробництва теплоносія з температурою до 40-70°C. Досвід провідних країн свідчить, що енергію ґрунту найчастіше використовують у теплонасосних установках потужністю до 70-100 кВт, які ; обслуговують окремі невеликі будівлі, головним чином садибні житлові і будинки. В умовах України це можуть бути індивідуальні садибні будинки міст ■ і сіл [6, 8].

- Застосування теплових насосів є найбільш перспективним у комбінованих ; схемах спільно з іншими технологіями використання відновлюваних джерел енергії (сонячні, вітрові, біоенергетичні) та в локальних системах. Так, ґрунтові теплові насоси тепловою потужністю до 16 кВт (ККД до 6%) застосовуються для опалювання будівель і кондиціонування.
- Технічні можливості використання теплових насосів існували з 20-х-30-х років ХХ століття, проте умови економічно-доцільного їх використання склалися тільки в 70-і роки минулого століття. Масове виробництво та використання теплових насосів здійснюється у США, Японії, Німеччині, Франції, Швеції, Данії, Австрії, Румунії, Канаді та інших країнах. Теплові насоси широко використовуються у житлово-комунальному господарстві та промисловості. Найбільш вражаючі масштаби застосування теплових насосів у Швеції, де ще в 1992 році діяло 240 тис. теплонасосних установок загальною потужністю 2920 МВт, які покривали 20% потреби в тепловій енергії, забезпечуючи зменшення споживання нафтопродуктів у системах теплопостачання на 1,2 млн тонн щорічно.

Теплонасосна система теплохолодопостачання, що працює з використанням низькопотенціальних ресурсів теплоти довкілля, є однією з найбільш енергетично ефективних технологій теплопостачання. Переваги теплонасосних установок порівняно з традиційними системами пов'язані не тільки зі значними скороченнями витрат первинних енергоносіїв та екологічною чистотою, але й з можливістю підвищення ступеня автономності систем життєзабезпечення будівель. Теплонасосні системи встановлюються в громадських будівлях, приватних будинках і на промислових об'єктах. Застосування теплових насосів для опалення показало, що навіть газові котельні не в змозі економічно конкурувати з тепловими насосами, які, до того ж, вигідніші з погляду екології. В результаті теплонасосні установки стали стрімко витіснити інші способи теплопостачання.

Виробництво теплових насосів у кожній країні орієнтоване в першу чергу на задоволення потреб свого внутрішнього ринку. У США, Японії та деяких інших країнах найбільш поширені повітряно-повітряні реверсивні теплові насосні установки, призначені для опалення і літнього кондиціонування повітря, тоді як у Європі переважають водо-водяні і водо-повітряні. У Швеції та інших скандинавських країнах наявність дешевої електроенергії і широке використання систем централізованого теплопостачання привели до розвитку крупних теплонасосних установок. У Нідерландах, Данії та інших країнах цього регіону найдоступнішим видом палива є газ, і тому швидко розвиваються теплові насоси з приводом від газового двигуна і абсорбційні [8].

У США 37% потреб у теплі забезпечується тепловими насосами. Щорічне виробництво геотермальних теплових насосів складає близько 1 млн. При будівництві нових громадських будівель використовуються виключно геотермальні теплові насоси. Ця норма була закріплена Федеральним законодавством США. В даний час експлуатуються мільйони теплонасосних установок, з них більше половини - в житлово-комунальному секторі. Понад усе поширені реверсивні повітряно-повітряні теплонасосні установки з електроприводом для цілорічного кондиціонування повітря в приміщеннях. Випускають теплові установки більше 50 фірм, 30% новобудівель типу котеджів оснащуються теплонасосними установками [8].

Швидкими темпами розвиваються системи теплопостачання житлових і громадських будівель із джерелом низькопотенційної та високопотенційної теплоти (ДНТ, ДВТ) типу ґрунт-вода. Розроблені високоефективні технології і технічні засоби відбору теплоти ґрунту. Діє ефективна система штрафів (за викид ССЬ при спалюванні палива) і заохочень за використання ДНТ для теплопостачання.

У Швеції з початку 80-х років розвиток теплонасосних установок відбувається дуже інтенсивно. У цій країні характерне використання крупних установок тепловою потужністю більше 30 МВт. Джерелом низькопотенційної теплоти є в основному очищені стічні води, морська вода і скидна вода промислових підприємств. Серед цих теплонасосних установок найбільші розташовані в містах Мальме (40 МВт), Упсала (39 МВт) і Еребру (42 МВт). У Швеції 70% потреб у теплі забезпечується тепловими насосами. У Стокгольмі 30% всього опалення міста забезпечується геотермальними тепловими насосами загальною потужністю 320 МВт за рахунок використання в якості ДНТ води Балтійського моря. Ця установка, що розташована на баржах біля берега, охолоджує взимку морську воду від 4 до 2°C. Собівартість теплоти від цієї установки на 20% нижча за собівартість теплоти від котельних [8].

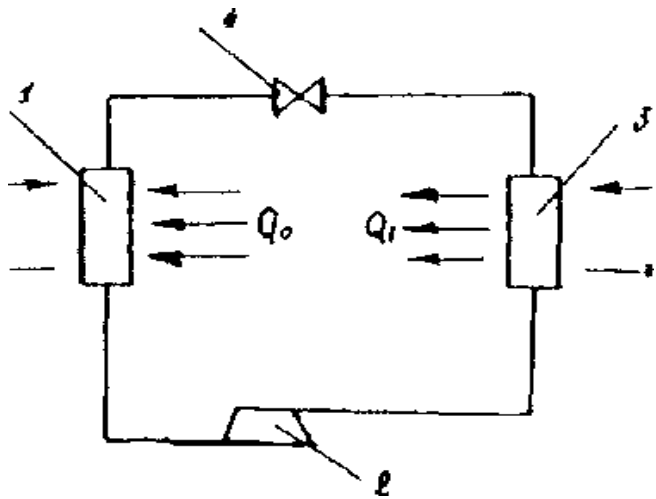
У Німеччині в експлуатації знаходяться сотні тисяч теплонасосних установок, які використовуються у водяних, а також у повітряних системах опалення і кондиціонування. Переважають теплові насоси з електроприводом. Крім того, застосовують сотні теплонасосних установок великої потужності з приводом від дизельних і газових двигунів. Джерелами теплоти служить повітря (зовнішнє і витяжне), Грунт, вода та ін. Великі теплові насосні установки працюють, як правило, в системах централізованого теплопостачання. Побудовано декілька десятків абсорбційних теплових насосів тепловою потужністю до 4 МВт. У даний час в Німеччині виділяється найкрупніша серед розвинених країн державна дотація з бюджету: за 1 кВт теплової потужності введеного в експлуатацію теплового насоса виплачується 400 марок. І це при тому, що за виробництвом економічних індивідуальних котлів на рідкому і газоподібному паливі для централізованого та індивідуального теплопостачання Німеччина займає одне з перших місць у світі. На сьогодні в Німеччині щорічно встановлюють 10 000 теплових насосів.

У Швейцарії перші теплонасосні установки були побудовані ще в 30-х роках. Зараз в експлуатації знаходяться десятки тисяч теплонасосних установок в основному невеликої теплової потужності. Побудовані великі установки для роботи в системах централізованого теплопостачання. Найбільшою з них є установка в місті Лозанні тепловою потужністю 7,0 МВт з електроприводом. Швейцарською національною програмою енергозбереження передбачається за три найближчі роки втричі збільшити виробництво теплоти тепловими насосами. Для реалізації цієї програми виділяються значні дотації.

У Японії щорічно виробляється близько 3 млн теплових насосів різної потужності. У Росії 0,1% потреб у теплі забезпечується тепловими насосами.

Загальний об'єм продажу ТН, що випускаються у світі, складає 125 млрд доларів США, що перевищує світовий об'єм продажів озброєння в 3 рази.

Теплові насоси за допомогою механічної або електричної енергії трансформують теплову енергію низького потенціалу в теплову енергію більш високих параметрів. Принципова схема теплового насоса наведена на рис. 7.3 [42].



1 - випарник; 2 - компресор; 3 - конденсатор; 4 - дросельний вентиль.

Рис. 7.3. Принципова схема теплового насоса

У випарнику (1) низькотемпературний теплоносії (фреон) має тиск, при якому температура кипіння його нижча за температуру навколишнього середовища - води або повітря. Цей тиск підтримується за допомогою компресора (2). Під час пароутворення теплоносії забирає тепло Q_0 від середовища, яке має більшу температуру (грунту, води або повітря), і поступає в компресор, де пари фреону стискаються і нагнітаються у конденсатор (3). При цьому витрачається робота A . Під час стискання температура і тиск теплоносія підвищуються, після чого тепло (Q_1) передається середовищу, яке має вищу температуру, ніж вода або повітря.

Тепло передається вторинному теплоносію, який циркулює через конденсатор, де завдяки відведенню тепла при високому тискові теплоносії конденсується. Конденсат високого тиску проходить через дросельний вентиль (4), де відбувається часткове утворення пари і зниження температури та тиску до їх значення у випарнику.

- Тепловий насос здійснює передачу внутрішньої енергії від енергоносія з низькою температурою до енергоносія з вищою температурою. Оскільки за другим основним законом термодинаміки теплова енергія без яких-небудь зовнішніх дій може переходити тільки з високого температурного рівня на нижчий, для здійснення теплонасосного циклу необхідно використовувати приводну енергію. Тому процес передачі енергії в напрямі, протилежному природному температурному натиску, здійснюється в круговому циклі.

- Енергоносії, що поставляють теплову енергію з низькою температурою для здійснення теплонасосного циклу, називають джерелами теплоти. Вони віддають теплову енергію шляхом теплопередачі, конвекції і випромінювання. Енергоносії, що сприймають у теплонасосному циклі теплову енергію підвищеного потенціалу, називають приймачами тепла. Вони сприймають теплову енергію шляхом теплопередачі, конвекції і випромінювання. Енергоносієм, що служить джерелом теплоти, поступає у випарник, де випаровується рідкий холодоагент. Теплота випаровування, необхідна для цього, відбирається від джерела тепла, оскільки випаровування холодоагенту відбувається при низькій температурі.

У круговому циклі пари холодоагенту, що випарувався, всмоктуються компресором і стискаються до високого тиску. При стисненні їх температура підвищується, що створює можливість віддачі теплової енергії теплоприймачу. Пари холодоагенту при підвищеному тиску поступають у конденсатор, через який протікає енергоносіє, що служить приймачем тепла. Його температура нижча за температуру парів холодоагенту при підвищеному тиску. При конденсації парів виділяється теплова енергія, що сприймається тепло приймачем. З конденсатора рідкий холодоагент через регулюючий вентиль (дросельний клапан) поступає назад у випарник, і круговий цикл замикається. У регулюючому вентилі високий тиск, при якому знаходиться холодоагент на виході з конденсатора, знижується до тиску у випарнику. Одночасно знижується його температура.

Таким чином, за допомогою теплового насоса можлива передача теплової енергії від джерела теплоти з низькою температурою до приймача теплоти з високою температурою при підводі ззовні механічної енергії для приводу компресора (приводної енергії). Схема холодильної машини і теплового насоса відрізняється тільки призначенням. Теплопродуктивність (теплова потужність) теплового насоса складається із двох складових: теплоти, одержаної випарником від джерела теплоти, і приводної потужності, за допомогою якої одержана теплова енергія піднімається на більш високий температурний рівень.

Одиничні потужності теплових насосів становлять від декількох Вт до декількох МВт; привід компресорів здійснюється як електродвигунами, так і тепловими двигунами внутрішнього згорання.

- 7.3.1 Класифікація теплових насосів
- Теплові насоси класифікують за наступними ознаками [42]:
 - за принципом роботи;
 - за джерелами низькопотенціального тепла;
 - за сполученням використовуваного низькопотенціального тепла із нагрітим у теплових насосах середовищем;
 - за видами затрачуваної енергії.
- *За принципом роботи* теплові насоси поділяються на:
 - парокомпресійні теплові насоси;
 - теплові насоси абсорбційного типу;
 - гібридні теплові насоси;
 - термоелектричні теплові насоси.

- **За джерелами низькопотенціального тепла** теплові насоси поділяються на такі, що працюють від:
 - зовнішнього повітря;
 - поверхневих вод (ріка, море, озеро);
 - підземних вод;
 - ґрунтів;
 - сонячної енергії;
 - низькопотенціального тепла штучного походження (скидні води, тепло вентиляційних систем, нагріті води або інші рідини технологічного процесу та ін.).
- За сполученням використовуваного низькопотенціального тепла із середовищем, що нагрівається в теплових насосах, **розрізняють наступні варіанти:**
 - повітря-повітря;
 - повітря-вода;
 - ґрунт-вода;
 - ґрунт-повітря;
 - вода-повітря;
 - вода-вода.

- З ***За видами затрачуваної енергії*** розрізняють теплові насоси, що використовують електроенергію (найчастіше), паливо того або іншого виду, вторинні джерела енергії.
- У світовій практиці для перетворення низькопотенціальної теплоти найбільше поширення одержали парокомпресійні теплові насоси з електричним приводом і сорбційні - з тепловим приводом.
- У тепловому абсорбційному насосі механічний компресор замінений термічним у вигляді додаткового циркуляційного контуру розчину з генератором (кип'ятильником) і абсорбером. Замість електричної приводної енергії, яка підводиться до компресійних теплових насосів із електроприводом, до генератора підводять теплову енергію. Для обох процесів використовуються за допомогою випарника джерела енергії у вигляді відпрацьованої теплоти або енергії навколишнього середовища.