

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

УДК 697.34:620.9

Олексюк А.О., д.т.н., Челапко С.О., Горделюк А.А.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка

СТВОРЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ СИСТЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Розглянуто перспективи використання геотермальної енергії в економічно розвинутих країнах світу для будівництва потужних геотермальних електростанцій. Розвідано запаси термальних вод на Україні, де їх використовують для теплопостачання різноманітних споживачів. Розроблено концепцію геотермального теплопостачання, в основу якого закладено енергозбереження житлово-комунальних господарств, промислових підприємств та об'єктів соціально-побутового і оздоровчого призначення, що запобігає забрудненню навколишнього середовища в місцях їх розміщення.

Вступ

Геотермальна енергія є одним з перспективних поновлюваних джерел енергії, її давно і широко застосовують Ісландія, США, Нова Зеландія, Франція, Угорщина і багато інших країн. У м. Рейк'явік (Ісландія) потужність геотермальної опалювальної системи складає 350 МВт і обслуговує понад 100 тис. жителів. У Франції 70 геотермальних установок забезпечують теплом 800 тис. населення. У сусідній Угорщині площа геотермальних теплиць складає 1,5 млн м². На ці та інші потреби щороку використовується понад 30 Гкал геотермальної енергії. Одна з щонайпотужніших у світі геотермальних електростанцій (1400 МВт) знаходиться в районі Гейзерс (США).

В Україні значні запаси геотермальних вод є на Закарпатті, в Криму, Прикарпатті і інших регіонах. Ці запаси вже сьогодні рентабельно використовувати не тільки для теплопостачання різноманітних споживачів, а і для виробництва електроенергії. Існуючі ціни на енергоносії і перспективи їх зростання роблять економічно вигідними будівництво геотермальних електростанцій в згаданих регіонах найближчим часом.

Найбільш перспективним способом відбору глибинної теплоти є створення підземних циркуляційних систем з повним або частковим поверненням відпрацьованої води в продуктивні пласти. Ці системи запобігають виснаженню запасів геотермальних вод, підтримують гідравлічну рівновагу в підземних пластах, запобігають забрудненню навколишнього середовища в місцях розташування геотермальних об'єктів.

Геотермальні води характеризуються багатьма параметрами і факторами. Зокрема, за температурою вони поділяються на слаботермальні – до 40 °С, високотермальні – 60-100 °С, перегріті – понад 100 °С. Вони розрізняються і за мінералізацією, кислотністю, газовим складом, тиском, глибиною залягання. Простим і найекономічнішим рішенням є безпосереднє використання геотермальних вод споживачами: не треба встановлювати додаткові теплообмінники та економиться вода. Але цей спосіб можна застосовувати лише тоді, коли вода відповідає стандарту питної. Гаряча вода з бурової свердловини заздалегідь збирається в резервуар, з якого подається споживачам мережевими насосами. Регулювання відпустки теплоти у систему опалення проводиться зміною витрат води за допомогою регуляторів. При температурі 50-

70 °С збільшують площу опалювальних приладів. Відпрацьовану воду за цією схемою можна спускати в навколишнє середовище без очищення: вона відповідає санітарним нормам.

На сьогодні в р. Берегове використовують дві бурові свердловини завглибшки 800 і 970 метрів з виходом 350 м^3 мінеральної води з температурою $+58^\circ\text{C}$. На Закарпатті є унікальне місце площею 30 км^2 , у районі с. Защелочі з ізотермою сухих порід $+200^\circ\text{C}$ на глибині 4 тис.м. Цих запасів вистачає для роботи невеликих геотермальних електричних станцій і тепличних агропромислових комплексів. Ще в 70-ті роки Інститутом Атомтеплоэлектропроект розроблено техніко-економічне обґрунтування геотермальної електростанції потужністю до 10 МВт на базі Залузької геотермальної площі з перспективою розширення енергетичних потужностей. Вартість 1 кВт встановленої потужності геотермальної електростанції складає 800–900 доларів США, адже ГеоТЕС потужністю 10 МВт в еквіваленті національної валюти коштує до 10 млн доларів. При сьогоднішніх цінах на енергоресурси вартість електроенергії, виробленої на геотермальній електростанції, буде в 1,2–1,5 рази нижчою, ніж на тепловій електростанції такої ж потужності, яка працює на вугіллі. У разі використання теплових відходів ГеоТЕС для теплопостачання населених пунктів, агропромислових і промислових споживачів рентабельність станції зростає удвічі. Відпрацьована термальна вода закачується назад у підземні горизонти, що забезпечує екологічну чистоту регіону і стабільність технологічного циклу.

Для поліпшення енергопостачання в Криму заплановано будівництво геотермальних електростанцій потужністю по 6 МВт – в західній частині півострова, де на глибині 4 км є вода з температурою 250°C . Їх загальна потужність складатиме понад 100 МВт. В Україні значні запаси геотермальної енергії виявлено на Закарпатті. Прогнозований водозбір термальних вод в Чопсько-Мукачевській впадині (Ужгородський, Мукачевський, Іршавський, Виноградський і Береговський водозабори) складає $40,515 \text{ м}^3$ в добу при ефективному тепловідборі $284 \cdot 10^9 \text{ ккал}$ у рік при температурі води $32\text{--}41^\circ\text{C}$. Глибина залягання цих запасів – до 2 тис.м. Найбільш досліджені запаси термальних вод в Береговському районі (на глибині 1200–1500 м) і Ужгородському районі (до 2500 м).

Мета

Розробка структурної схеми геотермального теплопостачання з використанням сонячної енергії і теплових насосів у різні періоди року.

Шляхи вирішення проблеми

Кожна країна залежно від законодавчої і діючої ресурсної бази, історичних, географічних і політичних особливостей вибирає свій шлях розвитку альтернативної енергетики, зокрема – геотермальної, використовуючи ті або інші механізми досягнення поставлених цілей і реалізації прийнятих програм. Досвід кожної країни унікальний, але не завжди прийнятний для інших.

Так, для розвитку і освоєння геотермальних родовищ в Україні, наприклад, немає необхідності створювати нову виробничу базу, слід лише частково переорієнтувати існуючі геологорозвідувальні і нафтовидобувні організації, завантаження яких з кожним роком падає унаслідок виснаження в Україні запасів нафти і газу.

Мається на увазі отримання тепла з вже існуючих свердловин (це, перш за все, 140 розвідувальних проходів під нафту і газ). Їх використання не вимагає великих витрат, а окупність оцінюється в 2–2,5 роки (для порівняння: окупність теплової або ядерної станції – не менше десяти років). Бурилися такі свердловини (завглибшки 1–2 км) переважно в перспективних районах, наприклад в Криму, де постійно відчувається недостатність енергопостачання.

Устаткування для геотермальних установок і систем теплопостачання можна виготовити на машинобудівних підприємствах, що діють, зокрема на військових заводах, які підлягають конверсії.

На жаль, нормативно-правова база для розвитку геотермальної енергетики, як і для альтернативної енергетики, ще далека від досконалості. Для швидкого освоєння в країні геотермальних енергоресурсів і розширення сфер їх використання як екологічно чистих поновлюваних джерел енергії вже зараз необхідна підготовка законодавчих і нормативно-правових актів, які регулювали б економічні механізми використання поновлюваних джерел енергозабезпечення, у тому числі і геотермальної енергетики. Серед першочергових питань, які вимагають свого рішення, можна виділити наступні:

- податкове стимулювання етапів господарської діяльності, направлених на використання екологічно чистих поновлюваних енергоджерел, включаючи також геотермальні;
- регулювання проблем форм власності на об'єкти використання геотермальних ресурсів;
- організація професійної галузевої підготовки кадрів (на рівні спеціальної і вищої освіти) для забезпечення об'єктів використання геотермальних ресурсів і інших альтернативних енергоджерел фахівцями різного рівня.

Відсутні в законодавчому полі України і документи, що стосуються науково-технічної багато- і двосторонньої співпраці з іншими країнами у сфері розробки і експлуатації геотермальних ресурсів.

Згідно з «Енергетичною стратегією України на період до 2030 р. і подальшої перспективи» річна економія палива за рахунок геотермальних джерел енергії в 2030 році досягне 7 млн т у. т. Проте геотермальна енергетика надалі повинна розраховувати на гідну підтримку, оскільки лише загальнодержавний підхід до розвитку цієї галузі забезпечить досягнення поставлених результатів.

В Україні найбільш перспективним для розвитку геотермальної енергетики є Закарпаття.

Найекономічнішим є використання термальної води таких родовищ, як Береговське, Косинське, Велико-Бактянське, Залузське, Теремлянське, Велятінське, Велико-Паладське і Ужгородське. Берегове – оздоровчий комплекс з термальним басейном. За геологічними і геофізичними даними тут доступні геотермальні бурові свердловини завглибшки 550–1500 м, в яких температура води в гирлі свердловини складає 40–60 °С, підвищуючись на глибині 2000 м до 90–100 °С.

Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії, пріоритетними районами для будівництва геотермальних установок є Керченський півострів, Закарпаття, Прикарпаття (Львівська обл.), Донецька, Полтавська, Харківська, Херсонська і Луганська області.

На рисунку 1 наведено запатентовану незалежну схему приєднання системи опалення та гарячого водопостачання з акумулятором гарячої води, який зменшує тепловтрати геотермальної води.

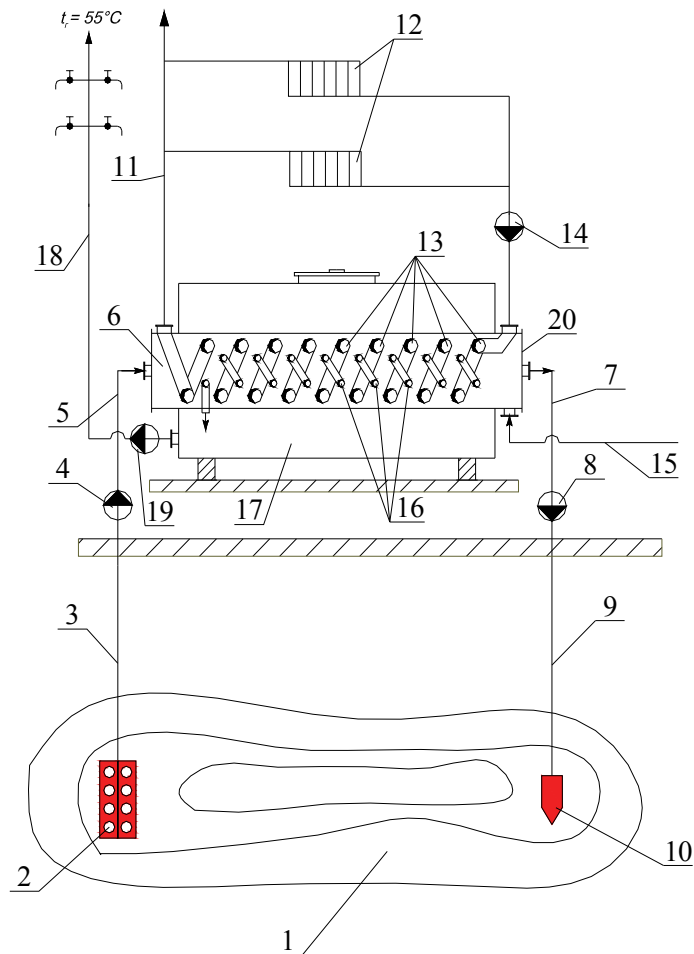


Рис. 1. Схема нової конструкції триконтурного теплообмінника спірального типу для систем опалення та гарячого водопостачання від альтернативного геотермального джерела теплоти

Система складається з розімкнутого контуру, включаючого геотермальне джерело 1, фільтр-насадку 2, підйомну свердловину 3 з насосом 4, лінію підведення 5, роз'ємний теплообмінник 6, лінію 7, закачуючий насос 8, опускную свердловину 9, скидну насадку 10, замкнутий опалювальний контур 11, що включає обігрівачі споживача елементи 12, теплообмінну ємність 13, насос 14 розімкненого контуру третього теплоносія, що включає лінію підведення 15, теплообмінну ємність-спіраль 16, акумулюючу ємність 17, лінію 18, підвищуючий насос 19 і розбірні фланці 20.

Схема працює таким чином.

Первинний теплоносіє з температурою 150–200 °С геотермального джерела 1 через фільтр-насадку 2 по підйомній свердловині 3 за допомогою насоса 4 через лінію 5 надходить в міжтрубний простір триконтурного теплообмінника 6, в якому охолоджується до 60–65 °С і по відводній лінії 7 за допомогою насоса 8 через опускную свердловину 9 і скидну насадку 10 скидається в геотермальне джерело 1. Геотермальна вода віддає свою теплоту через зовнішню теплообмінну поверхню 13, яка виконана у вигляді спіралі теплоносія, який нагрівається до 90–100 °С, циркулюючи по замкнутому опалювальному контуру 11, через обігрівальні споживача елементи 12, де охолоджується до температури 65 °С за допомогою циркуляційного насоса 14, потім знову повертається в теплообмінну ємність 13 за новим зарядом теплоти.

Через внутрішню теплообмінну поверхню ємності 16 передається теплота третьому теплоносію, циркулюючому по розімкненому контуру, що поступає в теплообмінну ємність

17, через лінію підведення 15 із водопроводу. Цей теплоносій звичайною температурою 5...15 °С підігрівається в теплообмінній ємності спірального типу 16 до температури 55 °С звідки надходить в акумулюючу ємність 17, з якої у міру водорозбору подається по лінії 18 за допомогою підвищуючого насосу 19 в систему гарячого водопостачання. Для чистки спіральних теплообмінних поверхонь 13 і 16 від накипу передбачено розбірні фланці 20 на торцях триконтурного теплообмінника.

Застосування запропонованої системи дозволяє зменшити металоемність при одній і тій же продуктивності на 25 %, підвищити коефіцієнт теплопередачі на 30 %, а наявність акумулюючої ємності зменшує коефіцієнт годинної нерівномірності протягом доби до 1,5 замість 2,5.

Геотермальна система теплопостачання з використанням сонячної енергії і теплових насосів

Зараз ведеться робота по широкому впровадженню геотермальних ресурсів. Розроблено концепцію розвитку геотермального теплопостачання, бізнес-плани геотермального теплопостачання, в основу яких закладений принцип високоефективного комплексного використання геотермальних ресурсів в енергозабезпеченні житлово-комунальних господарств, промислових підприємств і об'єктів соціально-побутового і лікувально-оздоровчого призначення.

З метою адаптації і відпрацювання для спільного застосування українських і зарубіжних геотехнологій використовуються різні поновлювані нетрадиційні джерела енергії в Закарпатті. Відповідно до бізнес-плану і проектно-кошторисної документації система геотермального теплопостачання включає геліоустановки для забезпечення гарячого водопостачання в літній період, коли геотермальні свердловини не працюють, накопичуючи гідропотенціал. Крім того, в технологічній схемі використовується тепловий насос і фотоелектричні модулі.

Структурну схему геотермального теплопостачання показано на рисунку 2, до неї входять:

- дві геотермальні свердловини (3Е, 4Е) із загальним розрахунковим дебітом 1718,4 м³/доб з підвищувальними насосами і баками;
- магістральні теплові мережі від свердловин до ЦТП (Ду = 150 мм) загальною протяжністю 1,6 км;
- центральний тепловий пункт тепловою потужністю 5,28 МВт з теплообмінним і насосним устаткуванням;
- геліотеплонасосна установка продуктивністю 8–20 м³/сут при температурі ГВС 55 °С;
- розподільні теплові мережі діаметром 32–150 мм загальною протяжністю 12 км;
- зливний трубопровід обробленої геотермальної води Ду = 200 мм завдовжки 0,465 км;
- насосна станція аварійного розхолодження;
- мережі електропостачання 10–0,4 кВ;
- трансформаторна підстанція 150 кВт;
- АСУ системи геотермального теплопостачання.

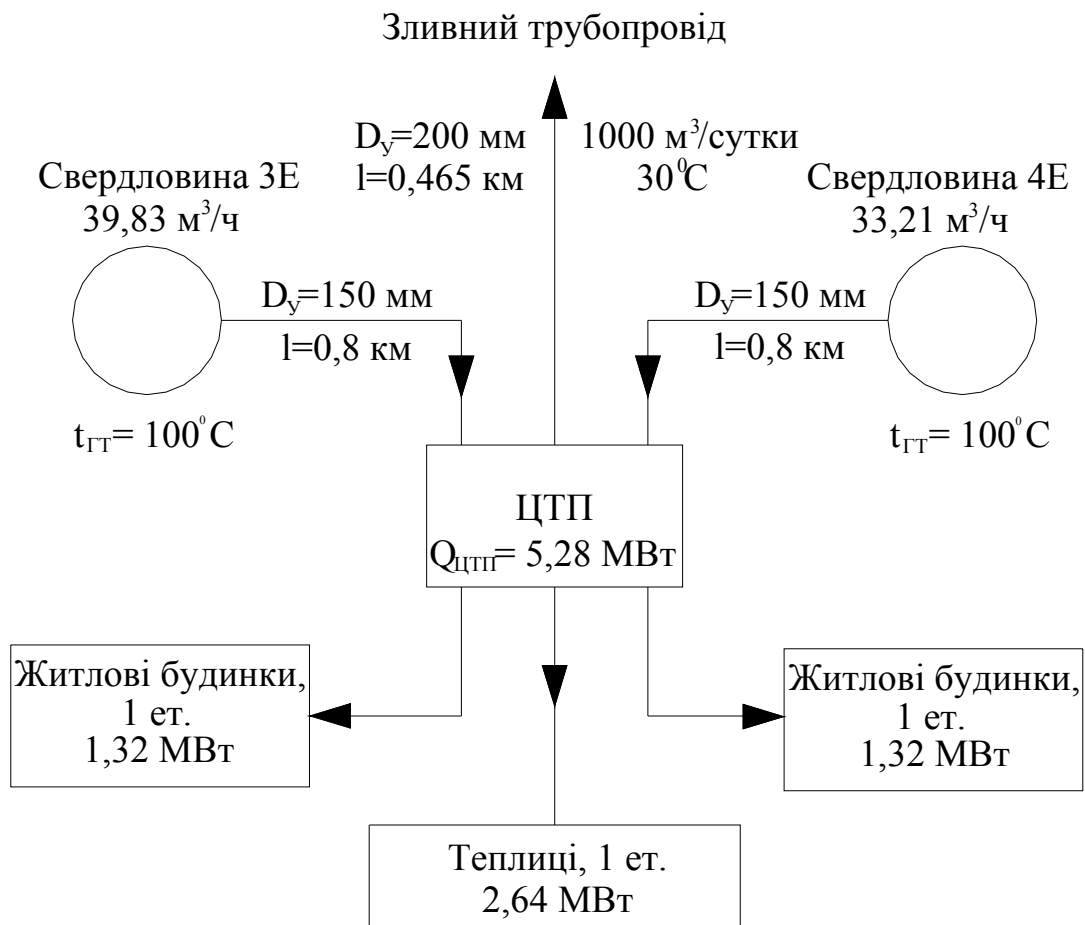


Рис 2. Структурна схема геотермального теплопостачання

Особливістю геотермальних свердловин є зниження тиску на гирлі до 3 м вод. ст. в окремі дні опалювального сезону. Передбачено насоси з частотно регульованим приводом, баки розриву струменя, прилади обліку теплової енергії. Конструкція свердловинного забірно-розбірною павільйону дозволяє проводити капітальний ремонт свердловини.

Центральний геотермальний тепловий пункт запроектовано в центрі теплових навантажень. Підключення системи теплопостачання до геотермальних свердловин виконано за незалежною схемою. Розрахункові температурні графіки споживачів 90–60 °С визначаються існуючими системами опалювання.

Система теплопостачання двотрубна з відкритим водорозбіром на гаряче водопостачання. Геотермальна вода після нагріву теплоносія системи теплопостачання поступає в теплообмінники теплиць, що працюють з розрахунковим температурним графіком 60–30 °С. Охолоджений геотермальний теплоносій скидається в ставок.

Проектом передбачена насосна станція аварійного розхолодження, а також передбачається на першому етапі скидання обробленої геотермальної води у ставок, а на другому – її зворотне закачування.

Для відновлення внутрішньопластового тиску родовища в літній час запроектована геліоустановка для гарячого водопостачання з тепловими насосами «повітря-вода» для нагріву води при похмурій погоді. На рисунку 3 представлено схему даної геліотеплонасосної установки з фотоелектричним приводом насосів. Сонячні колектори розташовано на навісі

Список літератури

1. Пат. 46558 Україна, МПК (2009) F24D11/00. Триконтурний теплообмінник для незалежних систем опалення та гарячого водопостачання / А.О. Олексюк, С.О. Челапко. – Бюл. № 24, 2009.
2. Конеченков А.Е. Энергия тепла Земли / А.Е. Конеченков, С. Остапенко // Электропанорама. – 2003, – №7–8.
3. Поваров О.С. Развитие геотермальной энергетики России и за рубежом / О.С. Поваров, Г.В. Томаров // Теплоэнергетика. – 2006. – №3.
4. Шетов В.Х. Геотермальная энергетика / В.Х. Шетов, В.А. Бутузов // Энергобережение. – 2006. – №4. – С.70–71.
5. Олексюк А.О. Оптимізація енергоресурсозберігаючих установок для геотермального тепlopостачання житлових і громадських будинків / А.О. Олексюк, С.О. Челапко // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ. – Горлівка, 2010. – №2(11). – С. 140–144
6. Огуречников Л.А. Геотермальные ресурсы а энергетике /Л.А. Огуречников// Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – № 11 (31). – С. 58–66.
7. Олексюк А.О. Енергоресурсозбереження при використанні нетрадиційних джерел: навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей в галузі теплогазопостачання та вентиляції / А.О. Олексюк, В.А. Сербін, Н.Ф. Радько. – Донецьк: ДАЖКГ Держжитлокомунгоспу України, 2004. – 156 с.
8. Олексюк А.А. Теплообменные процессы, протекающие между теплоносителем и нагреваемой водой в ПАУ с трехконтурным теплообменником на ИТП / А.А. Олексюк // Совместные проблемы строительства. – Донецк: Донецкий Промстрой НИИпроект, ООО «Лебедь», 2000. – С. 110–115.

Рецензенти: д.т.н., проф. С.П. Висоцький, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».
д.т.н., проф., А.Я. Найманов, «ДонНАБА»

Стаття надійшла до редакції 14.04.11
© Олексюк А.О., Челапко С.О., Горделюк А.А., 2011