

Геотермальні електростанції

О.А. Діденко і А.А. Вовченко, студенти групи КН 121 відділення з підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу

Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Науковий керівник М.Г.Новіков, викладач - методист відділення з підготовки молодших спеціалістів відокремленого підрозділу

Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

У даній доповіді розглянуті питання геотермальної енергії, геотермальних електростанцій та їх роль в енергосистемі України.

Геотермальна енергія, геотермальні води, два типи геотермальних електростанцій, глибинні геотермальні зонди

Геотермальна енергія - це енергія у формі тепла, що акумулюється нижче поверхні "твердої" Землі. У 1 л "внутрішнього простору" Землі накопичено у середньому 2,6 кВт енергії. За рахунок теплоємності Землі люди могли б на 30 млн років задовольнити сучасні світові потреби в енергії. Отже, накопичені в Землі запаси енергії є такими ж невичерпними, як і запаси енергії Сонця.

Геотермальна енергія - це тепло Землі, яке утворюється переважно внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії. Температура земної кори углиб підвищується на 2,5- 3 °С через кожні 100 м (так званий геотермальний градієнт). Так, на глибині 20 км вона досягає близько 500 °С, на глибині 50 км - 700-800 °С. У певних місцях, особливо по краях тектонічних плит материків, а також у так званих "гарячих точках", температурний градієнт вище майже у 10 разів: на глибині 500-1000 м температура порід сягає 3000 °С. Однак для нормального використання геотермальних енергоресурсів достатньо значно менших температур.

Усю природну теплоту, яка міститься у земній корі, можна розглядати як геотермальні ресурси двох видів: по-перше, це пара, вода, газ; по-друге, це розігріті гірські породи. Гідротермальні джерела енергії поділяють на термальні води, пароводяні суміші і природну пару. Для отримання теплоти, акумульованої у надрах Землі, її спочатку треба підняти на поверхню. Для цього закладають свердловини і, якщо температура висока, то вода піднімається на поверхню природним чином; за нижчої температури може знадобитися насос.

Геотермальні води - екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов, погоди і пори року. За температурою геотермальні води поділяють на слаботермальні - до 40 °С, високотермальні - 60-100 °С, перегріті - понад 100 °С. Також вони різняться за мінералізацією, кислотністю, газовим складом, тиском і глибиною залягання.

Є два типи геотермальних електростанцій (ГеоТЕС): перші для генерування струму використовують пару, другі - перегріті геотермальні води. У перших суха пара зі свердловини надходить у турбіну або генератор для вироблення електроенергії. На станціях другого типу використовуються геотермальні води температурою понад 190 °С. Вода природним чином підіймається вгору свердловиною, подається у сепаратор, де внаслідок зменшення тиску частина її кипить і перетворюється на пару. Пара спрямовується у генератор або турбіну і виробляє електрику. Це найбільш поширений тип ГеоТЕС.

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики у майбутньому можливі лише за умов одержання теплової енергії безпосередньо з гірських порід. У цьому випадку в місцях, де знайдено сухі гарячі скельні породи, закладають паралельні свердловини, між якими утворюють систему тріщин. Тобто фактично формується штучний геотермальний резервуар, у який

подається холодна вода з подальшим отриманням пари або пароводяної суміші.

Загалом геотермальна енергія Землі оцінюється потужністю близько 32 тис. ГВт. Її значні виходи на поверхню локалізовані в районах вулканічної активності, де концентрація підземного тепла дуже велика. Якщо комплекс пористих та проникних гірських порід виявиться розташованим біля приповерхневого магматичного тіла, котре увійшло в континентальну кору, то виникає підземний резервуар пари та води, нагрітих магмою. Гарячі вода і пара, що є в порах порід, формують так звані "геотермальні басейни". Якщо такий "басейн" містить проникні гірські породи, то гаряча вода і пара можуть виходити на поверхню через свердловини та використовуватися для приведення у дію електричних турбін. Оскільки пара більш придатна для енергогенеруючих турбін, то поки освоюються здебільшого ті геотермальні басейни, які містять пару.

За сучасними оцінками, геотермальна енергія, акумульована у перших 10 км земної кори, досягає 137 трлн т умовного палива, що у 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива, разом узятих. З усіх видів геотермальної енергії найкращі економічні показники мають гідрогеотермальні ресурси - термальні води, пароводяні суміші і природна пара. Гідрогеотермальні ресурси, які практично використовуються на сьогодні, становлять лише 1 % від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними варто вважати ті регіони, де зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а мінеральний склад термальних вод не створює додаткових труднощів (на кшталт боротьби з відкладеннями солей і корозією устаткування).

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств,

для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів та ін. Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, становлять 4 % від загальних прогнозних запасів, тому їх використання у майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів. До категорії гідротермальних конвективних систем належать підземні басейни пари чи гарячої води, які виходять на поверхню землі, утворюючи гейзери, фумароли, грязьові озера тощо. Їх використовують для виробництва електроенергії за допомогою пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої води на поверхні.

Іншим способом виробництва електроенергії на базі високо-та середньотемпературних геотермальних вод є застосування двоконтурного (бінарного) циклу. При цьому вода, отримана з басейну, використовується для нагрівання теплоносія другого контуру (фреону чи ізобутану), котрий має меншу температуру кипіння. Установки, що використовують фреон як теплоносій другого контуру, працюють у діапазоні температур 75-150 °С при одиничній потужності 10-100 кВт.

Використання

Крім цього, на сьогодні розроблені і застосовуються різні методи і технології використання геотермальної енергії, зосередженої як недалеко від поверхні землі (приповерхнева геотермія), так і на значних глибинах (глибинна геотермія).

Геотермічні ресурси можна використовувати вже на перших 100 м глибини, хоча там температура дорівнює лише 8-15 °С. Для одержання більш високих температур для теплопостачання додатково необхідний лише тепловий насос. Ґрунтові теплові насоси накопичують первинну енергію та оберігають тим самим навколишнє середовище і клімат. Наприклад, у Німеччині земля Північний Рейн-Вестфалія підтримує таке обладнання за допомогою програми "Раціональне використання енергії та застосування відновлювальних джерел енергії".

Для вироблення теплової енергії у приповерхневій геотермії застосовують геотермальні теплові насоси, що використовують тепло ґрунтових вод. У придатних місцях ґрунтові води можна відбирати через свердловину та підводити прямо до теплового насоса. Однак воду необхідно знову накачувати в ґрунт, так що крім підвідної свердловини, необхідно встановлювати ще й так звану "поглинальну" свердловину.

Середня температура Землі на глибині 3-5 м упродовж року становить 10-13 °С і вище. Цим можна скористатися для опалення і охолодження будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок, що дасть змогу заощаджувати до 50-70 % теплоти, яка використовується для створення оптимального температурного режиму у цих приміщеннях. Для цього в землі за певною схемою прокладають канали для руху повітря або заривають труби, у які подається вода (чи інший теплоносіє). Незалежно від того, що циркулює в системі, за рахунок теплообміну із землею такий тепловий насос може поглинати тепло землі і передавати його в будинок у холодну пору року або переміщувати тепло з будинку у землю під час спеки. У деяких випадках використання теплової геотермальної помпи дозволяє економити до 2/3 енергії, що використовується для опалення.

Геотермальні установки потребують зовсім невеликих ділянок землі, набагато менших, ніж необхідні під енергетичні установки інших типів. Вони можуть розміщуватися майже на будь-яких землях, включаючи сільськогосподарські угіддя. Якби можна було використовувати усього лише 1 % геотермальної енергії земної кори (до глибини 10 км), то людство мало б у своєму розпорядженні кількість енергії, що у 500 разів перевищує всі світові запаси нафти й газу.

Ґрунтові колектори. На глибині близько 0,8-1,6 м у ґрунт горизонтально прокладають пластикові трубки теплообмінника. За допомогою циркулюючої рідини-теплоносія тепло відбирається з ґрунту і доводиться до необхідного рівня температури за допомогою теплового насоса.

Геотермальні зонди. Зонди - це вертикальні, найчастіше глибиною від 30 до 100 м, а іноді й глибші, свердловини, у яких встановлюються пластикові трубки. Вони є найпоширенішим типом обладнання у Центральній та Північній Європі. Зонди, наповнені рідиною-теплоносієм, нагрівають або охолоджують підключені до теплового насоса окремі житлові будинки, офіси або навіть цілі житлові комплекси.

Бетонні елементи, що контактують з ґрунтом, енергетичні палі. Передбачається застосування статичних необхідних елементів та/або фундаментних паль, а також стін в ґрунті. У новобудовах їх можна обладнати трубками теплообмінника і разом з тепловим насосом економно використовувати для опалення й охолодження будинку.

Глибинні геотермальні зонди. Принцип глибинних геотермальних зондів глибиною більше 500 м вперше був випробуваний у Швейцарії на початку 90-х років ХХ ст. Тоді хотіли продовжити використання старих свердловин, наприклад, свердловин для пошуку нафти і природного газу. Починаючи з 1994 р" у м. Пренцлау (Бранденбург) експлуатується глибинний геотермальний зонд глибиною майже 3000 м з використанням свердловини, що існувала раніше. Отримана енергія акумулюється в мережі централізованого теплопостачання міських електростанцій. Тепловий насос у вигляді проміжного нагрівального елемента увімкнений для підвищення рівня геотермальних температур до температури тепла, що подається мережами централізованого теплопостачання.

Сучасні квартири і будинки проектуються таким чином, щоб для них потрібна була лише незначна кількість теплової енергії; опалювальні системи виконуються у вигляді низькотемпературних установок. Тому вода, нагріта у глибинному геотермальному зонді, через теплообмінник віддає свою енергію в будинки, а потім в охолоджену виді повертається назад у надра для того, щоб знову там нагрітися і повторити свій цикл.

Геотермальні електростанції є на всіх континентах; у більшості випадків вони розташовані біля родовищ пари і гарячих термальних вод. На цих

ГеоТЕС цілодобово виробляється електроенергія. Освоєні поки що не всі відповідні ресурси, але нові технології розширюють можливості. Наприклад, у Німеччині температура води у більшості відомих родовищ становить приблизно від 40 до 100 °С, у долині Верхнього Рейну та у Баварії є родовища термальних вод з температурою більше ніж 100 °С. Тепла або гаряча вода подається на поверхню через глибоку свердловину, потім охолоджується і через іншу свердловину знову відводиться назад у ґрунт, причому у той самий шар, з якого вона була відібрана. Таким чином, у ґрунті зберігається гідравлічний баланс, і не викачуються запаси термальних вод. Отримане від води тепло передається в мережу централізованого тепlopостачання. Таку систему тепlopостачання за допомогою двох свердловин називають геотермальним дублетом. У Німеччині їхня глибина становить від 800 до 2500 м. Геотермальні ТЕЦ можуть забезпечувати теплом багато тисяч квартир.

Місто Альтгейм у Верхній Австрії у 2000 р. стало першим містом, розташованим північніше від Альп, що повністю забезпечується геотермальним теплом. З розвитком теплових турбін стало можливим використання гарячих термальних вод з температурою 106 °С для виробництва електроенергії.

Значним кроком уперед стали електростанції, що працюють за технологією **"Ной-Вгу-Коск"** ("гарячі сухі гірські породи": НОК-електростанції). Основний принцип їх дії відносно простий: глибинні гарячі гірські породи освоюються за допомогою свердловин. За допомогою тиску води, тобто гідравлічно, між свердловинами утворюються або розширюються існуючі протоки. Так формуються своєрідні підземні теплообмінники, у яких може нагріватися вода, що закачується з поверхні землі, для того, щоб знову доставлятися вгору і приводити у дію турбіну. Циркуляція в НБК-системах відбувається замкнутим контуром під тиском, що перешкоджає закипанню води. Таким чином, пара утворюється тільки на турбіні. Європейські дослідники вийшли у світові лідери у сфері розвитку HDR-технології.

Отже, тепло можна не тільки отримувати із землі, а й акумулювати в землі. Влітку надлишок тепла з будинків можна передавати у ґрунт через геотермальні зонди або енергетичні палі. Взимку тепло можна назад забирати з ґрунту. Якщо в ґрунті є водоносний шар без течії або з незначною течією води, його можна використовувати для безпосереднього акумулювання тепла. Такий водоносний резервуар є, наприклад, у будинку Берлінського Рейхстагу. Влітку там через свердловини у ґрунт відводяться залишки тепла з теплоелектроцентралі. Пізніше під час опалювального сезону їх можна знову використати.

У 1994 р. в Європі була створена перша установка, що працює за методом уловлювання сонячної енергії з поверхні доріг - підвісний віадук над державною дорогою недалеко від м. Дерлігенам Тунерзее (Швейцарія). Ця ділянка дороги вирізнялася дуже високою аварійністю внаслідок частого і несподіваного утворення ожеледі. Під поверхнею дороги, що нагрівається під дією Сонця, встановлені змійовики, що віддають зібране тепло у накопичувач геотермального тепла. Потім узимку в критичних метеорологічних умовах тепло знову передається з накопичувача і запобігає утворенню ожеледі.

Незважаючи на те, що тепло Землі віддавна використовували у різноманітних цілях - і для мінеральних ванн, і для виробництва енергії, завжди основним було питання: чи є у певному місці необхідне підземне тепло. Проте тепер ведеться розробка нових, ефективніших шляхів використання земної енергії. Американська компанія, що працює тільки з відновлювальною енергією, розробляє шляхи використання пари на своєму новому підприємстві у штаті Юта. Геотермальна енергія становить лише 1% виробництва електроенергії у США, здебільшого тому, що відповідні підземні температури існують лише в місцях теперішньої чи колишньої вулканічної активності. Втім тепер завдяки ресурсам і новим технологіям можна задовольняти більш як третину енергетичних потреб країни.

Зазвичай ГеоТЕС потребують значних інвестицій, п'яти-шести років побудови і діють тільки на гарячій воді. Тепер фахівці із США спроможні виробляти електроенергію на воді, лише трохи теплішій від звичайної чашки кави. Гаряча джерельна вода передається у спеціальну машину і нагріває спіраль, та виробляє пару, що, у свою чергу, рухає турбіну, яка виробляє електроенергію. При цьому водні ресурси не забираються із землі - їх піднімають, пропускають через систему і повертають назад у землю. Цей процес дає змогу набагато збільшити кількість місць, де можна використовувати геотермальну енергію. Наприклад, ГеоТЕС у штаті Юта була побудована за один рік і вже постачає електроенергію у 15 тис. будинків м. Анагайма в Каліфорнії.

Геотермальна енергія вважається найбільш надійним джерелом відновної енергії. Тепло землі доступне вдень і вночі незалежно від погоди. Сполучені Штати Америки використовують геотермальну енергію більше, ніж інші країни, і в наступне десятиріччя можуть збільшити її вдвічі або й утричі.

Гаряча вода з свердловини попередньо збирається в резервуар, з якого подається споживачам за допомогою насосів. Регулювання відпуску тепла у системі опалення проводиться змінами затрат води за допомогою регуляторів опалення. Відпрацьовану воду можна спускати у природне середовище без очищення: вона відповідає санітарним нормам. Найперспективнішим способом відбору глибинного тепла є створення підземних циркуляційних систем з повним або частковим поверненням відпрацьованої води у продуктивні пласти. Ці системи запобігають виснаженню запасів геотермальних вод, підтримують гідравлічну рівновагу у підземних пластах, запобігають забрудненню природного середовища у місцях знаходження геотермальних об'єктів.

Використання потенціалу навіть слаботермальних вод (від +30 °С) широко практикується у країнах Європи і США для опалення будинків, виробничих приміщень, тваринницьких ферм за допомогою теплообмінників і теплонасосних установок. Це дає можливість економити до 50-70 % тепла,

яке використовується для створення температурного режиму у приміщеннях. Для роботи такої системи зовнішнє повітря подається у повітропроводи, розташовані на глибині 3 м, а потім у приміщення. Взимку повітря під землею нагрівається, а потім охолоджується. Така система вентиляції вперше була змонтована у 1977 р. у США для створення мікроклімату у свинарнику площею 7,2x15 м. Теплообмінник складається з 12 повітропроводів довжиною 30 м, заглиблених у землю на 3 м. Взимку повітря у приміщенні нагрівають до +25 °С при температурі зовні -28 °С, а влітку охолоджують до +14 °С при температурі зовні +35 °С.

Також успішно використовується тепло високотемпературних термальних вод для одержання електроенергії, а низькотемпературних - для опалення житлових будинків, плавальних басейнів і теплиць, вирощування овочів і фруктів у таких країнах, як Нова Зеландія, Ісландія, Італія, Росія, Грузія, Франція, Угорщина і багатьох інших. В Угорщині, наприклад, площа геотермальних теплиць дорівнює 1,5 млн м². На ці та інші потреби кожного року використовується 30 млн Гкал геотермальної енергії.

"Країна льодовиків", Ісландія, ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр: відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60 % населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а у найближчому майбутньому планується довести цей показник до 80 %. При середній температурі води 87 °С річне споживання енергії гарячої води становить 15 млн ГДж, що допомагає економити 500 тис. т кам'яного вугілля щороку. Крім того, ісландські теплиці, де вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м³ гарячої води, тобто понад 1,5 млн ГДж теплової енергії. Столиця країни - Рейк'явік - протягом останніх 40-50 років повністю опалюється підземним теплом. Потужність геотермальної опалювальної системи у Рейк'явіку становить 350 МВт і обслуговує понад 100 тис. жителів.

Перше місце з вироблення електроенергії з гарячих гідротермальних джерел посідає США. У долині Великих Гейзерів (штат Каліфорнія) знаходиться одна з найпотужніших у світі ГеоТЕС потужністю 1400 МВт. У штаті Нью-Мексико станція працює за такою схемою: температура скельних порід на глибині 4 км сягає 185 °С. Вода, яка закачується насосами через свердловину, нагрівається і вже у вигляді пари з температурою 150 °С повертається на поверхню, де обертає турбіни електростанції і таким чином живить електроенергією селище з двотисячним населенням, а відпрацьована гаряча вода подається в систему центрального опалення.

Значні запаси геотермальних вод є й в Україні - на Закарпатті, у Криму, а також у Львівській, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Полтавській, Харківській, Херсонській, Чернігівській та інших областях. Ці запаси вже сьогодні рентабельно використовують не тільки для теплопостачання різних споживачів, а й для виробництва електроенергії. Розвиток геотермальної енергетики в Україні визначається наявністю значних ресурсів геотермальної енергії, які за своїм тепловим еквівалентом перевищують запаси традиційного енергетичного палива.

Найбільш перспективним для розвитку геотермальної енергетики регіоном України є Закарпаття, де, за геологічними і геофізичними даними, на глибині до 6 км температури гірських порід досягають 230-275 °С. Легкодоступними є геотермальні бурові свердловини глибиною від 55 до 1500 м, де температура води у гирлі свердловини становить 40-60 °С, а на глибинах до 2000 м температура зростає до 90-100 °С. На Закарпатті є унікальне місце площею 30 км² у районі с. Защелочі з ізотермою сухих порід +200 °С на глибині 4 км. Цих запасів вистачає для роботи невеликих ГеоТЕС і тепличних агропромислових комплексів. У 1999 р. почалася експлуатація першої на Закарпатті геотермальної установки для потреб теплозабезпечення санаторію "Косино" Берегівського району. Бурові свердловини глибиною від 900 до 1300 м забезпечують добове видобування термальної води температурою +32 °С в об'ємі 7500 ма. Для потреб теплопостачання

санаторію застосовується насосний спосіб видобування термальних вод, який забезпечує за допомогою сучасних пластинчатих теплообмінників загальну теплову потужність установки 1,2 МВт. Для пікового нагрівання води тепломережі використовують водонагрівальний котел на рідкому паливі. Експлуатація цієї енергетичної установки забезпечує економію 143 т у. п. на рік.

Значні ресурси геотермальної енергії також має Крим, для якого найбільш перспективними є Тарханкутський і Керченський півострови, де спостерігаються невеликі геотермальні градієнти, а температура гірських порід на глибинах 3,5-4 км може досягати 160-180 °С. Для поліпшення енергопостачання у Криму заплановане будівництво ГеоТЕС потужністю 6 МВт - у західній частині півострова, де на глибині 4 км є вода з температурою 250 °С їх загальна потужність дорівнюватиме більше ніж 100 МВт.

Загалом доцільність використання геотермальної енергії визначається капітальними витратами на спорудження свердловин, вартість яких зростає зі збільшенням глибини. Оптимальна глибина свердловин - у середньому 5 км. Геотермальні води використовують двома способами: фонтанним (теплоносій викидається у навколишнє середовище) і циркуляційним (теплоносій закачується назад у продуктивну товщу). Перший спосіб дешевший, але екологічно небезпечний, другий дорожчий, але забезпечує збереження навколишнього середовища. Одночасно з добуванням тепла можна здійснювати і добування хімічних елементів та їх сполук з розсолів. Це, наприклад, сполуки магнію, літію та бромю.

Як і будь-яке інше джерело енергії, використання геотермальної енергії має певні переваги і недоліки.

Геотермальну енергію отримують від джерел тепла з високими температурами, тому вона має декілька особливостей: по-перше, температура теплоносія значно менша за температуру спалювання традиційного палива;

по-друге, найкращий спосіб використання геотермальної енергії - комбінований (видобуток електроенергії та обігрів).

Як вже було зазначено, температура у верхніх шарах Землі кожні 100 м збільшується у середньому на 3 °С. У верхній мантії температура сягає 1200 °С, у ядрі, ймовірно, 6000 °С. Значення температур безпосередньо біля поверхні Землі визначаються майже винятково дією Сонця. А оскільки ґрунт погано проводить тепло, то на глибині нижче за 15-20 м вплив Сонця майже не відчувається. Тому порівняно з іншими способами отримання енергії геотермія має таку значну перевагу: вона завжди наявна незалежно від часу дня і пори року або кліматичних умов.

Ще однією перевагою є те, що немає необхідності створювати дорогі транспортні системи, оскільки геотермію можна знайти безпосередньо на місці. Також за рахунок запобігання традиційному процесу горіння немає прямих викидів вуглекислого газу; незначні викиди можливі тільки внаслідок застосування електроагрегатів.

Крім цього, людство вже має технології, що дають змогу майже всюди використовувати наявні ресурси. У Німеччині, наприклад, на основі геотермії виробляється екологічно чисте тепло встановленої потужності близько 600 МВт (з використанням приповерхневої геотермії з теплових насосів). Встановлена потужність в усьому світі становить від 15 до 20 тис. МВт (термічної енергії) і 8400 МВт (електроенергії). І це лише невелика частина того, що можна отримувати. Теплового потоку з глибин, у принципі, достатньо для покриття всього теплоспоживання людства.

Недоліками геотермальної енергії є:

- низька термодинамічна якість;
- необхідність використання тепла біля місця видобування;
- вартість спорудження свердловин, що зростає зі збільшенням глибини буріння.

Також це джерело енергії характеризується певним впливом на природне середовище - в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених у

підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті; водяна пара, що викидається, збільшує вологість; процес супроводжується акустичним ефектом; може відбуватися опускання земної поверхні, а також засолення земель.

Докладніше про станції:

США

Найбільшим виробником геотермальної електроенергії є США, які в 2005 році виробили близько 16 млрд кВт/год відновлюваної електроенергії. У 2009 році сумарні потужності 77 геотермальних електростанцій в США становили 3086 МВт. На кінець 2013 року вироблено понад 4400 МВт.

Найбільш потужна і відома група геотермальних електростанцій знаходиться на кордоні округів Сонома і Лейк в 116 км на північ від Сан-Франциско. Вона носить назву «Гейзерс» («Geysers») і складається з 22 геотермальних електростанцій із загальною встановленою потужністю 1517 МВт. До інших основних промислових зон відносяться: північна частина Солоного моря в центральній Каліфорнії (570 МВт встановленої потужності) і геотермальні електростанції в Неваді, чия встановлена потужність досягає 235 МВт.

Важливо відзначити той факт, що американські компанії є світовими лідерами в цьому секторі, незважаючи на те, що геотермальна енергетика почала активно розвиватися в країні порівняно недавно. За даними Міністерства Торгівлі, геотермальна енергія є одним з небагатьох поновлюваних джерел енергії, чий експорт з США більше, ніж імпорт. Крім того, експортуються також і технології. Геотермальна електроенергетика, як один з альтернативних джерел енергії в країні, має особливу урядову підтримку.

Філіппіни

На 2003 рік 1930 МВт електричної потужності встановлено на Філіппінських островах , в Філіппінах парогідротерми забезпечують виробництво близько 27 % всієї електроенергії в країні.

Мексика

Країна на 2003 рік перебувала на третьому місці з вироблення геотермальної енергії у світі, з встановленою потужністю електростанцій в 953 МВт. На найважливішою геотермальної зоні Серро Пріето розташувалися станції загальною потужністю в 750 МВт.

Італія

В Італії на 2003 рік діяли енергоустановки загальною потужністю в 790 МВт.

Ісландія

В Ісландії діють п'ять теплофікаційних геотермальних електростанцій загальною електричною потужністю 570 МВт (2008) , які виробляють 25 % всієї електроенергії в країні.

Кенія

У Кенії на 2005 рік діяли три геотермальні електростанції загальною електричною потужністю в 160 МВт. Існують плани щодо зростання потужностей до 576 МВт.

Росія

За даними інституту вулканології Далекосхідного Відділення Російської Академії наук , геотермальні ресурси Камчатки оцінюються в 5000 МВт. Російський потенціал реалізований тільки в розмірі трохи більше 80 МВт встановленої потужності (2009) і близько 450 млн. кВт/год річного виробітку (2009

Підсумок

Отже, основним джерелом геотермальної енергії є постійний потік тепла від розжарених надр, спрямований до поверхні землі. Цього тепла достатньо, щоб розплавити гірські породи під земною корою, перетворюючи їх на магму. Більша частина магми залишається під землею і, подібно до печі,

нагріває навколишню природу. Якщо підземні води стикаються з цим теплом, вони теж сильно нагріваються, інколи до температури 371 °С. У так званих "гарячих точках" тепло підходить так близько до поверхні, що його можна добувати за допомогою геотермальних бурових свердловин. Використання цієї енергії навіть у невеликих об'ємах може значно змінити і поліпшити енергетичний баланс будь-якого регіону. Розрахунки свідчать, що всередині Землі вміщується тепла набагато більше, ніж можна було б добути у ядерних реакторах при розщепленні всіх земних запасів урану і торію. Якщо людство буде використовувати тільки геотермальну енергію, пройде 41 млн років, перш ніж температура надр Землі знизиться хоча б на півградуса.

Список літератури

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
2. http://znaimo.com.ua/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F
3. <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=32058>

В данном докладе рассмотрены вопросы геотермальной энергии, геотермальных электростанций и их роль в энергосистеме Украины.

Problems of geothermal energy, geothermal powerstation and there place in energetics of Ukraine are considered in this report.

© *О.А. Діденко, А.А. Вовченко, М.Г.Новіков, 2014*