

Спеціалізована загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №32
Кіровоградської міської ради
Кіровоградської області

Тема:
Сонячна та
геотермальна
енергія

Виконала:

Дьолог Тетяна Юріївна
Учениця 9-Б класу.

Керівник:

Заніздра Ірина Вікторівна

Кіровоград
2010-2011

Що таке сонячна енергетика і чи потрібна вона сьогодні Україні?

Людству необхідно все більше й більше енергії, отримати яку за рахунок невідновлюваних джерел у недалекому майбутньому буде важко чи взагалі неможливо. Дійсно, за різними оцінками, розвіданого органічного палива вистачить на 30-50 років. Якщо врахувати так звані геологічні запаси, які будуть своєчасно розвідані, а експлуатація їх не затримується, то, з урахуванням все зростаючого рівня витрат енергії, органічного палива може вистачити ще років на 100-150. Причому тільки вугілля ще довгий час може зберігати своє місце в енергетичному балансі. Проте використання його супроводжується високим рівнем забруднення атмосфери Землі. Ядерна енергетика, яка на сьогодні має значно більше сировинних ресурсів ніж органічне паливо, динамічно розвивалась у світі протягом останніх 20-30 років. Але сьогодні, на думку багатьох фахівців, вона вже не може вважатися перспективним видом енергії через високий ризик радіоактивного забруднення навколишнього середовища, що проявилось в серії техногенних аварій та катастроф, особливо під час сумно відомої Чорнобильської катастрофи.

Тому у світі все більше звертають увагу на використання так званих відновлюваних джерел енергії - тепла Землі, енергії вітру, припливів та відпливів, біогазу, сонячного випромінювання, тощо. Практично всі ці джерела енергії повністю зумовлені прямою дією Сонця. Серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електрику в напівпровідникових сонячних елементах. Метод прямого перетворення сонячного випромінювання в електрику є, по-перше, найбільш зручним для споживача, оскільки отримується найбільш вживаний вид енергії, і, по-друге, такий метод вважається екологічно чистим засобом одержання електроенергії на відміну від інших, які використовують органічне паливо, ядерну сировину чи гідроресурси.

Домінуюча позиція кремнієвої технології у промисловій сонячній енергетиці (90% світового виробництва сонячних елементів) визначає сучасні тенденції науково-технічного розвитку цієї галузі. Перевагами кремнієвої технології є достатня наявність кремнію у природі, його хімічна стабільність і відсутність будь-якого токсичного впливу на людей і навколишнє середовище, сумісність технології кремнієвих сонячних елементів і базових процесів мікроелектроніки. Ефективність промислових сонячних елементів на мульти-і монокристалічному кремнії вже досягла 14-18%, лабораторних зразків- 22-24%.

Чому ж ефективність сонячних елементів менша 100%? По-перше, не всі пари носіїв струму можуть бути розведені полем. Деякі з них можуть рекомбінувати (гинути) в результаті переходу збудженого електрона із зони провідності у валентну зону. По-друге, кванти світла з енергією меншою ширини забороненої зони, не поглинаються напівпровідником і не беруть участі у фотоелектричному процесі. По-третє, електрони і дірки, збуджені квантами світла з енергією, значно більшою ніж ширина забороненої зони, за

дуже короткий час віддають надлишок енергії і опускаються до дна зони провідності (електрони) чи піднімаються до вершини валентної зони (дірки). Надлишкова енергія при цьому йде не на створення струму в зовнішньому колі, а на підвищення температури напівпровідника.

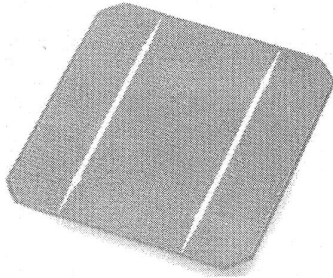


Рис.2 Фотографія лицевої поверхні кремнієвого сонячного елемента

Яку ж електричну енергію можна отримати від сонячного елемента? Це визначається як умовами освітлення, так і характеристиками сонячного елемента. На рис.2 подано фотографію типового промислового сонячного елемента на монокристалічному кремнії розміром $100 \times 100 \text{ мм}^2$ та товщиною 280 мкм . При коефіцієнті корисної дії 14.5% в умовах стандартизованого освітлення потужністю 100 мВт/см^2 , сонячний спектр якого відповідає атмосферній масі 1.5 (положення Сонця під кутом 45°), такий елемент може подати на зовнішнє навантаження напругу 0.49 В ($U_{\text{хх}}=0.6 \text{ В}$) та струм 3 А ($I_{\text{кз}}=3.3 \text{ А}$), тобто виділити 1.45 Вт потужності. Проте такий рівень освітлення існує лише на малих широтах влітку, у полудень при ясному небі. Тому при розрахунку електричної енергії від сонячного елемента треба знати кількість сонячної енергії, яка поступає протягом року в даній місцевості.

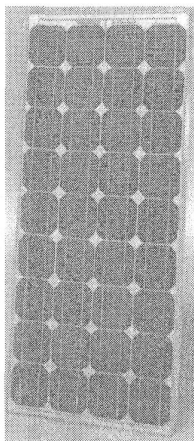


Рис. 3 Сонячна батарея на 50 Вт. Параметри при освітленні 100 мВт/см^2 із спектром AM1.5: максимальна потужність - 50 Вт, струм при максимальній потужності - 3.0 А , напруга при максимальній потужності- 17 В. Вага 9 кг, розміри: $1060 \times 485 \times 60 \text{ мм}^3$.

Фотографія лицевої поверхні кремнієвого сонячного елемента, який має форму “псевдоквадрату”. Струмозбираюча металева сітка покриває поверхню з кроком 2 мм , загальний струм протікає через 2 шини товщиною 2 мм .

Вихідна потужність сонячного елемента може бути підвищена також за рахунок збільшення площі сонячного елемента (оскільки $I_{\text{кз}}$ лінійно зростає з площею освітленого елемента), однак кремнієві елементи з більшою площею (150×150 чи $200 \times 200 \text{ мм}^2$) ще не так поширені ніж елементи $100 \times 100 \text{ мм}^2$.

Як видно, на відміну інтегральних схем та інших мініатюрних приладів сучасної мікроелектроніки, сонячні елементи характеризуються великою площею, що дозволяє отримувати великі струми (порядку одиниць ампера). Для зменшення можливих електричних втрат при проходженні такого великого струму лицева сторона елемента покривається електропровідною металевою плівкою. Її звичайно роблять у вигляді гребінки (рис.2) для того, щоб сонячне світло пройшло крізь металевий контакт без втрат та поглинулося у напівпровідниковому матеріалі. Для зменшення втрат сонячного світла на оптичне відбивання від поверхні напівпровідника п-область часто текстурують (наприклад, витравлюють спеціальні піраміди мікронних розмірів) та покривають антивідбиваючим шаром діелектрика. Тобто реально конструкція сонячного елемента більш складна, ніж та, що показана на рис.1.

Для практичного використання напівпровідникової сонячної енергетики для живлення навіть малогабаритної радіоапаратури одного сонячного елемента замало – у нього недостатня напруга за загальною вихідною потужністю. Тому із окремих сонячних елементів збирають сонячні батареї (фотомодулі). Типова батарея номіналом 50 Вт складається із 36 послідовно з'єднаних сонячних елементів 100x100 мм². Така батарея в робочій точці розвиває 17 В при струмі 3 А при освітленні 100 мВт/см² (рис.3).

З'єднуючи такі фотомодулі, можна створювати електричні станції різної потужності, від декількох кіловатт до декількох мегаватт. На рис.4 дано принциповий вигляд установки для живлення побутової техніки в котеджі.

Окрім сонячних батарей, які розміщують на фасаді чи на даху котеджу, до установки входить також ще два важливі прилади - хімічні акумулятори та регулятор - перетворювач. Вдень сонячні батареї живлять як електричні прилади, так і заряджують акумулятори. Вночі та в умовах недостатнього рівня освітлення джерелом живлення є виключно акумулятори. Регулятори-перетворювачі потрібні для автоматичного керування процесами зарядки-розрядки акумуляторів, перемикання навантаження сонячна батарея - акумулятор та для узгодження вихідної напруги батареї з номіналом апаратури.

Оцінки показують, що навіть в умовах середніх широт для невеликого котеджу вистачить батареї з потужністю в 2 (3) кВт, яка може бути легко розміщена на даху, оскільки займає площу всього 20 (30) м². Відомо, що в Україні середньорічні суми прямої та розсіяної сонячної радіації на горизонтальну поверхню змінюються від 1080 кВт.год/м² (в районі Чернігова) до 1390 кВт.год/м² (Євпаторія). Тоді в залежності від зони, така батарея вироблятиме за рік 2200-2800 (3300-4200) кВт.год електрики, що задовольнить енергетичні потреби (без врахування теплопостачання) сім'ї на 3-4 чоловіка.

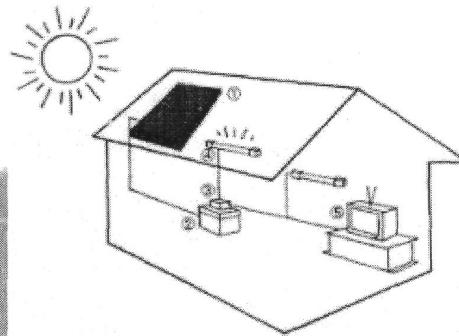
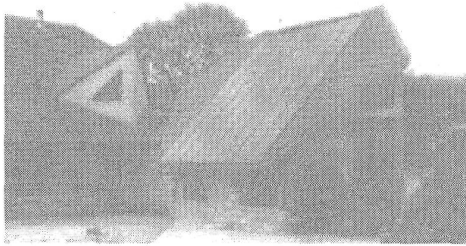


Рис. 4

Схема електроживлення сонячними батареями котеджу

Схема електроживлення сонячними батареями котеджу: 1- сонячна батарея, 2- хімічні акумулятори, 3- регулятор-перетворювач, 4- електричний кабель та освітлення, 5- телевизор чи інший споживач енергії.

Серед інших застосувань сонячної енергетики відзначимо: в системах телекомунікації та зв'язку (ретранслятори, телеметрія); для забезпечення електроенергією навігаційних вогнів, бакенів, дорожніх знаків, освітлення автошляхів в нічний час; для антикорозійного захисту металевих конструкцій та трубопроводів; у віддалених не електрифікованих оселях для живлення побутових приладів; в системах охоронної сигналізації; в сільському господарстві та засушливих районах для добування та подачі води; створення мережі автоматичних постів, обладнаних різними датчиками для моніторингу навколишнього середовища, тощо. Нарешті, в космічних апаратах та штучних супутниках сонячні батареї грають винятково важливу роль в системах живлення бортової апаратури.

На сьогоднішній день індустрія, яка пов'язана з виробництвом сонячних батарей, переживає неабиякий бум. Достатньо сказати, що у 2001 році в світі було виготовлено сонячних елементів загальної потужністю більше 150 МВт, що в перерахунку на кремнієві елементи розміром 100x100 мм² та потужності 1.5 Вт означає виробництво в 100 млн. штук. На відміну від інших приладів мікроелектроніки, виробництво сонячних елементів у світі не тільки не скорочується, а характеризується щорічним 15% приростом протягом останніх 6 років. На наукові дослідження в області сонячної енергетики щорічно витрачаються сотні мільйонів доларів.

Єдине, що стримує ще більш широке поширення сонячної енергетики, це висока ціна енергії, яка отримується від сонячних елементів. Собівартість сонячної батареї потужності 1 Вт становить близько 2-3 доларів США, тому окупність енергії, що виробляється сонячними батареями, складає більше 20-30 років. Вартість 1кВт.год електроенергії, яка виробляється фотомодулями, сьогодні значно вища ніж для традиційної енергетики, але слід зауважити, що: по-перше, ця величина має тенденцію до зменшення для сонячної енергетики та до зростання для традиційної енергетики, а по-друге, сонячна енергетика може успішно конкурувати з традиційною в тих випадках, коли споживання енергії порівняно невелике, а підвести електроенергію від загальної електромережі дорого або зовсім неможливо. У цих випадках на

перший план виступає не вартість електроенергії, а цінність або необхідність тих функцій, які здійснюються за рахунок електроенергії. Застосування сонячних батарей в наведених вище випадках (в засобах зв'язку, на транспорті, у побуті, сільському господарстві, для екологічного контролю) виправдано не стільки кількістю виробленої ними електроенергії, скільки появою нових можливостей, покращанням якості процесів, які вже використовуються. Ефект від застосування сонячних батарей в перерахованих напрямках і галузях підвищується, якщо використовуються економічніші споживачі енергії, спеціально розроблені для роботи з фотомодулями (лампи освітлення, холодильники, насоси, телевізори). Крім того, термін роботи сонячних елементів практично необмежений і може складати десятки років.

В розвинених країнах здійснюються потужні інвестиції в нові наукові розробки, головна мета яких - здешевлення сонячної енергії, іде формування нових ринків споживання. Досить згадати програму "Мільйон сонячних дахів" у США, "100 тисяч сонячних дахів" у Німеччині та Італії та інші. Уряди США, Японії та Західної Європи стимулюють споживання сонячної енергії населенням, в першу чергу, тому що ця енергія екологічно чиста і дозволяє економити обмежені ресурси органічного палива. Для цього виділяються без відсоткові довгострокові позики на покупку сонячних батарей, безкоштовно проводиться сервісне обслуговування цих установок. А що робиться в галузі сонячної енергетики в Україні? Ми вже звикли, що в багатьох регіонах України вже стали нормою короткочасні відключення електрики чи погане освітлення вулиць наших міст і сіл. Сонячна енергетика могла б частково вирішити енергетичні проблеми України, особливо по енергопостачанню віддалених неелектрифікованих осель, а в умовах нестабільного електропостачання, відключення електроенергії такі установки забезпечували б безперебійне електропостачання. В сільському господарстві, особливо присадибному, тепличних виробництвах, сонячні батареї могли б забезпечувати подачу води за допомогою насосів та полив рослин, а в тваринництві у посушливих районах - подачу води для тварин. Системи сонячних батарей з хімічними акумуляторами є практично єдиними економічно придатними для живлення апаратури в умовах відсутності мережі центрального енергопостачання; в гірських районах Карпат та Криму, на польових станах, пасовиськах, тощо, тобто в умовах, коли створювати та використовувати мережу центрального енергопостачання нерентабельно чи небезпечно для здоров'я людини. Ця проблема не може бути розв'язана традиційним способом будівництва стаціонарної мережі внаслідок її дорожнечі. Крім того, фотобатареї зараз користуються великим попитом у світі і могли б експортуватись, особливо в південні країни третього світу. Таким чином, застосування в Україні альтернативних джерел енергії, в першу чергу, сонячної енергетики, без сумніву дасть користь. З іншого боку, економіка України має відповідні потужності з виробництва необхідних компонентів та створення інфраструктури такої енергетики. Виробничі можливості тільки таких гігантів мікроелектроніки, як виробничі об'єднання

«КВАЗАР», «ІРВА» (м. Київ), «Гравітон» (м. Чернівці), «Хартрон» (м. Харків), «Гамма» і «Електроавтоматика» (м. Запоріжжя), «Дніпро» (м. Херсон), «Позитрон» (м. Івано-Франківськ) дозволяють проводити повний технологічний цикл створення сонячних елементів. Україна має висококваліфікований науковий потенціал в цій галузі (Інститут фізики напівпровідників та Інститут електродинаміки НАНУ, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича, Національний технічний університет «КПІ»). Залишилось дочекатися розуміння необхідності реальної державної підтримки сонячної енергетики з боку владних структур. Інакше в недалекому майбутньому разом з іноземними автомобілями, технікою та ширпотребним мотлохом в Україну почнуть потоком завозити і заморські сонячні батареї.

Фундаментальні проблеми

Через відносно невелику величину сонячної постійної для сонячної енергетики потрібне використання великих площ землі під електростанції (наприклад, для електростанції потужністю 1 Гвт це може бути декілька десятків квадратних кілометрів). Проте, цей недолік не так великий, наприклад, гідроенергетика виводить з користування значно більші ділянки землі. До того ж фотоелектричні елементи на великих сонячних електростанціях встановлюються на висоті 1,8—2,5 метра, що дозволяє використовувати землі під електростанцією для сільськогосподарських потреб, наприклад, для випасу худоби.

Проблема знаходження великих площ землі під сонячні електростанції вирішується у разі застосування сонячних аеростатних електростанцій, придатних як для наземного, так і для морського і для висотного базування. Потік сонячної енергії на поверхні Землі сильно залежить від широти і клімату. У різних місцевостях середня кількість сонячних днів в році може дуже сильно відрізнятися.

Технічні проблеми

Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік електроспоживання припадає саме на вечірні години. Крім того, потужність електростанції може стрімко і несподівано коливатися через зміни погоди. Для подолання цих недоліків потрібно або використовувати ефективні електричні акумулятори (на сьогоднішній день це невирішена проблема), або будувати гідроакумуляуючі станції, які теж займають велику територію, або використовувати концепцію водневої енергетики, яка також поки далека від економічної ефективності. Проблема залежності потужності сонячної електростанції від часу доби і погодних умов вирішується у разі сонячних аеростатних електростанцій. Висока ціна сонячних фотоелементів. Ймовірно, з розвитком технології цей недолік подолають. В 1990—2005 рр. ціни на фотоелементи знижувалися в середньому на 4 % на рік.

Недостатній ККД сонячних елементів (ймовірно, буде незабаром збільшений).

Поверхню фотопанелей потрібно очищати від пилу і інших забруднень. При їх площі в декілька квадратних кілометрів це може викликати утруднення. Ефективність фотоелектричних елементів помітно падає при їх нагріванні, тому виникає необхідність в установці систем охолодження, зазвичай водяних.

Через 30 років експлуатації ефективність фотоелектричних елементів починає знижуватися.

Екологічні проблеми

Незважаючи на екологічну чистоту отримуваної енергії, самі фотоелементи містять отруйні речовини, наприклад, свинець, кадмій, галій, миш'як і т. д., а їх виробництво споживає масу інших небезпечних речовин. Сучасні фотоелементи мають обмежений термін служби (30—50 років), і масове їх застосування поставить в найближчий час складне питання їх утилізації. Останнім часом починає активно розвиватися виробництво тонкоплівкових фотоелементів, у складі яких міститься всього біля 1 % кремнію. Завдяки низькому вмісту кремнію тонкоплівкові фотоелементи дешевші у виробництві, але поки мають меншу ефективність. Так, наприклад, в 2005 р. компанія «Shell» ухвалила рішення сконцентруватися на виробництві тонкоплівкових елементів, і продала свій бізнес по виробництву кремнієвих фотоелектричних елементів.

Геотермальна енергія: загальна характеристика

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінкою МРЕК-ХІ досягає 137 трлн. т у.п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих.

З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

Гідрогеотермальні ресурси, які використовуються на сьогодні практично, складають лише 1% від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними в цьому відношенні варто вважати райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а склад мінеральної частини термальних вод не створює додаткових труднощів по боротьбі із солевідкладеннями і кородуванням 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 і ін.

Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, складають 4% від загальних прогнозних запасів, тому їхнє використання в майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів.

Геотермальна енергія в Україні

В Україні прогнозні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн. т у.п. на рік.

Серед перспективних районів для пошуків і розвідки геотермальних ресурсів знаходиться Донецький басейн.

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики в майбутньому можливі лише при одержанні теплової енергії безпосередньо з гірських порід (петрогеотермальна енергія). В цьому випадку теплоносій визначеного потенціалу утворюється в результаті теплообміну води, яка нагнітається при контакті у тріщині, з високотемпературними гірськими породами в зоні природної чи штучно створеної проникності з наступним виведенням теплоносія на поверхню.

Мінімальна – технологічно прийнятна для виробництва електроенергії при існуючих технічних можливостях – температура гірських порід складає 150°C. Така температура гірських порід у межах України зафіксована на глибинах 3-10 км (у Донбасі – 4-6 км). Відповідно до проведеної оцінки геологічні ресурси геотермальної енергії найбільш перспективних в Україні

площ в інтервалі глибин 3-10 км складають близько 15 трлн. т у.п. до 7 км – 3 трлн. т у.п.

У Дніпровсько-Донецькій западині і Донбасі прогнозні ресурси петрогеотермальної енергії в інтервалі глибин 4-10 км складають 9 трлн. т у.п., в тому числі до 7 км – 1,9 трлн. т у.п. Щільність ресурсів на технологічно доступних глибинах 4-5 км складає близько 7 млн. т у.п./км.

Використання геотермальної енергії

Перше місце по виробленню електроенергії з гарячих гідротермальних джерел займає США. У долині Великих Гейзерів (штат Каліфорнія) на площі 52 км діє 15 установок, потужністю понад 900 МВт.

«Країна льодовиків», так називають Ісландію, ефективно використовує гідротермальну енергію своїх надр. Тут відомо понад 700 термальних джерел, які виходять на земну поверхню. Близько 60% населення користується геотермальними водами для обігріву житлових приміщень, а в найближчому майбутньому планується довести це число до 80%. При середній температурі води 87°C річне споживання енергії гарячої води складає 15 млн. ГДж, що рівноцінно економії 500 тис. т кам'яного вугілля на рік. Крім того, ісландські теплиці, в яких вирощують овочі, фрукти, квіти і навіть банани, споживають щорічно до 150 тис. м³ гарячої води, тобто понад 1,5 млн. ГДж теплової енергії.

Середній потік геотермальної енергії через земну поверхність складає приблизно 0,06 Вт/м² при температурному градієнті меншому ніж 30 градусів С/км. Однак є райони зі збільшеними градієнтами температури, де потоки складають приблизно 10-20 Вт/м², що дозволяє реалізовувати геотермальні станції (ГеоТЕС) тепловою потужністю 100 МВт/км² та тривалістю експлуатації до 20 років.

Якість геотермальної енергії невелика і краще її використовувати для опалення будівель та попереднього підігріву робочих тіл звичайних високотемпературних установок. Також використовують це тепло для ферм по розведенню риби та для теплиць. Якщо тепло з надр виходить при температурі більше 150°C, то можна говорити про виробництво електроенергії. Побудовано ГеоТЕС на Філіппінах потужністю більше 900 тис. кВт.

Масштаб використання геотермальної енергії визначають декілька факторів: капітальні витрати на спорудження свердловин, ціна яких зростає зі збільшенням глибини. Оптимальна глибина свердловин 5 км. Геотермальні води використовують двома способами: фонтанним (теплоносій викидається в навколишнє середовище) та циркуляційним (теплоносій закачується назад в продуктивну товщу). Перший спосіб дешевше, але екологічно небезпечний, другий дорожчий, але забезпечує збереження навколишнього середовища. Можна здійснювати разом з добуванням тепла і добування хімічних елементів та сполук з розсолів, як на дослідному заводі в Дагестані, де добувають сполуки магнію, літію та бром.

До категорії гідротермальних конвективних систем відносяться підземні басейни пари чи гарячої води, які виходять на поверхню з землі, утворюючи гейзери, фумароли, озера багнюки тощо. Їх використовують для виробництва електроенергії за допомогою методу, що ґрунтується на використанні пари, яка утворюється при випаровуванні гарячої води на поверхні.

Іншим методом виробництва електроенергії на базі високо- та середньотемпературних геотермальних вод є використання процесу із застосуванням двоконтурного (бінарного) циклу. В цьому процесі 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, зараз підготовлені для діапазону температур 75—150°C і при одиничній потужності 10—100 кВт.

Також є розробки по отриманню теплової енергії зі штучно утворених тріщин в гарячих сухих породах.

Геотермальні системи, де в зонах зі збільшеним значенням теплового потоку розташовуються глибокозалягаючий осадовий басейн (Угорський басейн), температура води — 100 °C.

Переваги і недоліки геотермальної енергії

Переваги:

Геотермальну енергію отримують від джерел тепла з великими температурами.

Вона має декілька особливостей:

температура теплоносія значно менша за температуру при спалюванні палива;

найкращий спосіб використання геотермальної енергії — комбінований (видобуток електроенергії та обігрів).

Недоліки:

низька термодинамічна якість;

необхідність використання тепла біля місця видобування;

вартість спорудження свердловин виростає зі збільшенням глибини.

Це джерело характеризується різноплановим впливом на природне середовище. Так в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених підземних водах сполук сірки, бору, мишьяка, аміаку, ртуті; викидається водяна пара, збільшуючи вологість; супроводжується акустичним ефектом; опускання земної поверхні; засолення земель.