

1980. – С. 127-131. **9.** Борисов, А. Н. Принятие решения на основе нечетких моделей [Текст]: примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига: Знание, 1990. – 184 с. **10.** Кузьмин, В. Б. Параметрическое отношение лингвистических значений переменных и ограничений [Текст] / В. Б. Кузьмин // Модели выбора альтернатив в нечеткой среде. – Рига, 1980. – С.75-76. **11.** Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации [Текст] / А. П. Ротштейн – Винница: «Универсум-Винница», 1999 – 320 с.

Bibliography (transliterated): **1.** DBN V.2.3-19-2008. Sporudy transportu zaliznytsi kolii 1520 mm: normy proektuvannia. Kyiv: Minrehionbud, 2008. **2.** Bobrovskiy, V. Y., Kozachenko, D. N., & Vernyhora, R. V., Malashkin, V. V. (2010). Modely, metody y alhorytmy avtomatyzirovannoho proektyrovannia zheleznodorozhnykh stantsiy. Dnepropetrovsk. **3.** Kormen, T. (2006). Alhorytmy: postroeny y analiz. Moskva. **4.** Vernyhora, R. V., Malashkin V.V. (2012). Kompleksna otsinka konstruktсии koliinoho rozvytku zaliznychnykh stantsiy na osnovi metodiv teorii pryiniattia rishen. Zbirnyk naukovykh prats DNUZT: Seriya «Transportni systemy i tekhnolohii perevezen», 3, 25-30. **5.** Shtorm, R. (1970). Teoryia veroiatnostei, matematycheskaia statystyka, statystycheskyi kontrol kachestva. Moskva. **6.** Nohyn, V. (2007). Pryniatye resheniy pry mnohykh kryteriyakh. Sankt Peterburg. **7.** Saaty, T. L. (1993). Pryniatye resheniy. Metod analiza yerarkhyi. Moskva. **8.** Svarovskiy, S. T. (1980). Approksymatsiya funktsiy prynadlezhnosti znachenyi lynchvystycheskoi peremennoi. Novosybyrsk: VTs SO AN SSSR. **9.** Borysov, A. N. Krumberh, O. A., & Fedorov, Y. P. (1990). Pryniatye resheniya na osnove nechetkykh modelei. Ryha: Znanye. **10.** Kuzmyn, V. B. (1980). Parametrycheskoe otnoshenye lynchvystycheskykh znachenyi peremennykh y ohranychenyi. Modely vybora alternatyv v nechetkoi srede. Ryha, 75-76. **11.** Rotshtein, A. P. (1990). Yntellektualnye tekhnolohyy ydentyfykatsyy. Vynnytsa: Unyversum-Vynnytsa.

Надійшла (received) 24.02.2015

УДК 620.9

Ю. В. РОЖКО, викладач, Миргородський художньо промисловий коледж, Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка;
О. М. ЛИМАРЕНКО, аспірант, Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

У статті надано оцінку геотермальним ресурсам та можливостям досягнення технічного енергетичного потенціалу геотермальної енергії України з виділенням найбільш придатних для розвитку геотермальної енергетики регіонів. Наведенні данні по використанню геотермальної енергії в Європі для обігріву і охолодження житла, в сільському господарстві, туризмі, лікуванні. Показано, що сьогодні постає необхідність проведення відповідних наукових опрацювань для умов України

Ключові слова: геотермальна енергія, геотермальні ресурси, геотермальна енергетика, теплова потужність

Вступ. Одна із сучасних проблем, яка постала перед Україною, є енергетична. Постійне зростання цін на енергоносії, невпинне вичерпування основних ресурсів: нафти, газу, кам'яного та бурого вугілля, а також обмежені можливості розвитку атомної та гідроенергетики призвели до використання відновлювальних джерел енергії. У зв'язку із цим використання відновлюваних джерел енергії є одним із найбільш важливих напрямів державної енергетичної стратегії розвитку країни,

© Ю. В. РОЖКО, О. М. ЛИМАРЕНКО, 2015

яка передбачає не лише збереження енергії за рахунок заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів, але й забезпечення умов для максимально ефективного її використання і покращення стану довкілля.

Геотермальна енергія в Україні представлена гарячими та перегрітими джерелами води та тепла сухих гірських порід. Ресурси теплових і перегрітих вод утворюються і циркулюють на глибинах понад 1000 метрів в артезіанських басейнах.

Геотермальна енергетика надає невичерпне, екологічно чисте і найдешевше серед відомих відновлюваних джерело теплової енергії для суспільства. Освоєнням геотермальних ресурсів займаються більше 70 країн світу.

Цілі і завдання. Метою статті є проведення оцінювання можливостей та перспектив розвитку геотермальної енергетики в Україні на підставі існуючих методів і аналізів та технічно досяжного енергетичного потенціалу геотермальної енергії із визначенням найбільш сприятливих та перспективних у даному аспекті регіонів.

Опис і аналіз стану використання геотермальних джерел. На ринку відновлюваних джерел енергії перспективним сегментом є геотермальна енергія - енергія у формі тепла, яка акумульована в земній поверхні, і яка може бути видобута та використана на користь людині. Основними її перевагами порівняно із іншими альтернативними видами енергії є доступність практично у будь-якій точці світу та постійність джерела тепла у земній корі. Фахівці Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України зазначають, що навіть якби весь світ повністю перейшов на використання геотермальної енергії, для того, щоб температура в надрах Землі знизилась всього лише на півградуса, необхідно, щоб минув 41 мільярд років [1].

Геотермальна енергія зараз масштабно використовується більш ніж у 40 країнах світу уже понад 50 років для обігріву і охолодження житла, в сільському господарстві, туризмі, лікуванні, виробленні електричної енергії тощо.

Ситуація змінюється від країни до країни в залежності від розвитку геотермальних технологій. Діапазон використання варіюється від виробітку електроенергії з використанням високотемпературних сухих гірських порід

(Ісландія, Італія, Греція, Туреччина), використан-
ням гідротермальних ресу-
рсів в осадових басейнах
(Франція, Німеччина,
Польща, Італія, Угорщина,
Румунія та інші). На рис 1
показано використання
геотермальної енергії в
Європі.

Інвестиції в геотермальну
енергетику протягом

останніх 20 років склали близько 22 млрд. доларів, більша половина з яких інвестовані приватними структурами. За прогнозами спеціалістів очікувані інвестиції протягом найближчих 10 років складають 15-20 млрд. доларів [2].

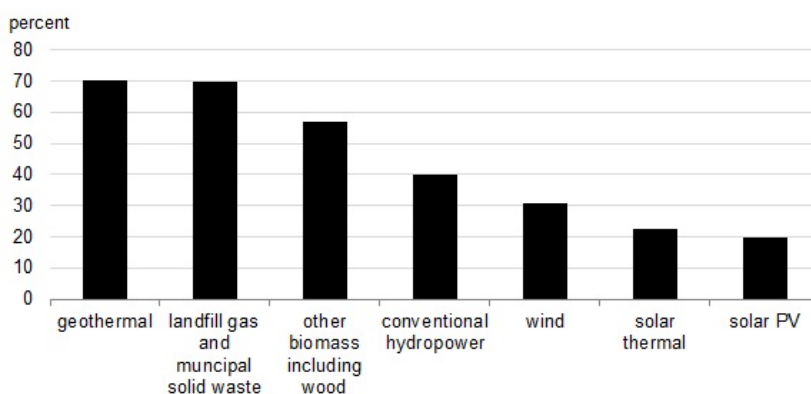


Рис. 1 – Використання геотермальної енергії

Використання геотермальних ресурсів в паливно-енергетичному комплексі України розвіданих родовищ геотермальних джерел і, в першу чергу, існуючих на цих родовищах свердловин, дасть можливість створити геотермальні теплогенеруючі установки, сумарна теплова потужність яких складе 200 МВт. Розвідані геотермальні ресурси України являють собою нагріті сухі гірські породи ґрунту, термальні води, а також нагріті сателітні підземні води, які добуваються на поверхню діючими свердловинами нафтогазових родовищ та ін. До 2030 року цілком реально є створення енергогенеруючих геотермальних установок сумарною тепловою потужністю 2160 МВт.

За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України річний технічно енергетичний потенціал геотермальної енергії в Україні є еквівалентним 12 млн. тон умовного палива використання якого дозволить заощадити біля 10 млрд. м³ природного газу [3]. Найбільш перспективними для розвитку геотермальної енергетики в Україні є три географічних регіони (рис. 2).

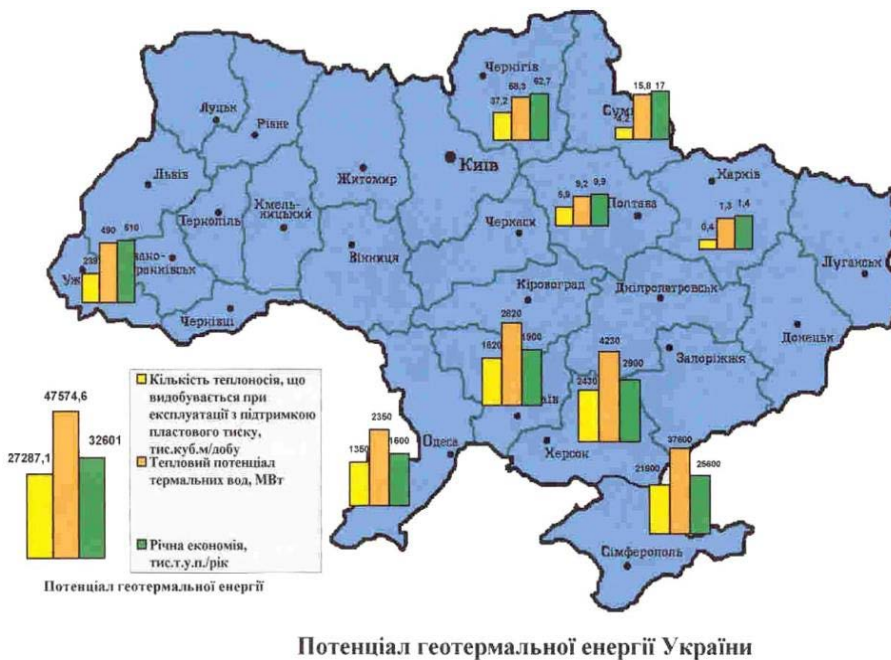


Рис. 2 – Потенціал геотермальної енергії України

Перший із перспективних регіонів використання геотермальних вод - Карпатський геотермічний район (частини Волинської, Тернопільської, Чернівецької і майже повністю території Львівської, Івано-Франківської та Закарпатської областей).

З гідрогеологічної точки зору, Карпатська западина є першо класовим джерелом по тиску водоносного шару. Вона поділяється на два басейни: Чоп-Мукачівський і Солотвинський, з тиском другого класу водоносних басейнів. Гідрогеологічні середовища в Прикарпатському басейні водоносного шару не однорідні. Шар не є однорідним навіть в межах двох суб - басейнів. Мінералізація геотермальних вод басейну Чоп-Мукачівський розрізняються за кількістю та видом і може сягати від 10 г / л до 300-350 г / л [4].

Температура порід пробурених в Карпатах свердловин на глибинах 4 км досягає 210°C, а температури підземних вод необхідні для ефективного функціонування геотермальних електростанцій (>150°C) вимагають значно менших глибин (від 1 до 1,5 км). Термальні води родовищ Закарпаття є високомінералізованими. Для прикладу, родовищі Ужгород - 2Т. Мінералізація води становить 16 - 30 г / л. Пластовий тиск на глибині 1700 м становить 167,9 Атм, і на глибині 1300 м. - 134,64 Атм. Максимальна температура води на глибині 1940 метрів становить 108 ° С [5].

Другим перспективним регіоном для розвитку геотермальної енергетики є територія АР Крим. Пробурені на півострові свердловини не глибокі і сягають (до 2000 м), температура термальних вод складає 50-70°C, а їх мінералізація 25-85 г/л [6]. В даний час низько температурні геотермальні води Криму головним чином використовуються для теплопостачання. Також термальні води Криму використовуються в лікувальних цілях на курортах Саки і Євпаторія, в деяких населених пунктах для лазень і теплофікації. Кількість добутої тут геотермальної води в окремих свердловинах досягає 2-4 тис. м³ на добу (рис. 3).

Третім перспективним районом використання геотермального тепла є район Дніпровсько-Донецької западини, який охоплює територію Чернігівської, Сумської, Полтавської, Харківської, Дніпропетровської, Донецької і Луганської областей [7].

Необхідно

зауважити, що саме в цих регіонах велись в минулому і ведуться в теперішній час активні розробки і промислове видобування підземних запасів нафти, газу. В цих регіонах розташована розвинута нафтогазова інфраструктура суб'єктів НАК «Нафтогаз України», сконцентровані значні кваліфіковані людські ресурси, свердловини різного призначення і типу, які з різних причин законсервовані або виведені з експлуатації. Так за попередніми оцінками, кожна 5 свердловина в Полтавській та Івано-Франківській областях може бути використана як джерело геотермальної енергії. Для використання даного виду геотермальної енергії не потрібно проводити попередньої геологічної розвідки, виконувати буріння промислових свердловин, значних капітальних вкладень. До позитивних аспектів такої "реанімації" свердловин відноситься потенційна можливість одержання тепла на значно більших територіях, ніж райони, що володіють природними гідротермальними ресурсами. В Європейських країнах повторне використання нафтогазових свердловин, на яких припинено видобуток нафти та газу, для добування гарячої води, досягає економії капітальних витрат до 40-50% [8]. Багато вітчизняних і закордонних компаній, які відповідальні за розвідку і експлуатацію всіх геотермальних ресурсів, висловлюють дуже великий інтерес до співпраці з США та іншими країнами у двох областях: збільшення виробництва геотермальних вод і збільшення ефективності їх використання.

Геотермальні запаси діляться на три підтипи:

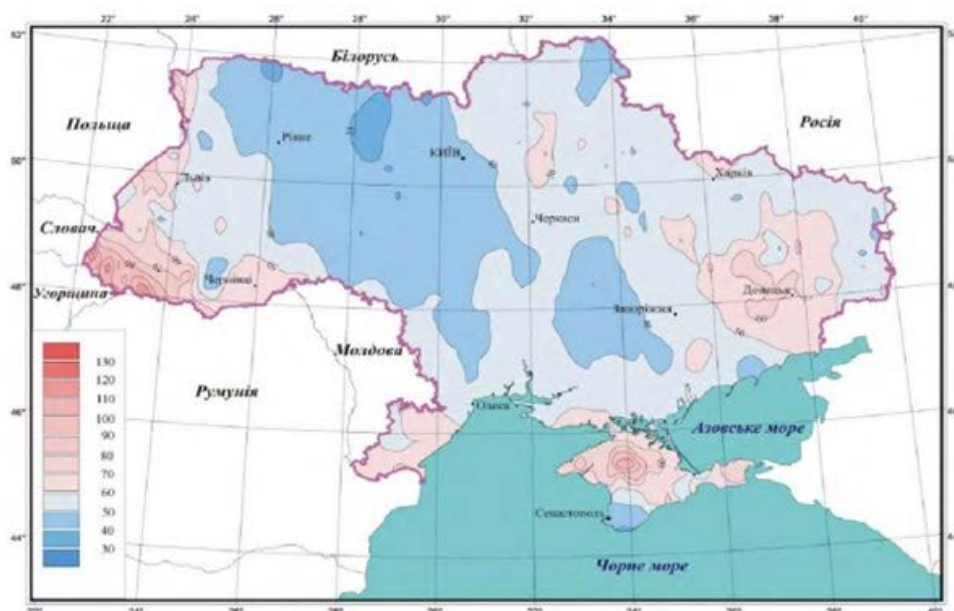


Рис. 3 – Карта розподілу густини теплового потоку на території України

1. Статичні запаси обсягу підземних вод, що містяться у водоносних пластах в природному стані, тобто, загальний обсяг підземних вод знайдених в порах і тріщинах водогірних скель. Статичні запаси можуть бути вилучені з пласта, тільки методом осушення.

2. Швидко відновлювальні (еластичні) запаси можуть бути вилучені з пласта за рахунок зменшення гідростатичного тиску.

3. Динамічні запаси (ресурси) є водами з природною циркуляцією. Динамічні резерви, як правило, експлуатуються одночасно з пружними резервами, коли гідростатичний тиск у водоносних пластах падає.

Використання геотермальної енергії можливе не тільки для теплопостачання, але і для вироблення електричної енергії на геотермальних електростанціях, що значно зменшує викиди шкідливих газів в атмосферу.

У порівнянні з нафто - вугільними електростанціями, геотермальні електростанції виробляють лише 3 % від сірчистих сполук [9]. Деякі геотермальні електростанції використовують скруббера для очищення від сірководню та інших забруднюючих повітря газів, і переробляють їх в товарну продукцію, наприклад, в рідкі добрива. Нові геотермальні електростанції можуть закачати ці газів назад в геотермальні свердловини. Геотермальні електростанції можуть бути побудовані в курортних зонах так як майже не несе шкоди навколишньому середовищу. У порівнянні з іншими працюючими на викопному паливі геотермальні електростанції не спалюють палива для виробництва електроенергії і викидають 14% діоксиду вуглецю (CO_2) [10]. На нових геотермальних електростанціях при добре розробленому бінарному циклі немає викидів взагалі.

Найбільш сприятливі умови для отримання термальних вод існують у межах рівнинної частини Закарпаття. Близькість родовища до міст Ужгород та Чоп відіграли значну роль в оцінці ресурсів для комерційного використання.

На думку геологів, економічно обґрунтованим є використання геотермальних вод Берегівського, Косинського, Залужського, Тереблянського, найбільш Велятинського, Велико- Паладського, Велико-Бактянського й Ужгородського родовищ. Найперспективнішими є родовища в Берегівському районі, де з глибин 800-1300 м можна добувати води температурою 45-65°C [11].

Висновки Можемо зробити висновок, що на території України є значні запаси геотермальної енергії і розвиток геотермальної енергетики є доцільним та перспективним. Практика багатьох країн свідчить, що використання даного виду відновлюваної енергії є економічно вигідним, значно знижує обсяги використання традиційних видів паливних ресурсів, та зменшує викиди шкідливих газів в атмосферу, стимулює розвиток вітчизняної промисловості.

Необхідно відмітити також високу ефективність, регіональну значимість і великий сумарний потенціал геотермальних ресурсів, і невідоме вивчення на сучасному етапі, постає необхідність проведення відповідних наукових опрацювань для умов України.

Слід додати, що необхідно збільшити використання геотермічних ресурсів до 35 %, 50 %. Багато вітчизняних і закордонних компаній які відповідальні за розвідку і експлуатацію всіх геотермальних ресурсів на території регіону, висловлюють дуже великий інтерес до співпраці з США та іншими міжнародними

організаціями у двох областях: збільшення видобування геотермальних вод і збільшення ефективності їх використання.

Список літератури: 1. Кудря, С. О. Використання енергії відновлювальних джерел в агропромисловому комплексі України [Текст] / С. О. Кудря, В. М. Головка, Л. В. Яценко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - 2010. - Вип. 153. - С. 93-99. 2. Ігнатенко, М. А. Перспектива енергетично незалежної держави варту зусиль [Текст] / М. А. Ігнатенко // Щоденна всеукраїнська газета "День", №46-47, п'ятниця, 16 березня 2012. 3. Михайлюк, О. Л. Енергетична безпека України в Чорноморському регіоні. Аналітична доповідь [Текст] / О. Л. Михайлюк, О.Є. Калашикіна // За ред. О.О. Воловича. - Одеса: Фенікс, 2011. - 55 с. 4. Lund, J. W. Worldwide Direct-Uses of Geothermal Energy [Text] / J. W. Lund, //Geothermic. – 2005. - Vol.34, No. 6. - P. 691-727. 5. Bertani, R. World Geothermal Power Generation in the Period 2001-2005. [Text] / R. Bertani // Geothermics. – 2005. - Vol. 34, No. 6. - P. 651-690. 6. Дворов І. М. Геотермальна енергетика [Текст] / І. М. Дворов. – М. : Наука, 1976. – 192 с. 7. Фатеев, Е. М. Ветродвиатели и ветроустановки [Текст] // Е. М. Фатеев. – М.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948. – 544 с. 8. Шефтер, Я. И. Ветронасосные и ветроэлектрические агрегаты [Текст] / Я. И. Шефтер, И. В. Рождественский. – М. : Колос, 1967. – 376 с. 9. Андреев, В. М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения [Текст] / В. М. Андреев, В. А. Грилихес, В. Д. Румянцев. – Л. : Наука, 1989. – 310 с. 10. Бринкворт, Б. Солнечная энергия для человека [Текст] / Б. Бринкворт; пер. с англ. В. Н. Оглоблева ; под ред. и предисл. Б. В. Тарнижевского. – М. : Мир, 1976. – 291 с. 11. Плешка, М. С. Теплонасосные гелиосистемы отопления и горячего водоснабжения зданий [Текст] / М. С. Плешка, П. М. Вырлан, Ф. И. Стратан и др. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 122 с.

Bibliography (transliterated): 1. Kudrya, S. O., Golovko, V. M. Yacenko, L. V. (2010). Viktoristannya energii vidnovlyuvalnix dzherel v agropromislovomu kompleksi Ukraïni. Naukovij visnik Nacionalnogo universitetu bioresursiv i priroдокористuvannya Ukraïni, 153, 93-99. 2. Ignatenko, M. A. (2012). Perspektiva energetichno nezalezhnoï derzhavi varta zusil. Shhodenna vseukraïnska gazeta "Den", №46-47. 3. Mixajlyuk, O. L. (2011). Energetichna bezpeka Ukraïni v Chornomorskomu regionі. Analitichna dopovid, 55. 4. Lund, J. W. (2005). Worldwide Direct-Uses of Geothermal Lund. Geothermic. Vol.34, No. 6, 691-727. 5. Bertani, R. (2005). World Geothermal Power Generation in the Period 2001-2005. Geothermics, Vol. 34, No. 6. 651- 690. 6. Dvorov I. M. (1976). Geotermalnaya energetika, 192. 7. Fateev, E. M. (1948). Vetrodvigateli i vetroustanovki, 544. 8. Shefter, Ya. I. (1967). Vetronasosnye i vetroelektricheskie agregaty, 376. 9. Andreev, V. M. (1989). Fotoelektricheskoe preobrazovanie koncentrirovannogo solnechnogo izlucheniya, 310. 10. Brinkvort, B. (1976). Solnechnaya energiya dlya cheloveka, 291. 11. Pleshka, M. S. (1990). Teplonasosnye geliosistemy otopleniya i goryachego vodosnabzheniya zdan, 122.

Надійшла (received) 24.02.2015