

УДК 536.242

Ю.П.Стародуб, д.ф.-м.н., професор (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності),
В.М.Карпенко к.т.н. (Дочірнє підприємство «Науканафтогаз» Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України»), **В.М.Стасенко** к.т.н. (Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України»), **М.С.Никорюк**, к.т.н. (Донецький національний технічний університет), **О.В.Карпенко** (І-т геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ)

ПРОЕКТ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ВЛАСНИХ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

В статті наведені основні складові енергетичної і екологічної безпеки суспільства на основі освоєння геотермальних ресурсів України. Освоєння геотермальних ресурсів виконується шляхом споруджування геотермальних енергоустановок (ГТЕУ) типу „труба в трубі”, що не вимагають паливних ресурсів, не виробляють шкідливих викидів у довкілля і здатні забезпечити всі сфери діяльності суспільства власною тепловою і електричною енергією в достатній кількості. Наведені відомості з теорії ГТЕУ, техніки і технології їх спорудження, промислової доцільності, соціально-економічної та екологічної ефективності.

***Ключові слова:** проект, енергетична безпека, геотермальні ресурси*

Вступ. Геотермальні ресурси надають невичерпну, екологічно чисту, самовідновлювану, найдешевшу, серед відомих джерел, теплову енергію для суспільства.

Освоєнням геотермальних ресурсів займаються більше 70 країн світу.

В Україні відомі геотермальні ресурси оцінені в [1], як ресурси, що у 20 разів більші ніж усі разом теплотворні корисні копалини (нафта, газ, конденсат, вугілля, торф, деревина, рослинна і біологічна маси), що мають загальний вимір – умовне паливо (у. п.).

Досвід спорудження шахт і свердловин на нафту і газ показав, що наведена оцінка суттєво занижена. Тому в статті наданий експериментальний матеріал, що доводить останнє твердження.

Постановка проблеми. В Україні існуючий рівень екологічної та енергетичної безпеки суспільства характеризується найбільшим у Європі забрудненням довкілля шкідливими викидами парникових газів від спалювання умовного палива (у. п.) під час генерації теплової та електричної енергії, імпортом значних обсягів газу і нафти на її територію.

Зменшення енергетичної залежності від імпорту газу і нафти в Україну вирішується шляхами розвитку технологій виробництва біопалива та синтез-газу з вугілля, але які не вирішують питання зменшення екологічної безпеки суспільства.

Аналіз останніх досліджень робіт [1-12], а також дослідження досвіду спорудження свердловин на нафту і газ дозволили розробити Національний проект енергетичної і екологічної безпеки суспільства на території України на основі використання її власних геотермальних ресурсів.

Забезпеченню населення тепловою і електричною енергією за рахунок використання геотермальних ресурсів в Україні присвячена дана стаття.

Постановка проблеми. Теплова енергія Землі, зазначено в [1], є геоенергетичним ресурсом. Геоенергетичні ресурси України на проектних глибинах характеризують теплофізичні параметри Землі, а саме, температури і густини теплового потоку (ГТП), що наведені на рис.1 і рис.2 відповідно. Карта ГТП показує розподіл його фонових ($35\text{--}50\text{ мВт/м}^2$) і аномальних ($60\text{--}130\text{ мВт/м}^2$) величин на території України.

Геоенергоресурси можуть бути видобуті водяною геоциркуляційною системою з температурою (Т) носія не нижче ніж 60°C та його поверненням у надра з $T \sim 20^\circ\text{C}$.

На деяких площах вони досягають 10 т у.п./кв.м , що перевищує запаси енергії, які можуть бути видобуті з великого родовища нафти чи газу.

З огляду карти видно, що найбільш перспективними для розвитку геотермальної енергетики в Україні є східний регіон, Крим і західний регіон території країни, на яких розташовано 70% промислових об'єктів і проживає 31 млн. чоловік.

Найбільш перспективними регіонами країни щодо розвитку геотермальної енергетики є: Луганська, Харківська, Донецька східна частина Дніпропетровської області (біля 12 млн. чоловік) з глибинами свердловин для ГТЕУ до 3000 м; західна частина Дніпропетровської, Полтавська, Чернігівська та Сумська (біля 5,37 млн. чоловік) області з глибинами свердловин для ГТЕУ до 3500м. На заході країни: Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька та Закарпатська області (біля 6,2 млн. чоловік) з глибинами свердловин для ГТЕУ до 3000 м. На півдні: Одеська, Миколаївська, Херсонська і весь Кримський півострів (біля 7,5 млн. чоловік), де свердловини для ГТЕУ будуть мати глибини до 3000 м.

Іншому населенню чисельністю 17 млн. чоловік вартість ГТЕУ буде більшою на 20%, оскільки свердловини будуть мати більшу глибину, біля 3500 м.

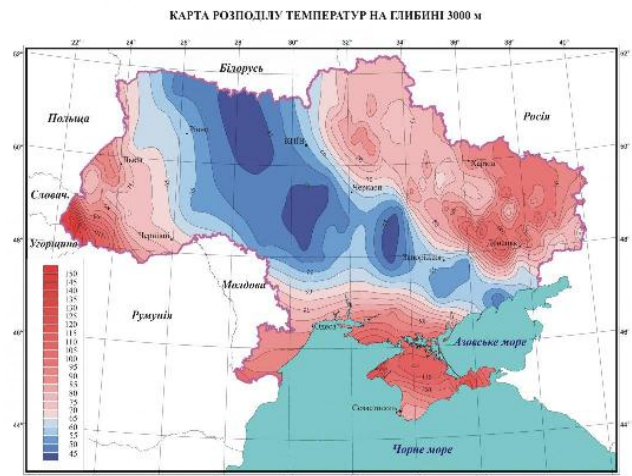


Рис. 1 – Карта розподілу температур гірських порід на глибині 3000 м в Україні

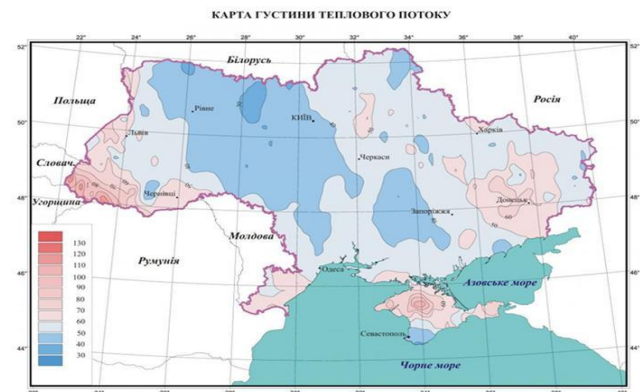


Рис. 2 – Карта розподілу густини теплового потоку в Україні [1]

Оцінка геотермальних ресурсів і параметрів ГТЕУ.

Існуючі оцінки геотермальних ресурсів базуються на інформації про густини теплової енергії Землі [1,2] на території України. Так, в [1] зазначено наступне: щільність теплового потоку – це кількість тепла, що виноситься з надр на поверхню за одиницю часу на одиницю площі. Вона вимірюється у мВт/м² і визначається за законом Фур'є [3], як результат множення геотермічного градієнта в певному інтервалі глибин на теплопровідність порід цього інтервалу. На території України щільність теплового потоку змінюється від 25–30 мВт/м² до 100–110 мВт/м². Температури на глибині 1 км змінюються від 20 до 70°C, а на глибині 3 км – від 40 до 135°C.

Інша оцінка сумарного середнього теплового потоку, що випромінюється у космічний простір з поверхні Землі надається в роботах [4,5] і оцінюється на рівні 392 Вт/м², якому відповідає середня температура на поверхні Землі 14,2 °С, тобто з площі 50х50 = 2500 м² випромінюється біля 1 МВт теплової енергії.

На практиці має місце наступний фізичний процес, що наведений на рис.4.

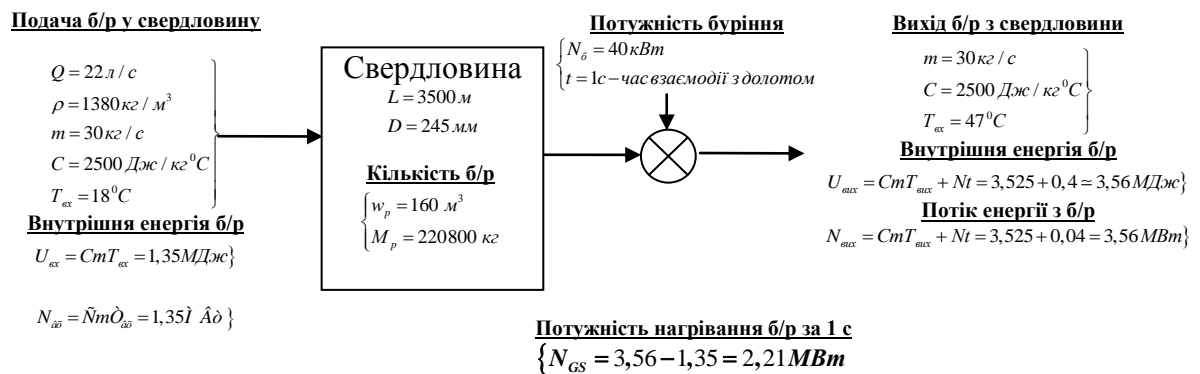


Рис. 3 – Схема сталої дії геотермального фактору на буровий розчин (б/р) під час промивання (буріння $T_{\text{вих}}=50^\circ\text{C}$) свердловини Сентянівська №10 на глибині 3500 м.

Наведена на рис. 4 схема теплової дії геологічного середовища на буровий розчин під час промивання (буріння) свердловини показують, що реальний тепловий потік у свердловину дорівнює 2,23 МВт. Для площі $S = \pi D L = 3,14 \cdot 0,245 \cdot 3500 \approx 2700 \text{ м}^2$ обсадної колони, середня (між нагріванням б/р на вибої і охолодженням його біля устя) щільність теплового потоку у свердловину складає:

для всього б/р, що рухається вниз і вгору, у свердловині

$$q_M = \frac{M_p \cdot C \cdot (T_{\text{вих}} - T_{\text{вх}}) + t_{\text{нагр.б/р}} \cdot N}{2 t_{\text{нагр.б/р}} \cdot S} \approx 410 \text{ Вт / м}^2, \quad (1)$$

для б/р масою 30 кг, що рухається вниз і вгору, у свердловині

$$q_m = \left(\frac{U_{вих} - U_{вх}}{2t_{нагр.б/р} \cdot s} \right) \approx 410 \text{ Вт/м}^2, \quad (2)$$

де $t_{нагр.б/р} = 2L\pi D^2 / 4Q \approx 15000$ - час руху (нагрівання) б/р об'ємом 20 л/с у свердловині від устя до вибою і назад до устя, с; $s = \pi D l_0 = \pi D V t_0 \approx 0,36 \text{ м}^2$ - площа, яку займає 22 л/с б/р у свердловині; $V = L / t_{нагр.б/р} = 0,467$ - середня швидкість руху б/р від устя до вибою в бурильних трубах і назад до устя у міжколонному просторі, м/с.

Результати наближених оцінок за рівняннями (1) і (2) середніх густин теплових потоків у свердловину, визначені для б/р, що займає весь об'єм свердловини, і б/р об'ємом, що дорівнює продуктивності бурового насоса, показують однакові значення 410 Вт/м^2 , що близько до значення 392 Вт/м^2 [4]), які суттєво більші ніж наведені на рис. 1. Цей безперечний факт генерації тепла гірськими породами автори пояснюють дією термопружного фактору, що діє на модель твердого тіла. Тверде тіло гірської породи (1 м^3), як система, що складена з багатьох осциляторів, стиснуте зовнішнім тиском. Тому осцилятори вимушені в стані термодинамічної рівноваги коливатися швидше, як результат збільшення їх внутрішньої енергії за глибиною зміни геостатичної енергії. Тим самим, кожна точка геологічного середовища стає джерелом теплової енергії, і вся Земля знаходиться в стані термодинамічної рівноваги з загальним випромінюванням у космічний простір теплової енергії з щільністю 392 Вт/м^2 [4], яку також не може пояснити тепловим потоком, що наведений на рис. 1.

Більш точну оцінку щільності теплового потоку крізь стінки бурильної колони (БК) можна отримати за даними спеціальних геотермальних досліджень у свердловині №189 Карадаг [5], які наведені у табл. 1 і 2.

Середня щільність теплового потоку від гірських порід, що нагріває б/р масою m крізь стінки БК $t_0 = 1$ - час, с, визначається за наступною формулою:

Таблиця 1 – Розподіл температури б/р у свердловині Карадаг №189

Глибина, м	0	1100	1800	2800	3765
Температура б/р у свердловині стаціонарна	18	51	59	70	85
Температура б/р після промивання свердловини (вибій на гл. 3765 м)	33				70
Температура б/р після промивання свердловини (вибій на гл. 1800 м)	36		47,5		

$$n_p = \frac{\Delta U_p}{t_{ом} \cdot S_{ом}} = c_p \rho_p \frac{d}{4} \cdot \Delta T \cdot \frac{V_{ек}}{L_m} = 2,41, \text{ кВт/м}^2, \quad (1)$$

а за визначенням [1] густина теплового потоку у ГС на вибої дорівнює

$$\tilde{n}_p = \frac{T_{виб} - T_{вх}}{L} \cdot \lambda = 0,035 \text{ Вт/м}^2,$$

де ΔT - температура нагрівання б/р масою $m = \rho_p w = \rho_p \frac{\pi d^2}{4} V t_0$, що рухається від

устья до вибою під час промивання свердловини, $^{\circ}\text{C}$;

$w = 0,02$ – продуктивність бурового насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

$t_{\text{ом}} = L/V = 2127$ – час руху б/р у БТ, с;

$\lambda = 2,5 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ – теплопровідність ГС;

$S_{\text{ом}} = \pi d V t_0$ – площа внутрішніх стінок БТ, м^2 ;

$\Delta U_p = m c_p \Delta T$ – внутрішня енергія б/р, Дж,

яка на виході з БК на вибої дорівнює $\Delta U_p = 3,4$ МДж, а оскільки дана енергія виходить з БК разом з б/р кожену секунду, то загальна потужність теплового потоку від ГС до всього б/р, що знаходиться у просторі БК у кількості 40 м^3 (масою 60000 кг) складає $3,4 \text{ МВт}$.

Таблиця 2 – Параметри свердловини Карадаг №189 (експериментальні дані)

Буровий розчин									
Параметр	Маса/с	Температура на вході у св.	Температура на виході з св.	Теплоємність	Швидкість в ЕК	Швидкість в ОК	Густина	Температура на вибої	
Позначення	m/c	$T_{\text{вх}}$	$T_{\text{вих}}$	c_p	$V_{\text{ек}}$	$V_{\text{ок}}$	ρ	$T_{\text{ок}}$	$T_{\text{ек}}$
Вимір	кг/с	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	Дж/кг/ $^{\circ}\text{C}$	м/с	м/с	кг/м 3	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
Значення	30	18	33	2190	1,768	0,437	1,5	85	70
Геологічне середовище									
Параметр	Температурний градієнт		Густина	Теплоємність	Температура на усті	Температура на вибої			
Позначення	$\alpha_g = \text{grad}(T_g)$		ρ_g	c_g	T_{g0}	T_{gL}			
Вимір	$^{\circ}\text{C/м}$		кг/м 3	Дж/кг/ $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$			
Значення	0,01992		2760	1180	18	93			
Свердловина									
Параметр	Глибина	Зовнішній діаметр ОК	Внутрішній діаметр ОК	Зовнішній діаметр ЕК	Внутрішній діаметр ЕК	Питома теплоємність заліза			
Позначення	L_m	D	d	D	d	c_{ξ}			
Вимір	м	мм	мм	мм	мм	Дж/с/ $^{\circ}\text{C}$			
Значення	3765	299	279	140	120	465			

Тут ставляться наступні науково-технічні задачі:

перша – пояснити реальну густину теплового потоку $2,41 \text{ кВт/м}^2$, оскільки ні витрати потужності на буріння, ні існуючий параметр $\tilde{n}_{p1} = 0,035 \text{ Вт/м}^2$ не пояснюють походження реальних теплових потоків у глибоких свердловинах, що спостерігаються на практиці, як і загального теплового потоку Землі 392 Вт/м^2 ;

друга – підняти на поверхню теплову енергію в кількості більшу $3,4 \text{ МДж}$, оскільки на сьогоднішній день вільна теплова енергія б/р з температурою $33 \text{ }^{\circ}\text{C}$ є на рівні $\Delta U_{\text{вих}} = 0,98 \text{ МДж}$, а температура ГС на глибині 3765 м складає $93 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

третья – розробити модель та метод оцінки ККД ГТЕУ, оскільки для даної БК і свердловини ККД складає всього $\eta = \Delta U_{\text{вих}} / \Delta U_p = 0,29$.

Так, для найбільш активних геотермальних зон східної частини України температурний градієнт дорівнює $\chi_m = 0,04$ °С/м, і на глибині 3500 м (св. №10 Сентянівська площа: обсадна колона 245 мм, градієнт 0,04 °С/м, продуктивність насоса 22 л/с, густина розчину 1380 кг/м³) б/р масою 30 кг акумулює теплову енергію в кількості

$$U_p = c_p \rho_p w [\chi_m L - T_{\text{ex}}] \approx 8,1 \text{ , МДж} \quad (2)$$

за $t_{\text{om}} = L/V = 1977$ с, тобто, потужність теплового потоку складає біля $n = 4,09$ кВт, а площа, крізь яку проникає тепловий потік на протязі часу 1977 с складає $s_{\text{cm}} = \pi d w / s_{\text{np}} = 0,73$ м², де $s_{\text{np}} = \pi d^2 / 4$, м². Щільність теплового потоку складає $\eta = 5,6$ кВт/м².

Техніка і технологія споруджування геотермальної енергоустановки

Споруджування ГТЕУ в межах 1 га площі на потужність більшу 5 МВт заданої глибини $L=3000-3500$ м, використовує існуючий буровий інструмент для буріння свердловин за конструкцією: (направлення-кондуктор-обсадна колона-експлуатаційна колона)

$$\text{Напр.} \left[\frac{\varnothing 590}{\varnothing 508} / L : 25 \right] \parallel \text{Конд.} \left[\frac{\varnothing 540}{\varnothing 478} / L : 1000 \right] \parallel \text{ОК} \left[\frac{\varnothing 445}{\varnothing 377} / L : 3500 \right] \parallel \text{ЕК} [\varnothing 150 / L : 3500].$$

В роботі [7] автори запропонували вітчизняний комплект КБО-250/300 вантажопідйомністю 300 тонн, який у використанні є технологічно більш ефективними, а економічно більш вигідним від всіх закордонних аналогів. Комплектність силових агрегатів запропонованої б/у вітчизняного виробництва.

Особливостями конструкції моделі КБО-250/300 є те, що більшість силових агрегатів виготовляються в Україні, а лебідка типу ЛБ-650Е має абсолютну надійність роботи з обсадними і бурильними колонами завдяки використанню в її складі АРПД-6 – автоматичного регулятора подачі долота з глободним черв'ячним самогальмуючим редуктором.

Функціональними особливостями моделі КБО-250/300 є здатність автоматизованого управління і оптимізації процесу буріння, що забезпечує необхідну вертикальність стовбура свердловини, збільшену у 1,5-1,8 рази стійкість доліт на вибої за рахунок АРПД-6, мінімальну вартість 1 м буріння [8]. Вартість моделі КБО-250/300 у 3-4 рази менша вартості світових аналогів даного класу б/у.

Виконані дослідження дозволяють поставити наступні наукові і техніко-технологічні задачі: **перша** – розроблення технології буріння геотермальних свердловин, що характеризуються збільшеними діаметрами; **друга** – розроблення технічних засобів передачі на поверхню і прямого перетворення теплової енергії в електричну; **третя** – розроблення технологій ефективного використання геотермальної енергії на земній поверхні - збільшення ККД ТЕМ.

Економічна ефективність геотермальної енергетики в Україні

Джерела теплової енергії

Паливо в розмірі 70 млн. т у. п ($1,4 \cdot 10^{18}$ Дж.), зокрема, природний газ в обсязі $8,5 \div 10$ млрд.м³ [8] видобувається і спалюється у 82% котелень, що наведені в табл. 4. Встановлена потужність котелень коливається в межах $3 \div 12$ МВт [9].

Вартість природного газу в Україні складає 100÷400 дол. США за 1000 м³, або 800÷3200 грн. за 1000 м³ (курс: 8 грн за 1 дол. США).

Таблиця 4 – Генератори теплової енергії в Україні [9]

№	Показник	Од. виміру	Кількість всього	Міста	Сільська місцевість
1	Кількість котелень	шт.	26 938	17 219	9 719
2	Сумарна потужність	Гкал/год	145 920	127 291	18 629

Ринок споживання теплової енергії.

1. Споживання теплової енергії будинками житлового і адміністративного фонду оцінено на суму $47,25 \cdot 10^9$ грн. 2. Тваринне і рослинне сільські господарства споживають газу на рівні $29,95$ млрд.м³. Вартість необхідної теплової енергії складає $61,13 \cdot 10^9$ грн./рік.

Прибуткові показники від геотермальної енергетики.

Обігові кошти – 100 млрд. грн/рік. Газ природний – 40 млрд. м³/рік. Енергія – $1,4 \cdot 10^{18}$ Дж/рік.

Витратні показники для геотермальної енергетики.

Енергія 1 ГТЕУ потужністю $[5 \div 10] \cdot \text{МВт}$ $\approx [1,57 \div 3,15] \cdot 10^{14}$ Дж/рік;

Кількість ГТЕУ потужністю $[5 \div 10] \cdot \text{МВт}$ $\approx 8900 \div 4400$ шт;

Вартість 1 ГТЕУ потужністю 10 МВт: для глибини 3000 м – біля 6 млн. дол. США; 3500 м – біля 8 млн. дол. США. Загальна вартість ГТЕУ потужністю 10 МВт: 4400 шт, 3000÷3500 м – біля 211÷282 млрд. грн.

Загальна вартість ГТЕУ потужністю 5 МВт: 8900 шт, 3000÷3500 м біля 423÷570 млрд. грн. За термін експлуатації ГТЕУ 20 років прибуток складає 2 трлн.грн., а одноразові витрати – 211÷570 млрд. грн.

ВИСНОВКИ.

1. Геотермальна енергетика забезпечить живий і рослинний світ України тепловою і електричною енергією в повній мірі одноразовими витратами на створення ГТЕУ в обсязі 211÷570 млрд. грн. проти існуючих щорічних витрат на неї в обсязі 100 млрд. грн. Причому, кожна наступна ГТЕУ з термоелектричними модулями (ТЕМ) [10] на рівні коефіцієнта корисної дії (ККД) біля 4% , після витрат на створення перших 3-х ГТЕУ, стає окупною за один рік, а з ТЕМ на рівні – 20%, що можливо з використанням плазмо-піролізних установок газифікації вугілля [11,12] або вивільнення водню з води, витрати на кожен ГТЕУ стають

рентабельними через 1-2 роки. Звільнений газ направляється на випуск термоізолюючих матеріалів для заміни теплових мереж.

2. Геотермальна енергетика змінює державну стратегічну парадигму – економія енергетичних ресурсів, що спалюються і яка стримує розвиток суспільства, на протилежну – збільшення споживання теплової і електричної енергії, що зберігає чистим довкілля і надає необмежений розвиток суспільства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національний Атлас України. – К.: ДНВП „Картографія” . – 2007. – 440 с.
2. Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В., Усенко О.В. Тепловое поле территории Украины. – Киев: Знание Украины, 2002. – 170 с.
3. Петрунин Г.И., Попов В.Г. Теплофизические свойства вещества Земли (часть 1). Физический факультет МГУ. – М. – 2011. – 60 с.
4. Физическая энциклопедия. В 5-ти томах. Т.5. — М.: Советская энциклопедия. Главный редактор А. М. Прохоров. 1988
5. Кулиев С.М., Есьман Б.И., Габузов Г.Г. Температурный режим бурящихся скважин. Надра. 1968. – 186 с.
6. Карпенко В.Н., Эсауленко В.А., Никорюк Н.С. Концепция построения главного привода подъемного агрегата буровой установки 6 класса с лебедкой ЛБ-650Е. Сбірник наук. праць ДонДТУ. Серія електротехніка і енергетика. Випуск 7/128. – Донецьк. – ДонДТУ, – 2007. – С.279-284.
7. Дудля М.А., Карпенко В.М., Гриняк О.А. Цзян Гошен. Автоматизація процесу буріння: монографія. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. – 2005. – 207 с.
8. Шевцов А.І., Бараннік В.О., Земляний М.Г. та ін. Стан та перспективи реформування системи теплозабезпечення в Україні. Аналітична доповідь. Регіональний філіал Національного інституту стратегічних досліджень, м. Дніпропетровськ. – 2010. – 66 с.
9. Рекомендації Міністерства промислової політики України місцевим органам виконавчої влади щодо їх участі в реалізації інвестиційних проектів з використанням альтернативних видів палива. 04.03.2009 р. – К.: – 44 с.
10. Хиромаса Т. Кайбе, Икуто Аояма, Сейджироу Сано. Компания Комацу и её деятельность. Термоэлектричество №1, 2009. – С. 61-70.
11. Каминский В.В., Голубков А.В., Казанин М.М., Павлов И.В., Соловьёв С.М., Шаренкова Н.В., Термоэлектрический генератор (варианты) и способ изготовления термоэлектрического генератора, – Заявка на изобретение №2005120519/28 от 22.06.2005, положительное решение от 16.06.2006.
12. Экономическая эффективность плазмохимической переработки угля <http://tbc-inv.ru/tech/2009-09-25-09-56-56>

Ю.П.Стародуб, В.М.Карпенко, В.М.Стасенко, М.С.Никорюк, О.В.Карпенко

ПРОЕКТ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ВЛАСНИХ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

В статті наведені основні складові енергетичної і екологічної безпеки суспільства на основі освоєння геотермальних ресурсів України. Освоєння геотермальних ресурсів виконується шляхом споруджування геотермальних енергоустановок (ГТЕУ) типу „труба в трубі”, що не вимагають паливних ресурсів, не виробляють шкідливих викидів у довкілля і здатні забезпечити всі сфери діяльності суспільства власною тепловою і електричною енергією в достатній кількості. Наведені відомості з теорії ГТЕУ, техніки і технології їх спорудження, промислової доцільності, соціально-економічної та екологічної ефективності.

Ключові слова: проект, енергетична безпека, геотермальні ресурси

Ю.П.Стародуб, В.М.Карпенко, В.М.Стасенко, М.С.Никорюк, О.В.Карпенко

ПРОЕКТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ СОБСТВЕННЫХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

В статье приведены основные составляющие энергетической и экологической безопасности общества на основе освоения геотермальных ресурсов Украины. Освоение геотермальных ресурсов выполняется путем сооружения геотермальных энергоустановок (ГТЕУ) типа „труба в трубе”, не требующих топливных ресурсов, не производят вредных выбросов в окружающую среду и способны обеспечить все сферы деятельности общества собственной тепловой и электрической энергией в достаточном количестве. Приведены сведения по теории ГТЕУ, техники и технологии их сооружения, промышленной целесообразности, социально-экономической и экологической эффективности.

Ключевые слова: проект, энергетическая безопасность, геотермальные ресурсы

G.P.Starodub, V.M.Karpenko, V.M.Stasenko, M.S.Nykoryuk, O.V.Karpenko

UKRAINE ENERGY SECURITY PROJECT ON THE BASIS OF OWN GEOTHERMAL RESOURCES

The article presents the main components of energy and public safety through the development of geothermal resources in Ukraine. The development of geothermal resources is performed by geothermal power plants construction (GPPC) type, tube in tube "that do not require fuel resources, does not produce harmful emissions into the environment and are able to provide all spheres of society own thermal and electrical energy in sufficient amount. The data from the GPPC theory and technology of construction, industrial feasibility, socio-economic and ecological effectiveness are presented.

Keywords: project, energy security, geothermal resources