

УДК 621.482:621.577.2

А.А.Барило (Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ)

Перспективи використання геотермальних технологій на території Чорнобильської зони відчуження

Запропоновано варіант скорочення споживання природного газу котельнею, що розташована у м. Чорнобиль, шляхом використання геотермальної теплової установки. Теплова потужність однієї свердловини, обладнаної на еоценовий водоносний горизонт, з урахуванням використання геотермального теплового насоса може становити 0,1-0,5 МВт. Бібл. 3, табл. 1, рис. 2.

Ключові слова: зона відчуження, водоносний горизонт, дебіт свердловини, геотермальна тепла установка, тепла потужність свердловини.

Orcid: 0000-0001-7981-6464

Вступ. Міжвідомчою урядовою комісією з комплексного вирішення проблем ЧАЕС була прийнята Стратегія перетворення об'єкта на екологічно безпечну систему. Ця стратегія передбачає проведення робіт щодо стабілізації будівельних конструкцій об'єкта "Укриття", будівництво нового безпечного конфайнменту, створення заводу із переробки рідких радіоактивних відходів (РАВ) та промислового комплексу для поводження з твердими РАВ. Також на території зони постійно проводяться наукові дослідження, функціонують транспортні та побутово-комунальні підприємства.

У виконанні вищезазначених задач приймають участь більш ніж 5000 робітників та спеціалістів. Усі вони вахтовим методом мешкають на території зони відчуження, насамперед у населених пунктах Чорнобиль та Прип'ять. Згідно з прийнятим Законом України "Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи", у зоні відчуження зараз можливо створювати об'єкти природно-заповідного фонду та об'єкти науково-технічної діяльності, тому кількість мешканців та відвідувачів зони постійно збільшується.

Для забезпечення потреб мешканців Чорнобильської зони у теплі та гарячому водопостачанні у населених пунктах Чорнобиль та Прип'ять функціонують котельні, які використовують природний газ. Так, за даними ДСП "Чорнобильськекомбінат", у м. Чорнобиль експлуату-

ється котельня, яка ще за часів Радянського Союзу була обладнана двома котлами потужністю 30 МВт кожний. Річне виробництво тепла зараз складає 17000 Гкал, тобто фактична тепла потужність котельні дорівнює 0,5 МВт. Споживання природного газу під час максимального навантаження становить 14,5 тис. м³/добу.

Метою даної статі є аналіз можливості скорочення споживання природного газу існуючими теплогенеруючими підприємствами зони відчуження ЧАЕС за рахунок використання геотермальних технологій.

В геологічному відношенні зона відчуження ЧАЕС належить до схилу Українського кристалічного щита, що складається з щільних непроникних кристалічних докембрійських порід, а саме: гранітів, гнейсів, лабрадоритів, амфіболітів та ін. У товщі Українського кристалічного щита водоносні горизонти практично відсутні, виняток становлять ділянки тріщинуватості і кори вивітряння.

Зверху кристалічні породи перекриті товщею осадових мезо-кайнозойських порід і антропогенних відкладень. У межах досліджуваної ділянки товщина цих порід змінюється від 400 до 600 м. В осадовій товщі виділяються потужні водоносні горизонти і комплекси, які характеризуються високими колекторськими властивостями та значними запасами підземних вод.

Геотермічний фон досліджуваної ділянки невисокий. Щільність глибинного теплового потоку, що надходить із надр Землі, змінюється від

40 до 50 мВт/м² [1]. Глибина залягання нейтрального шару (рівня, нижче якого кліматичні умови не чинять впливу на геотермічний режим надр) на даній території складає 9 м, а відповідна йому температура порід 10°C. Геотермічний градієнт для цієї території не перевищує 2°C/100 м. Тобто максимальна температура підземних вод водоносних горизонтів, які розташовані в надрах зони відчуження ЧАЕС, не перевищує 30°C. Такої температури явно недостатньо для прямого використання підземних вод у системах геотермального теплопостачання.

Однак наявність потужних водоносних горизонтів у верхніх осадових шарах Землі вказує на можливість застосування в межах досліджуваної ділянки геотермальних теплонасосних установок. Тому нами було проаналізовано гідрогеологічні умови та визначено узагальнені гідрогеологічні параметри водоносних горизонтів, що розташовані під ділянкою населеного пункту Чорнобиль.

Ділянка досліджень знаходиться у заплаві річок Прип'ять і Уж. З метою оцінки експлуата-

ційних запасів підземних вод для забезпечення питного водопостачання об'єктів ЧАЕС об'єднанням "Північукргеологія" у 70-80-х роках були пробурені свердловини, схема розташування яких показана на рис. 1.



Рис. 1. Схема розташування свердловин.

Згідно даних [2, 3], на досліджуваній території в осадовому чохла виділяються п'ять водоносних горизонтів і комплексів різного віку та походження. Геологічний розріз даної території показано на рис. 2.

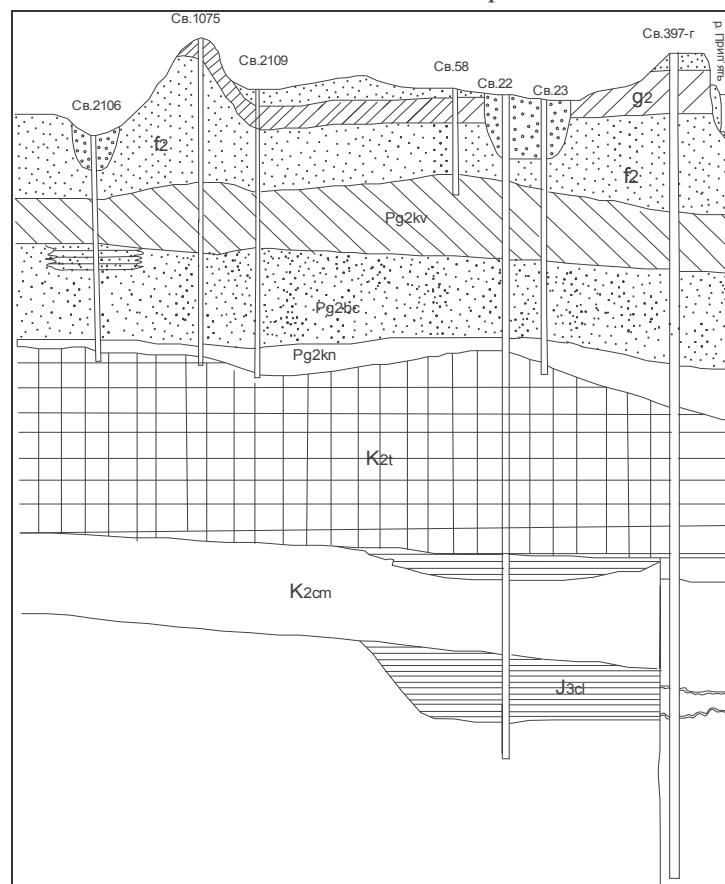


Рис. 2. Геологічний розтин території зони відчуження ЧАЕС: G_2 – водоносний горизонт четвертинних льодових відкладень; f_2 – водоносний горизонт четвертинних флювіогляціальних відкладень; $Pg_2 kv$ – горизонт водотривких київських відкладень; $Pg_2 bc$ – водоносний горизонт відкладень бучакської свити; $Pg_2 kn$ – водоносний горизонт відкладень канівської свити; K_{2t} – горизонт водотривких тортонських відкладень; K_{2cm} – водоносний горизонт сеноманських відкладень; J_{3cl} – водоносний горизонт келовійських відкладень.

Свердловини №397-г і №23 знаходяться безпосередньо на території м. Чорнобиль, а їх глибина складає 480 і 253 м відповідно. Як бачимо з рис. 2, свердловини розкрили наступні верхні від поверхні Землі водоносні горизонти: горизонт четвертинних алювіальних відкладень, який приурочений до заплави і надзаплавних терас річок; горизонт четвертинних флювіогляціальних відкладень, тобто відк-

ладень льодовиків, та водоносний комплекс відкладень бучакської та канівської свит. Горизонти, які знаходяться глибше зазначених горизонтів, у дослідженні не розглядалися, оскільки їх використання значно підвищує вартість буріння свердловин.

Основні параметри верхніх водоносних горизонтів, що отримані під час буріння та випробування свердловин, зведено у таблицю 1.

Таблиця 1. Основні параметри верхніх водоносних горизонтів території зони відчуження ЧАЕС

| Назва водоносного горизонту | Геол. вік | Літологія | Глибина залягання, м | Статичний рівень, м | Дебіт, л/с | Зниження, м | Пластова температура, °С | Мінералізація, г/л |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|----------------------|---------------------|------------|-------------|--------------------------|--------------------|
| Алювіальний | Qal | Дрібнозернисті піски, галька, гравій | 2-25 | 0,1-2 | 1-18,5 | 3-7,7 | Нестабільна | 0,1-0,6 |
| Флювіогляціальний | f ₂ | Піски з прошарками супісків | 1-10 | Н.в | 0,002-6,6 | 2-19 | Нестабільна | 1 |
| Бучакський і канівський | Pg ₂ bc Pg ₂ kn | Різнородні піски з прошарками пісковиків | 25-80 | +1,5-25 | 4,4-15,8 | 16-40 | 14 | 0,1-0,5 |

Перші два горизонти мають невелику (до 25 м) глибину залягання і високі фільтраційні властивості (коефіцієнт фільтрації водовмісних порід змінюється від 5 до 20 м/добу). Однак до недоліків їх використання в теплонасосних установках можна віднести те, що запаси підземних вод, які містяться у водоносних горизонтах, прямо залежать від кліматичних умов території (атмосферних опадів, поверхневих вод, температури повітря і т.д.) і мають виражений сезонний характер. Температура підземних вод також буде змінюватися протягом року. Таким чином, експлуатаційні характеристики геотермальних теплонасосних установок, побудованих на базі четвертинних горизонтів, будуть нестабільними.

В протилежність цьому, водоносний комплекс відкладень бучакської та канівської свит є напірним, тобто гідроізолюваним зверху і низу. Регіональним водоупором зверху служить товща, яка складається з мергельних глин київської свити. Товщина водотривких порід досягає 10-30 м. Знизу еоценовий горизонт підстиляється крейдовими породами сеноман-туринського віку. П'єзометричний рівень еоценового горизонту встановлюється на глибинах 2-15 м. Бучаксько-канівський горизонт не залежить від кліматичних умов і характеризується стабільними гідродинамічними параметрами. Крім цього, горизонт розповсюджений по всій території правобережжя

Прип'яті, має високі фільтраційні властивості та товщину горизонту і, як наслідок, значні ємнісні запаси.

Усе вищезазначене дозволяє рекомендувати в якості основного водоносного горизонту для використання у геотермальній теплонасосній установці на території м. Чорнобиль еоценовий водоносний горизонт.

Приймаючи, що коефіцієнт трансформації теплового насоса дорівнює 3, а дебіт свердловини (відповідно до таблиці 1) змінюється від 4,4 до 15,8 л/с в залежності від насосного обладнання, розраховано теплову потужність однієї свердловини, яка формує дебіт з еоценового водоносного комплексу з урахуванням використання теплового насоса типу "вода-вода". Теплова потужність може складати від 0,1 до 0,5 МВт. Таким чином, використання однієї свердловини дозволяє скоротити споживання природного газу на 50-100%.

Висновки. 1. Аналіз геологічних, гідрогеологічних та геотермічних умов зони відчуження ЧАЕС вказує на те, що на її території природних колекторів термальних вод не існує. Температура порід на глибині 10 км досягає 200°С, що достатньо для створення штучних колекторів методами гідророзриву і побудови на їх основі петротермальних електростанцій. Однак на сьогодні використання енергії сухих перегрітих порід на даній території економічно недоцільне.

2. Геотермальні теплонасосні установки рекомендується створювати на основі еоценового водоносного комплексу (бучакська і канівська свити), оскільки гідродинамічні та геотермічні характеристики цього горизонту стабільні і не залежать від кліматичних умов території. Температура підземних вод горизонтів досягає 14°C. Крім того, фільтраційні властивості цього горизонту вищі, ніж четвертинних горизонтів.

3. Розраховано, що теплова потужність однієї свердловини, яка формує дебіт з еоценового водоносного комплексу, з урахуванням використання теплового насоса типу "вода-вода" може складати 0,1-0,5 МВт.

1. Гордієнко В.В., Гордієнко І.В., Завгородня О.В., Логвинів І.М., Тарасів В.М., Усенко О.В. Геотермічний атлас України. – К. : Інститут геофізики НАНУ. – 2004. – 59 с.

2. Шехтман Л.М. Матеріали інженерно-геологічних изысканий для обоснования ТЭО. 1 этап – выбор пункта размещения комплекса "Вектор" в тридцатикилометровой зоне Чернобыльской АЭС. – К. Севукргеология. – 1999. – 167 с.

3. Якимців Р.І. Отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту "Опорно-наблюдательная режимная сеть за уровнем режимом и степенью загрязнения подземных вод в 30 км зоне ЧАЭС". – К. : Інститут "Укрводпроект" (Укргіпродхоз). – 1989. – 179 с.

REFERENCES

1. Hordiienko V.V., Hordiienko I.V., Zavorodnia O.V., Lohvyniv I.M., Tarasiv V.M., Usenko O.V. Geothermal Atlas of Ukraine. – K. : Instytut heofizyky NANU. – 2004. – 59 p. (Ukr)

2. Shekhtman L.M. Engineering and geological surveys to substantiate the feasibility study. Phase 1 – selecting an accommodation area for a complex "Vector" in the thirty-kilometer zone close to Chernobyl nuclear power plant. – K. Sevukrgeologiya. – 1999. – 167 p. (Rus)

3. Yakymtsiv R.I. Report on carried out geotechnical surveys on the project "Base-observation and controlled-accessed network monitoring over control-access mode and

ground waters contamination level within 30 km zone to Chernobyl nuclear power plant". – K. : Institut "Ukrvodproekt" (Ukrгіprvodkhoz). – 1989. – 179 p. (Rus)

А.А.Барило (Институт возобновляемой энергетики НАН Украины, Киев)

Перспективы использования геотермальных технологий на территории Чернобыльской зоны отчуждения

Предложен вариант сокращения потребления природного газа котельной, расположенной в г. Чернобыль, путем использования геотермальной тепловой установки. Тепловая мощность одной скважины, оборудованной на эоценовый водоносный горизонт, с учетом использования геотермального теплового насоса может составлять 0,1-0,5 МВт. Библ. 3, табл. 1, рис. 2.

Ключевые слова: зона отчуждения, водоносный горизонт, дебит скважины, геотермальная тепловая установка, тепловая мощность скважины.

Barylo A.A. (Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine, Kyiv)

Prospects for geothermal technologies implementation over Chernobyl exclusion zone

The variant of decreasing consumption of natural gas by the Chernobyl boiler is proposed. For this to use a geothermal heat pump is offered. Thermal power of one well equipped in the Eocene aquifer, considering the use of geothermal heat pump may be 0.1-0.5 MW. References 3, table 1, figures 2.

Keywords: exclusion zone, aquifer, well discharge, geothermal power plant, well heat output.

SYNOPSIS

The analysis of geological and geothermic conditions of Chernobyl city area has been carried out. It has been shown that the technology of geothermal heat pumps is the most suitable. The variant of decreasing consumption of natural gas by the Chernobyl boiler-house has been proposed. For this purpose a geothermal heat pump is offered. Thermal power of one well equipped in the Eocene aquifer, considering the use of geothermal heat pump may be 0.1-0.5 MW.

Стаття надійшла до редакції 26.08.16
Остаточна версія 06.09.16