

ПЕРСПЕКТИВНІ ГЕОТЕРМАЛЬНІ СИСТЕМИ

В. Ю. Скосар

*Інститут транспортних систем і технологій
НАН України*

Останні дослідження стверджують, що згідно нової моделі кліматичної системи Землі, якщо глобальне потепління перевищить головну мету Паризької угоди (не більш 1,5 °C), це може призвести до небезпечного перелому, після якого, ймовірно буде неможливо повернутися. Досягнення нульових викидів парникових газів до 2100 р. суттєво зменшує ризик катастрофічних наслідків. Тому слід прискорити впровадження заходів щодо зниження викидів парникових газів. Одним із шляхів досягнення зазначеної мети є розвиток геотермальної енергетики.

Нажаль, сьогодні геотермальна енергетика вважається недостатньо розвиненою енергетичною технологією, як у світі, так і в Україні. Це пов'язано з чутливістю традиційної геотермальної технології до місцевих геологічних умов: необхідна висока теплова активність; можливість ефективного повернення відпрацьованого теплоносія та виконання інших умов, які в Україні не дуже поширені.

Тому видобуток енергії з гарячої сухої породи з використанням «удосконалених геотермальних систем» (Enhanced geothermal systems – EGS) обіцяє ефективне використання геотермальної енергії без просторових обмежень звичайних геотермальних систем.

На відміну від традиційних геотермальних станцій суть EGS полягає в тому, що вони потребують створення штучних резервуарів в надрах, як правило, із застосуванням гідравлічної стимуляції (методом гідророзриву). При цьому EGS охоплюють широкий спектр типів порід, глибини, температури, проникності та пористості колектора, а також тип використовуваної техніки стимуляції. EGS спрямовані на використання тепла великих глибин. Наприклад, система «замкненого циклу» (Eavor-Loop), яка має наступну перевагу: вона не вимагає гідророзриву в надрах. До складу системи (рис. 1) входять дві вертикальні свердловини-трубки (BC і DE) і декілька горизонтальних свердловин-трубок (CD). Теплоносій циркулює таким чином, як вказано на рис. 1, витягуючи тепло з надр, де розташовані горизонтальні труби, і доставляючи тепло до геотермальної станції на поверхні. Перший варіант системи вже продемонстрував ефективність нової технології (для глибини 2,4 км). З грудня 2025 р. перший комерційний геотермальний проект замкнутого циклу Eavor-Loop в Геретсриді (Німеччина) почав постачати електроенергію в мережу.

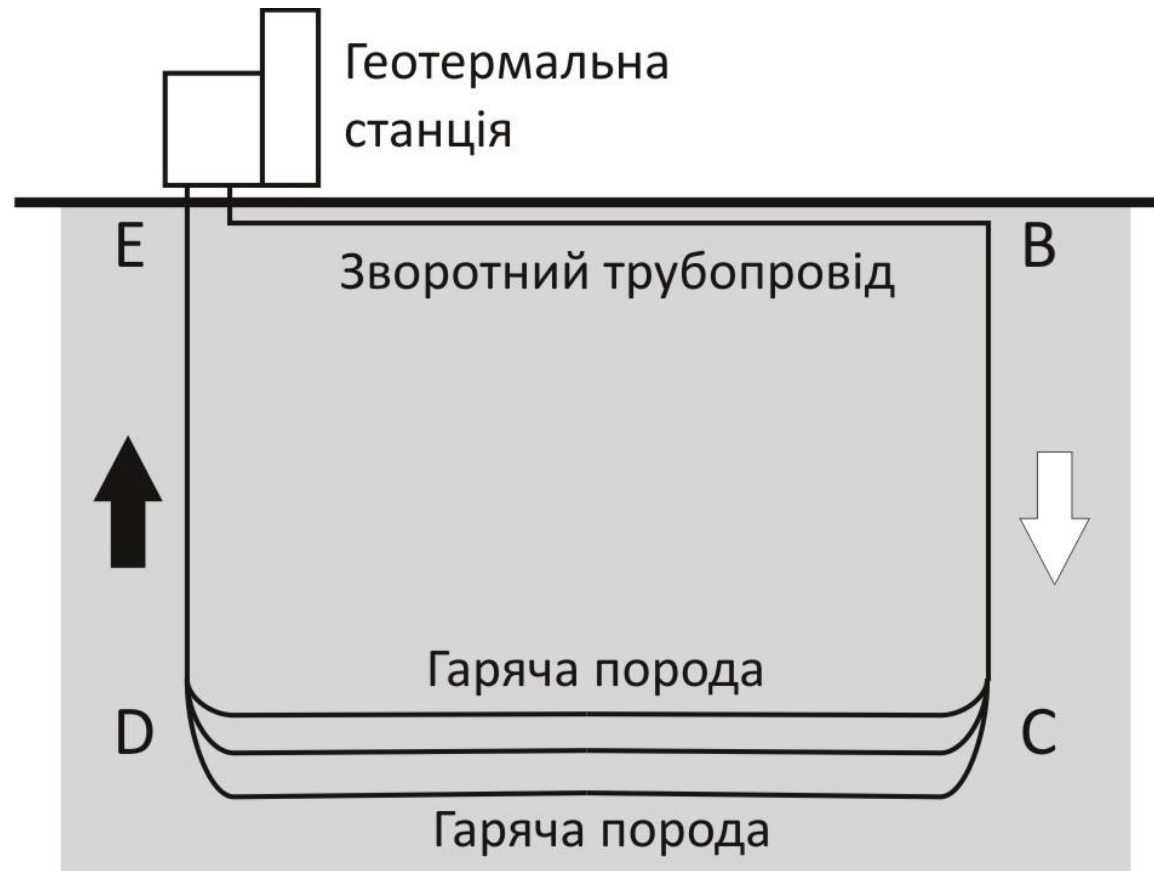


Рис.1. Схема варіанту удосконаленої геотермальної системи Eavor-Loop

В більшості регіонів, де температура в глибині вище 150°C (глибина більше 3-5 км), пористість порід недостатня для розміщення значних об'ємів рідини, тому необхідно підвищити пористість і проникність шляхом гідророзриву пласта. Після стимулювання певного об'єму породи в зоні пробурюють експлуатаційні свердловини. Гідророзрив пласта зазвичай посилює існуючі тріщини. Відстежуючи мікросейсмічні події, що відбуваються під час перфорації, можна оцінити форму та розташування тріщин, щоб нагнітальні свердловини можна було пробурити в найбільш проникних зонах. Рідина для гідророзриву пласта складається з води та штучних пропантів, таких як пісок та інші матеріали вибраного розміру та твердості, основним завданням яких є утримання тріщин після їх створення. Вилучення тепла з корінних порід здійснюється шляхом закачування теплоносія через нагнітальну свердловину і отримання гарячого теплоносія з видобувної свердловини (рис. 2). На рис. 2 позначено: 1 – резервуар; 2 – насосна станція; 3 – теплообмінник; 4 – машинний зал; 5 – видобувна свердловина; 6 – нагнітальна свердловина; 7 – гаряча вода для централізованого теплопостачання; 8 – пористі відкладення; 9 – оглядова свердловина; 10 – кристалічна корінна порода; 11 – вода з річки.

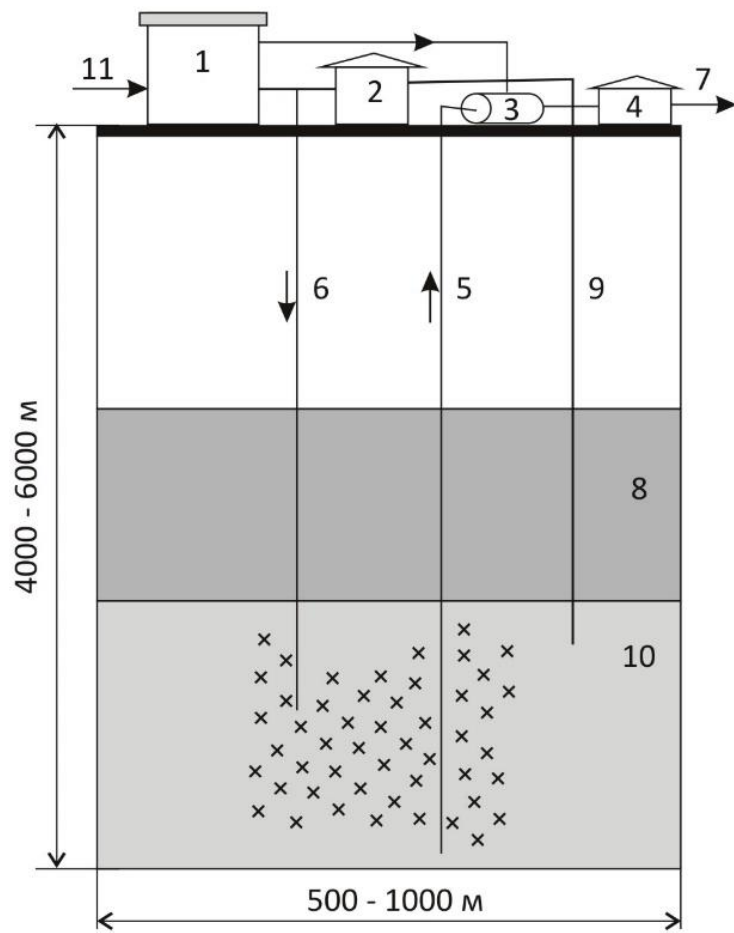


Рис. 2. Схема варіанту удосконаленої геотермальної системи (EGS)

Світовий досвід вказує, що розробка та експлуатація EGS потребує постійного вдосконалення технології глибокого та надглибокого буріння, а також науково-технічних зусиль щодо вдосконалення власне самих EGS. Існують проблеми, які впливають на життєздатність проектів EGS. По-перше, це проблема збереження циркуляції та цілісності бурового розчину. В деяких випадках буровий розчин вбирається в зони високої проникності. Крім того, розклинювальні наповнювачі можуть втрачати в'язкість при підвищених температурах. По-друге, це проблема виходу з ладу обладнання при високих температурах. Але EGS адаптують і використовують технології та процеси, що спочатку розроблені для нафтогазової галузі, для доступу до більш великих і глибоко залягаючих геотермальних джерел енергії. Згідно з прогнозами Міністерства енергетики США, розвиток EGS може забезпечити 90 ГВт потужностей з виробництва геотермальної електроенергії до 2050 року, що потенційно забезпечить до 12% попиту на електроенергію в США.

Незважаючи на технічні і фінансові труднощі, розробка та вдосконалення EGS геотермальних систем є світовим трендом. Тому Україні необхідно приєднатися до цього напрямку.

Кінець