



TECHNIKI WYKONYWANIA OTWORÓW GEOTERMALNYCH I OTWOROWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA

Aneta SAPIŃSKA-ŚLIWA¹, Tomasz ŚLIWA¹, Piotr BULIŃSKI¹

¹AGH Akademia Górniczo-Hutnicza (Laboratorium Geoenergetyki); sliwa@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: otworowe wymienniki ciepła, metoda obrotowa, metoda udarowo-obrotowa, HDD, GRD, termopale

Wstęp

Górnictwo otworowe to dział górnictwa zajmujący się poszukiwaniem i pozyskiwaniem energii oraz surowców za pomocą otworów wiertniczych. Otwory wiertnicze można klasyfikować w zależności od przeznaczenia, głębokości, metody wiercenia, średnicy czy kierunku wiercenia. W geotermii wyróżnia się dwa główne typy odwiertów. Pierwszym rodzajem odwiertów są otwory geotermalne, które pozyskują (lub zatłaczają) wody termalne (według prawa GiG wody o temperaturze powyżej 20°C na głowicy). Drugim rodzajem odwiertów geotermalnych są otworowe wymienniki ciepła. Zarówno pierwsze jak i drugie odwierty realizuje się za pomocą trzech technik wiertniczych, tj: okrętnej, obrotowej i udarowo-obrotowej. Nie jest stosowana jedynie technika udarowa.

Otwory geotermalne i otworowe wymienniki ciepła

W ramach podstawowych technik wiercenia stosuje się różne technologie, które prezentować będzie niniejszy referat. Otwory geotermalne (poszukiwawcze, produkcyjne i chłonne) wierce się metodą obrotową (głównie w skałach osadowych i metamorficznych) oraz, zwłaszcza przy realizacji elektrowni i/lub ciepłowni typu EGS, metodą udarowo-obrotową (w skałach magmowych i metamorficznych).

Wiercone otworowe wymienniki ciepła to płytkie otwory wiertnicze, których zadaniem jest pobranie ciepła z górotworu na potrzeby centralnego ogrzewania oraz ogrzewania wody użytkowej lub też wprowadzanie ciepła do górotworu podczas procesów chłodniczych (najczęściej przy klimatyzacji wnętrz). Obecnie otworowe wymienniki ciepła wykonywane są za pomocą trzech technik: metody obrotowej, metody udarowo-obrotowej oraz metody okrętnej. W ich ramach wyróżnia się wiercenia stosowane przy różnych sposobach realizacji wymiany ciepła z górotworem. Są to: pionowe, ukośne (GRD) i poziome wymienniki (np. horyzontalne przewiertki sterowane – HDD oraz wymienniki spiralne i termopale). Jedyny wiercony dotychczas głęboki otworowy wymiennik ciepła został zrealizowany w Niemczech, w Akwizgranie.

Metoda okrętna

Metoda okrętna jest stosowana przy wierceniu przypowierzchniowych utworów słabozwiązanych. Mechaniczna metoda wierceń okrętnych umożliwia przede wszystkim szybkie realizowanie pali nośnych przewiercających utwory słabonośne, sięgających do warstw stabilnych. Urządzenia takie zwane są palownicami. Realizacje otworowych wymienników ciepła z zastosowaniem metody okrętnej, stosującej świdry skrawające i ślimacznice, to przede wszystkim termopale, czyli pale nośne wyposażone w rurki wymienników ciepła oraz wymienniki spiralne.

Metoda obrotowa

Metoda obrotowa to najbardziej powszechna, a przez to również najlepiej przebadana metoda wiercenia. Metodą obrotową wykonuje się zarówno normalnośrednicowe, głębokie (często o głębokości kilku kilometrów) otwory za węglowodorami czy wodami geotermalnymi (np. otwór Bańska PGP-4), otwory wielkośrednicowe w postaci szybów kopalnianych i/lub tuneli, jak również płytsze otwory, jak studnie głębinowe czy otworowe wymienniki ciepła. Metoda obrotowa nazywana niekiedy metodą płuczkową lub na płuczkę, polega na zwiercaniu skał dzięki obracającemu się narzędziu wiertniczemu oraz pracy płuczki wiertniczej, która pełni szereg ról w trakcie wiercenia, z których najważniejszą jest oczyszczanie otworu ze zwiercin i ich wyносzenie na powierzchnię. Przy wierceniu otworowych wymienników ciepła stosuje się tzw. prawy obieg płuczki, który polega na wtłoczeniu płuczki przewodem wiertniczym oraz powrocie na powierzchnię (wraz z urobkiem) między przewodem wiertniczym a ścianą otworu, czyli przestrzenią pierścieniową (Stryczek i Złotkowski, 2015).



Metoda udarowo-obrotowa

Przy wyborze metody wiercenia należy wziąć pod uwagę rodzaj przewiercanej formacji. W przypadku wiercenia w skałach twardych oraz porowatych zaleca się stosowanie metody udarowo-obrotowej. Jest to metoda stosowana przede wszystkim w wierceniach hydrogeologicznych, geoinżynierskich oraz geotechnicznych w twardszych utworach. W metodzie udarowo-obrotowej kluczową rolę odgrywa młotek wgłębny DTH (ang. *down the hole*), który wykonując ruch obrotowy uderza o świder, który z kolei odpowiada za urabianie skały. W tej metodzie bardzo istotne jest także sprężone powietrze, które napędza młotek wgłębny oraz oczyszcza dno otworu ze zwiercin – pełni tym samym rolę płuczki wiertniczej (Śliwa i in, 2015). Metoda udarowo-obrotowa ze względu na wyższą cenę jest rzadziej wybierana niż metoda obrotowa.

Horyzontalne przewiertki sterowane

Otworowe wymienniki ciepła to głównie pionowe (rzadziej ukośne) otwory wiertnicze. Jednak coraz częściej rozważa się wykonywanie poziomych otworowych wymienników ciepła. Tego typu otwory wykonywać należy metodą horyzontalnych przewiertów sterowanych, częściej nazywaną metodą HDD (ang. *horizontal directional drilling*). Standardowo HDD stosuje się przy wierceniach pod różnego typu przeszkodami takimi jak budynki, drogi, rzeki. Proces przewiertu sterowanego można podzielić na trzy etapy: wiercenie pilotażowe, poszerzenie otworu, instalację rurociągu (wymennika). W przypadku wiercenia poziomego wymiennika ciepła, ze względu na małą średnicę rur wymiennika można pominąć etap drugi (Ziaja, 2022). Poziome otworowe wymienniki ciepła mogłyby wykorzystywać tzw. miejskie wyspy ciepła, czyli zasoby ciepła pochodzenia antropogenicznego i słonecznego, które zlokalizowane są m.in. pod budynkami, drogami, przy sieci kanalizacyjnej itp. Pilotażowa instalacja poziomych otworowych wymienników ciepła powstała w 2023 roku na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w ramach działalności Laboratorium Geoenergetyki AGH.



Fig. 1. Wiertnica HDD w czasie wiercenia poziomego otworowego wymiennika ciepła na terenie AGH

GRD

Metoda GRD (ang. *geothermal radial drilling*) polega na wierceniach otworów ukośnych z jednego miejsca. Dzięki otworom wierconym metodą GRD możliwe jest pobieranie ciepła z górotworu w sytuacji, gdy brakuje miejsca do wykonania pionowych lub poziomych wymienników ciepła. GRD umożliwia również wykonywanie otworów wewnątrz budynków, np. w piwnicach, co ma szczególne znaczenie w miejscach wysoko zurbanizowanych (Kucper, 2021). Dzięki temu, podobnie jak w przypadku horyzontalnych (poziomych) wymienników ciepła, możliwe jest pobieranie energii z „miejskich wysp ciepła”.

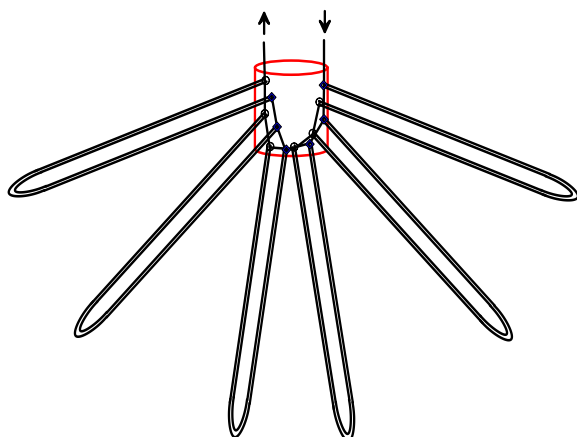


Fig. 2. Schemat GRD



Fig. 3. Wiertnica GRD

(źródło: www.angers-soehne.com/?page_id=4771&lang=en)

Badania były finansowane w ramach projektu „Innovation in Underground Thermal Energy Storages with Borehole Heat Exchangers (BHEsINNO)” uzyskanego przez AGH Akademię Górniczo-Hutniczą w ramach konkursu „POLNOR 2019” z tzw. funduszy norweskich za pośrednictwem NCBiR w Warszawie.

Literatura

- Stryczek S., Złotkowski A., 2015. Poradnik górnika naftowego, t. 2: Wiertnictwo. Rozdział 1. Wydawnictwo Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego, Kraków.
- Śliwa T., Kowalski T., Bieda A., 2015. Poradnik górnika naftowego, t. 2: Wiertnictwo. Rozdział 10. Wydawnictwo Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego, Kraków
- Jarosz K., Śliwa T., 2021. Istniejące oraz potencjalne źródła ciepła i chłodu antropogenicznego w górotworze, Materiały poseminaryjne I Seminarium Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła.
- Śliwa T., Buliński P., Jarosz K., 2021. Optymalizacja wiercenia otworowych wymienników ciepła metodą udarowo-obrotową. Materiały poseminaryjne I Seminarium Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła.
- Kucper M., 2021. Potencjał otworowych wymienników ciepła GRD w Polsce. Materiały poseminaryjne I Seminarium Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła.
- Ziaja J., 2022. Wykorzystanie technologii bezwykopowych do realizacji horyzontalnych otworowych wymienników ciepła. Zeszyt Streszczeń II Seminarium Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła.