

Andrzej Gonet*, Tomasz Śliwa*, Zbigniew Jezuit,
Aneta Sapińska-Śliwa*, Dariusz Knez***

KONCEPCJA WYKORZYSTANIA ODWIERTÓW NAFTOWYCH W KARPATACH***

1. WPROWADZENIE

Ropa naftowa była znana już w starożytności. Zbierano ją w miejscach naturalnego wypływu i wykorzystywano do oświetlania, smołowania statków oraz budowy dróg. Rozwój górnictwa naftowego nastąpił w drugiej połowie XIX wieku. Pierwszy szyb naftowy wywiercono w 1859 roku w amerykańskim stanie Pensylwania. Kilka lat później rozpoczęła się eksploatacja złóż w Rosji, Kanadzie i Rumunii. Początek przemysłu naftowego w Polsce datuje się od roku 1853, kiedy to Ignacy Łukasiewicz przeprowadził pierwszą w kraju, udaną destylację ropy naftowej i kiedy to po raz pierwszy 31 lipca tego roku lampą naftową oświetlono szpital we Lwowie.

Wielka liczba odwiertów aktualnie jest wyeksploatowana i zgodnie z prawem geologicznym i górnictwem powinna być zlikwidowana. Ze względu na ceny ropy naftowej rozpatruje się obecnie różne metody mające na celu zwiększenie stopnia zczерpania złóż. Otwory nieprzydatne a znajdujące się w obszarze zabudowanym mogą być wykorzystane do pozyskiwania ciepła z górotworu [1, 2, 3].

2. AKTUALNY STAN ODWIERTÓW NAFTOWYCH

Obecnie na obszarze Polski znajduje się wiele odwiertów, z których niegdyś eksploatowano ropę naftową lub gaz ziemny. Zgodnie z wymogami prawa takie wyeksploatowane odwierty powinny zostać zlikwidowane, by nie stanowiły zagrożenia dla środowiska. Likwidacja polega na wypełnieniu zaczynem uszczelniającym otwartych interwałów (rys. 1).

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH

** Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

*** Praca zrealizowana została w ramach badań własnych w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 10.10.190.407

Następnie, powyżej perforacji, wykonuje się cementowy korek uszczelniający. Można to zrobić, zapuszczając przewód do odpowiedniej głębokości, którym wtlacza się zaczyn cementowy. Objętość wtłoczonego zaczynu nie powinna być mniejsza niż objętość korka uszczelniającego powiększona o objętość zapuszczonej rury. Inna metoda polega na wprowadzaniu do wnętrza otworu specjalnych zaczynów, które mogą być wprowadzane pod wodę bez procesu mieszania z wodą wypełniającą odwiert.

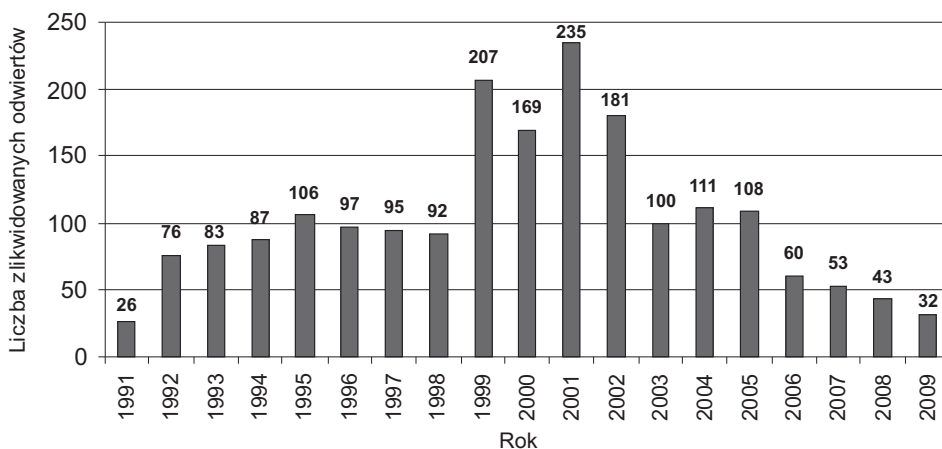


Rys. 1. Sprzęt do wykonywania likwidacji odwiertu



Rys. 2. Cementowy cokolik oraz tabliczka z numerem zlikwidowanego odwiertu

W górnej części odwiertu również wykonywany jest korek cementowy. Ponad powierzchnią terenu widoczny jest jego fragment (rys. 2). Cały zabieg ma na celu odseparowanie ropy zalegającej w złożu od wód gruntowych i przypowierzchniowych warstw górotworu. Na rysunku 3 pokazano liczbę odwiertów likwidowanych w poszczególnych latach przez Zakład Robót Górniczych w Krośnie.



Rys. 3. Liczba likwidacji odwiertów przeprowadzona przez Zakład Robót Górniczych Sp. z o.o. w Krośnie

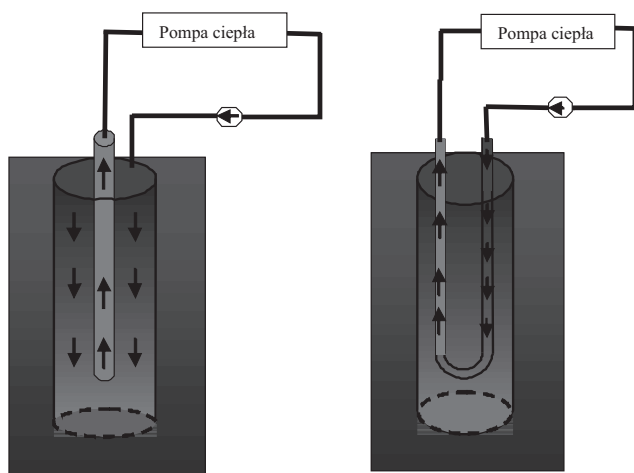
3. OTWOROWE WYMIENNIKI CIEPŁA

Rosnące ceny paliw oraz postępująca degradacja środowiska skłaniają ludzi do poszukiwania alternatywnych źródeł energii. Wśród wielu sposobów pozyskiwania ogólnodostępnej energii duże perspektywy ma geoenerytyka niskiej entalpii, która obecnie jest jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin w zakresie wykorzystania energii odnawialnych. Geotermia niskotemperaturowa, w odróżnieniu od systemów wykorzystujących wody termalne, możliwa jest do wykorzystania praktycznie w każdym miejscu. Niskotemperaturowe ciepło górotworu nie daje możliwości bezpośredniego wykorzystania i wymaga zastosowania dodatkowych urządzeń wspomagających, które umożliwiają jego przekształcenie w ciepło wysokotemperaturowe. Do zasilania tych urządzeń, nazywanych pompami ciepła, potrzebna jest dodatkowa energia (najczęściej elektryczna), która stanowi część ciepła użytecznego oddawanego przez pompę ciepła. Pompy ciepła mogą pracować jako urządzenia rewersyjne, oferując tym samym zarówno funkcje grzewcze, jak i chłodniczo-klimatyzacyjne. Taki sposób pracy, powiązany z magazynowaniem ciepła w górotworze, zapewnia wysoką stabilność temperaturą dolnego źródła ciepła, podwyższając jednocześnie efektywność cieplną i ekonomiczną całej instalacji. Zasadniczym elementem każdej instalacji geotermalnej wykorzystującej niskotemperaturowe

ciepło górotworu i pracującej w układzie zamkniętym jest wymiennik ciepła. Umożliwia on za pośrednictwem krążącego w obiegu płynu wymianę ciepła między górotworem a pompą ciepła. Wymienniki te można najogólniej podzielić na poziome oraz pionowe, zwane również otworowymi. Poziome wymienniki układane są w gruncie na niewielkiej głębokości, przy czym powierzchnia gruntu zajmowana przez wymiennik musi być znaczna, aby układ działał prawidłowo.

W przypadku otworowych wymienników ciepła powierzchnia terenu potrzebna do wykonania takiego wymiennika jest znikoma. Kolejną ich zaletą jest stała temperatura górotworu na większych głębokościach, niezależna od dobowych i rocznych wahań temperatury na powierzchni gruntu. Dzięki temu ten rodzaj wymienników stał się bardzo rozpowszechniony na całym świecie.

Warunkiem zaprojektowania i wykonania pionowego wymiennika jest dokładna znajomość rodzaju skał, ich rezystancji termicznej oraz objętościowej pojemności cieplnej, układu warstw, a także warunków hydrogeologicznych. Dla otworowego wymiennika ciepła można przyjąć orientacyjnie średnią moc jednostkową 50 W/m długości wymiennika (wg VDI 4640). W podstawowych aplikacjach stosowane są dwa typy wymienników – wymienniki w kształcie u-rurki oraz wymienniki centryczne (rys. 4).



Rys. 4. Otworowy wymiennik ciepła a) koncentryczny b) w formie u-rurki

W pierwszym z nich u-rurkę, wykonaną najczęściej z polietylenu, zapuszcza się do wnętrza otworu wiertniczego, a pozostałą przestrzeń pomiędzy górotworem a ściankami rury wypełniana specjalnym zaczynem o ulepszonych parametrach termicznych. Zwykle w pojedynczym otworze umieszcza się jedną u-rurkę albo nawet dwie lub trzy połączone ze sobą równoległe u-rurki. Ten typ wymienników, ze względu na relatywnie niską cenę oraz

łatwość montażu, jest najczęściej stosowany w Europie. Wymienniki koncentryczne składają się z dwóch prostych rur o różnej średnicy. Rura zewnętrzna wykonana jest z materiału o dużym współczynniku przewodności temperaturowej po to, aby zapewnić wysoki transfer ciepła między górotworem a cieczą krążącą w wymienniku, natomiast rura wewnętrzna powinna charakteryzować się dużą rezystancją termiczną, by ograniczyć straty wynikające z wewnętrznej wymiany ciepła.

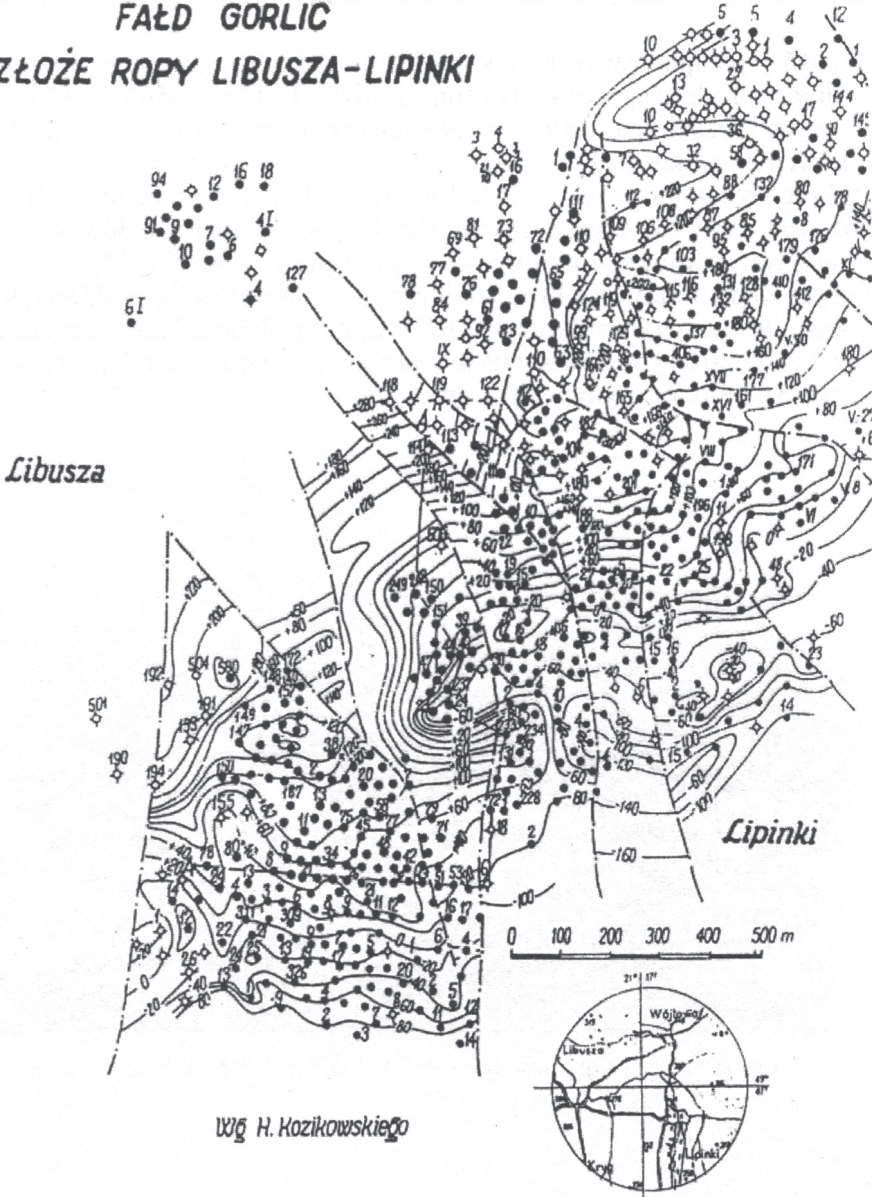
W Polsce geenergetyka niskiej entalpii nadal jest słabo rozwinięta. Jednym z powodów takiego stanu rzeczy są wysokie koszty inwestycyjne, które należy ponieść podczas budowy instalacji wymiany ciepła z górotworem. Znaczącą pozycję w całkowitych kosztach inwestycji (nierzadko powyżej 50%) stanowi wykonanie źródła ciepła niskotemperaturowego. Koszty te można ograniczyć w przypadku, gdy takie odwierty już istnieją.

Pewną część wyeksploatowanych odwiertów, spełniających określone kryteria, można by z powodzeniem zaadaptować na otworowe wymienniki ciepła dostarczające taniej energii cieplnej. Na obszarze Karpat jest wiele miejsc, gdzie otwory wiertnicze znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów budowlanych – potencjalnych odbiorców energii (rys. 5). Jako przykład można podać złożę Libusza–Lipinki, gdzie w latach 1854–1970 wykonano ponad 650 odwiertów. Ich rozmieszczenie jest widoczne na rysunku 6.



Rys. 5. Odwierty znajdujące się w sąsiedztwie budynków (potencjalnych odbiorców ciepła) – przykłady z Lipinek

FAŁD GORLIC
ZŁOŻE ROPY LIBUSZA-LIPINKI



OBJAŚNIENIA :

MAPA WARSTWICOWA STROPU I PIASKOWCA CIĘŻKOWICKIEGO

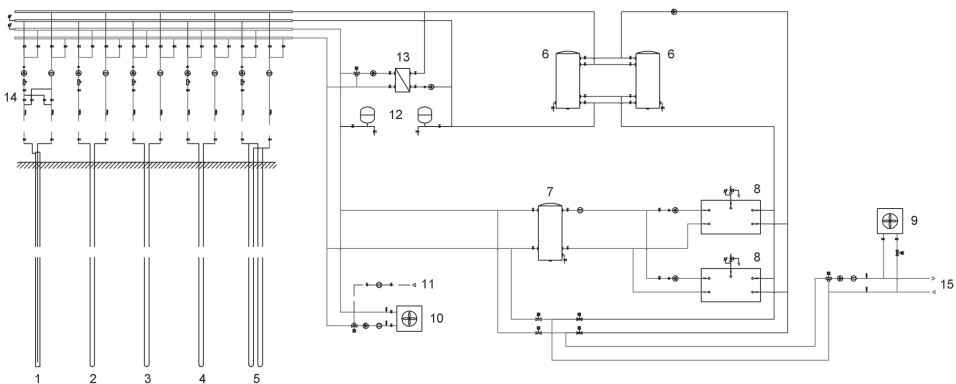
- - warstwy stropu i piaskowca ciężkowickiego, •• - odwierty pozytywne z ropy, + - odwierty pozytywne z ropą zlikwidowane
- ◊ - odwierty negatywne zlikwidowane, / - dyslokacje poprzeczne, — - linia przekroju

Rys. 6. Lokalizacja odwiertów umiejscowionych na złożu ropy Libusza-Lipinki

4. LABORATORIUM GEOENERGETYKI WYDZIAŁU WIERTNICTWA, NAFTY I GAZU AGH

Do celów badań konstrukcji oraz eksploatacji otworowych wymienników ciepła na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu powstało Laboratorium Geoenergetyki. Podstawowym jego wyposażeniem są otworowe wymienniki ciepła o różnej konstrukcji. Schemat instalacji laboratorium przedstawiono na rysunku 7. Zaznaczone elementy oznaczają: 1 – otworowy wymiennik ciepła (koncentryczny, współosiowy), 2 – otworowy wymiennik ciepła (pojedyncza u-rura) uszczelniony zwykłym kamieniem cementowym, 3 – otworowy wymiennik ciepła (pojedyncza u-rura) uszczelniony kamieniem cementowym o podwyższonej przewodności cieplnej, 4 – otworowy wymiennik ciepła (pojedyncza u-rura) wypełniony żwirem i uszczelniony compactonitem w interwale przepuszczalnym, 5 – otworowy wymiennik ciepła (podwójna u-rura), 6 – zbiornik buforowy nośnika ciepła po stronie zimnej (zasobnik chłodu), 7 – zbiornik buforowy nośnika ciepła po stronie ciepłej (zasobnik ciepła), 8 – pompa ciepła, 9 – klimakonwektor wentylatorowy do ogrzewania i chłodzenia pomieszczenia laboratorium, 10 – nagrzewnica wodna (do odprowadzania ewentualnej nadwyżki mocy), 11 – doprowadzenie wody sieciowej do napełniania instalacji, 12 – przeponowe naczynia wzbiornicze, 13 – płytowy wymiennik ciepła do przetrzucania ciepła między zasobnikami chłodu i ciepła, 14 – zestaw zaworów do zmiany kierunku przepływu cieczy w koncentrycznym wymienniku otworowym, 15 – doprowadzenie nośnika ciepła do centrali wentylacyjnej zasilającej audytorium WwNiG AGH w celu ogrzewania lub klimatyzacji.

Laboratorium, poza badaniami wymienników otworowych, prowadzi także badania przepływów ciepła w górotworze. Przepływy ciepła związane są z poborem ciepła zimą do ogrzewania sali audytorijnej WwNiG AGH oraz wprowadzaniem ciepła przy pasywnej i aktywnej klimatyzacji.



Rys. 7. Schemat instalacji przekazywania ciepła w Laboratorium Geoenergetyki WwNiG AGH

5. WNIOSKI

- 1) Obecnie na całym świecie podejmowane są działania mające na celu zwiększenie produkcji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych. Rola energii geotermalnej niskiej entalpii może być znacząca, gdyż jest ona powszechnie dostępna i możliwa do wykorzystania praktycznie w każdym miejscu. Ponadto budowa instalacji geotermalnej tego typu nie obniża walorów estetycznych środowiska, ponieważ jej główne elementy znajdujące się poza obiektem budowlanym umieszczone są pod powierzchnią ziemi.
- 2) Wykonywanie instalacji opartych na otworowych wymiennikach ciepła jest szczególnie uzasadnione w przypadku, gdy takie odwierty już istnieją i znajdują się w niewielkiej odległości od potencjalnych odbiorców energii cieplnej. Planując taką inwestycję, nie można zapominać o tym, że praca całego systemu grzewczego zależy od wielu czynników, a optymalny dobór wszystkich parametrów nie jest łatwy i wymaga przeprowadzenia specjalistycznych badań oraz szczegółowych obliczeń.
- 3) Nie każdy odwiert można wykorzystać do budowy wymiennika ciepła ze względów technicznych. Może się też okazać, że w niektórych przypadkach będzie to nieopłacalne. Potencjalne możliwości adaptacji wyeksploatowanych odwiertów na otworowe wymienniki ciepła są w Karpatach duże. Należy też wspomnieć, że inwestycje mające na celu wykorzystanie energii geotermalnej mają charakter proekologiczny i jest możliwość ubiegania się o pomocowe środki finansowe. Jeśli dodatkowo uwzględni się koszt likwidacji wyeksploatowanych odwiertów, to może okazać się, że rzeczywiste nakłady inwestycyjne będą porównywalne z tymi, które należałoby ponieść, budując tradycyjny system grzewczy. Niegdyś bogactwem tego terenu była ropa naftowa. Dzisiaj może nim być energia geotermalna pozyskiwana z wykorzystaniem zrekonstruowanych odwiertów, więc nie należy marnować tej szansy.
- 4) Do badań otworowych wymienników ciepła oraz przepływów i magazynowania ciepła w górotworze na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH zbudowano Laboratorium Geoenergetyki. Instalacja służy także ogrzewaniu i klimatyzacji auditorium WWiNiG z wykorzystaniem pasywnego przepływu ciepła oraz aktywnego z zastosowaniem pomp ciepła.

LITERATURA

- [1] Śliwa T., Jezuit Z.: *Perspectives of use of low enthalpy geothermal energy in Lipinki Community*, Konferencja międzynarodowa „Geothermal waters, their use and disposal”, Tatralandia, Liptowski Mikulasz 2007
- [2] Śliwa T., Gonet A.: *Koncepcja wykorzystania likwidowanych odwiertów złoża Turaszówka do pozyskiwania ciepła na ogrzewanie krytej pływalni (Concept of making use of closed wells in field Turaszówka for heat recovery and heating an indoor swimming pool)*, „Wiertnictwo, Nafta, Gaz” (półrocznik AGH) 2006, t. 23, z. 1
- [3] Śliwa T., Gonet A.: *The idea of utilising old production wells for borehole heat exchangers in the near depleted oil field in Iwonicz Zdrój Poland*. Proceedings of the International Geothermal Conference IGC-2003: multiple integrated uses of geothermal resources, Reykjavik, Geothermal Association of Iceland 2003