

Marcin MIRONOWICZ<sup>1</sup>

## POMPA CIEPŁA SOLANKA – WODA Z AKUMULATOREM WODNYM

W pracy przedstawiono nowatorskie rozwiązanie dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła, jakim jest wodny akumulator energii wykonany jako betonowy zbiornik, który jest umieszczany w gruncie poniżej poziomu przemarzania. W akumulatorze znajdują się dwa wymienniki ciepła w postaci węzownic. Jeden z nich umieszczony centralnie w osi zbiornika służy do poboru energii z wody przez pompę ciepła. Dzięki takiemu umiejscowieniu węzownicy lód powstający na jej powierzchni rozrasta się od środka zbiornika na zewnątrz. Rozwiązanie takie zapobiega rozsądzeniu zbiornika. Drugi wymiennik umieszczony przy wewnętrznej ścianie zbiornika służy do regeneracji źródła, czyli do podgrzewania wody w zasobniku. Przez takie umiejscowienie węzownicy topnienie lodu zachodzi od zewnątrz do wewnątrz. Dla standardowych systemów o zapotrzebowaniu mocy do 10 kW stosuje się jeden akumulator o średnicy około 2,5 m i wysokości około 4 m. Wymiennik służący regeneracji jest zasilany przez specjalny absorber powietrzno-słoneczny. Absorber taki pozyskuje energię nie tylko z promieniowania słonecznego, ale także z otaczającego powietrza atmosferycznego. Można spotkać kilka wariantów takich absorberów. Mogą to być konstrukcje płotkowe (przypominające kolektory próżniowe), a także zwoje przewodów ułożone bezpośrednio na dachu płaskim. Istnieją także absorbery wolnostojące w postaci rur nawiniętych na metalową konstrukcję. Działanie takiego systemu jest oparte na pięciu źródłach energii odnawialnej. Są nimi: grunt, słońce, powietrze, woda oraz lód (energia przemiany fazowej).

**Słowa kluczowe:** zasobnik energii, zbiornik lodu, energia krystalizacji, ogrzewanie lodem

### 1. Wprowadzenie

W ostatnich latach można zauważyć ciągły wzrost zainteresowania pompami ciepła, który jest spowodowany wciąż rosnącymi kosztami ogrzewania konwencjonalnego. Pompy ciepła jako urządzenia działające w dużej części z wykorzystaniem energii odnawialnej są tanie w eksploatacji, jednak trzeba się liczyć z wyższymi kosztami inwestycyjnymi. Prace związane z przygotowaniem działki pod ułożenie kolektorów poziomych czy też z odwiertami pionowymi są

---

<sup>1</sup> Marcin Mironowicz, Politechnika Opolska, 45-271 Opole, ul. S. Mikołajczyka 5, tel. 698342243, miron89@op.pl

kosztowne i uciążliwe. Nowatorskim rozwiązaniem dolnego źródła dla pomp ciepła typu solanka–woda, przy którym można uniknąć lub zminimalizować te niedogodności, jest instalacja z wodnym akumulatorem.

## 2. Akumulator wodny

Innowacyjnym rozwiązaniem dolnego źródła dla pomp ciepła jest zastosowanie betonowego akumulatora wodnego umieszczonego w gruncie. Podczas działania takiej instalacji w akumulatorze wielokrotnie dochodzi do krystalizacji i topnienia wody. W momencie zamrażania cieczy do systemu jest oddawana duża ilość energii (energia krystalizacji). Natomiast w celu stopienia powstałego lodu należy dostarczyć energię z zewnątrz (np. z instalacji specjalnych kolektorów słonecznych, z chłodzenia pomieszczeń czy też z gruntu, w którym jest umieszczony zbiornik) [3].

Wodny akumulator można nazwać zasobnikiem energii pierwotnej, działającym z wykorzystaniem różnych źródeł, co reguluje odpowiedni sterownik [1]. Źródłami ciepła w takim systemie są: powietrze atmosferyczne, promieniowanie słoneczne oraz otaczający zbiornik grunt. Dodatkowym źródłem jest energia pochodząca z przemiany fazowej wody w lód. Energia z tych źródeł jest gromadzona w zasobniku i stanowi dolne źródło dla pompy ciepła.

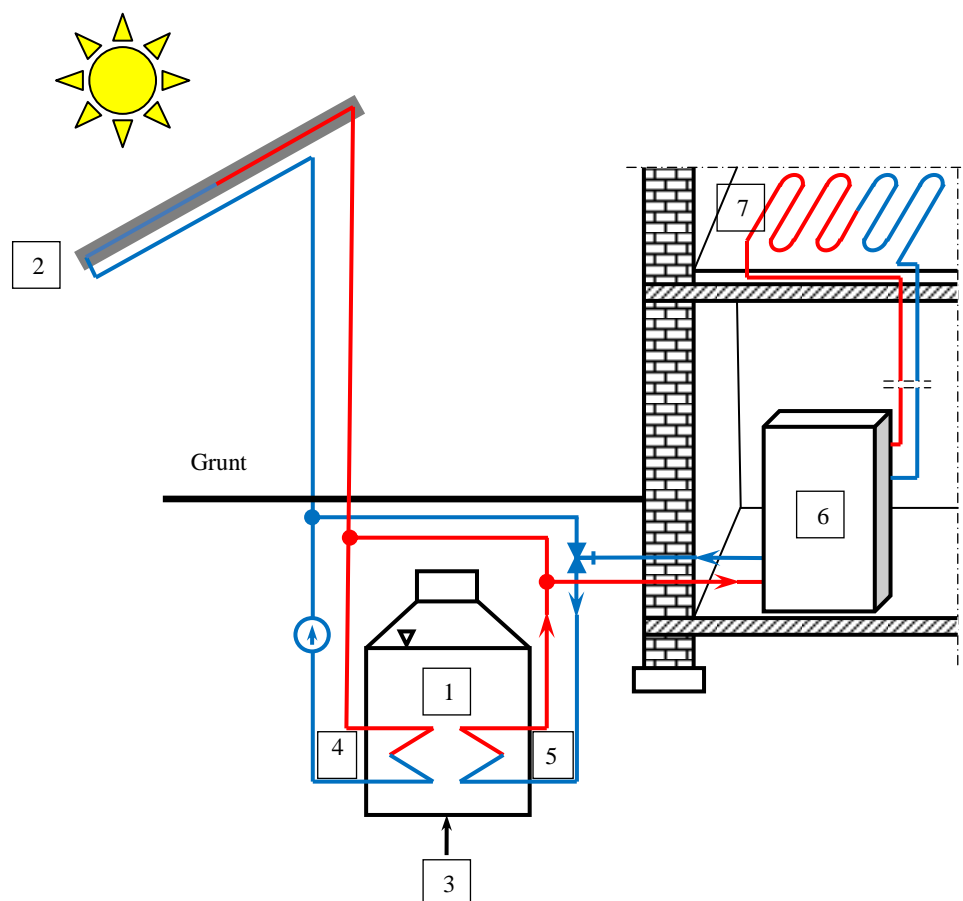
## 3. Komponenty i działanie systemu

Głównymi komponentami całego systemu są: akumulator wodny (zasobnik energii) wykonany z betonu, absorber powietrzno-słoneczny, pompa ciepła typu solanka–woda oraz sterownik zarządzający wykorzystaniem poszczególnych źródeł ciepła. Schemat instalacji z wodnym akumulatorem energii został przedstawiony na rys. 1.

Dla typowych instalacji o mocy do 10 kW stosuje się jeden zasobnik, którego średnica wynosi 2,5 m, a wysokość 4 m. Umieszcza się go w gruncie poniżej strefy przemarzania (rys. 2a). Zbiornik mieści około 10 m<sup>3</sup> wody. Wewnątrz akumulatora znajdują się dwa wymienniki ciepła w postaci węzownic ułożonych spiralnie na różnych poziomach wykonanych z tworzywa sztucznego (rys. 2b). Zasobnik został dobrany doświadczalnie przez autorów tego rozwiązania.

Wymiennik pompy ciepła (służący do poboru energii z akumulatora) jest umiejscowiony spiralnie, blisko osi zasobnika. Dzięki takiemu położeniu powstająca w czasie poboru energii z wody warstwa lodu rozrasta się od środka na zewnątrz. Takie rozwiązanie zapobiega „rozsadzeniu” zbiornika. Wymiennik ten pobiera energię z wody i zasila nią pompę ciepła. W miarę obniżania temperatury wody w zasobniku na węzownicy powstaje równomierna warstwa lodu, a jej rosnąca powierzchnia kompensuje coraz gorszą skuteczność przekazywania ciepła [2]. Drugim wymiennikiem jest węzownica służąca do regeneracji źródła,

czyli do zwiększenia temperatury w zbiorniku, a co za tym idzie do stopienia

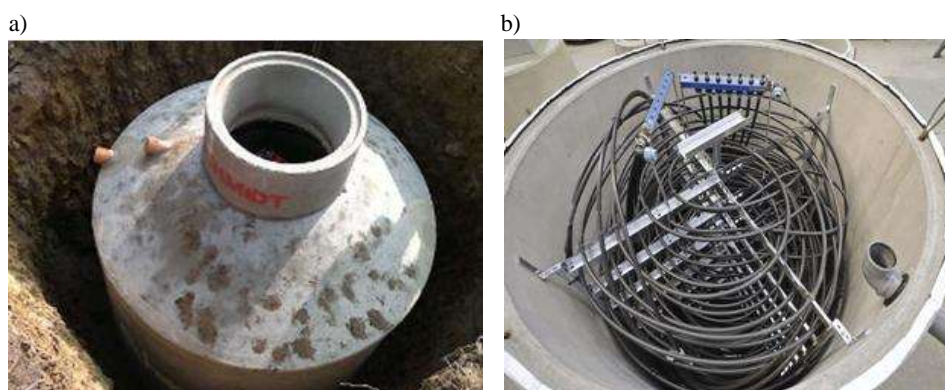


Rys. 1. Instalacja grzewcza ze zbiornikiem w gruncie; 1 – akumulator wodny w gruncie, 2 – absorber powietrzno-słoneczny, 3 – grunt, 4 – wymiennik ciepła-regeneracja dolnego źródła, 5 – wymiennik ciepła – zasilanie pompy ciepła, 6 – pompa ciepła solanka – woda, 7 – odbiornik ciepła – ogrzewanie podłogowe, na podstawie [3]

Fig. 1. Heating installation with a water storage tank; 1 – water storage tank, 2 – air-sun absorber, 3 – ground, 4 – heat exchanger – lower source regeneration, 5 – heat exchanger – heat pump supply, 6 – brine – water heat pump, 7 – heat receiver – floor heating, based on [3]

powstałego w czasie pracy pompy ciepła lodu. Jest ona umiejscowiona zewnętrznie, zaraz przy wewnętrznej ścianie zasobnika. Poprzez takie rozwiązanie lód w zbiorniku topnieje od zewnątrz do środka. Wymiennik regeneracyjny jest zasilany przez specjalny absorber powietrzno-słoneczny, który także jest wykonany z tworzywa sztucznego. Wykorzystuje on zarówno energię promieniowania słonecznego, jak i ciepło otaczającego powietrza atmosferycznego. Absorber taki może występować w kilku wariantach. Mogą to być umieszczone bezpo-

średnio na płaskim dachu zwoje rur lub w przypadku dachów spadowych konstrukcje płotkowe. Absorber taki może również występować w formie wolno stojącej na gruncie. W takim wypadku dookoła zbudowanej metalowej konstrukcji umieszcza (nawija) się zwoje rur. Absorber taki można porównać do płotów energetycznych. Energia pozyskiwana z absorbera nie jest wykorzystywana tylko do regeneracji dolnego źródła, ponieważ w szczególnych przypadkach może być kierowana bezpośrednio do pompy ciepła. O kierunku przepływu energii decyduje specjalny sterownik systemu, który nadzoruje i kieruje pracą całej instalacji.



Rys. 2. Zdjęcia elementów systemu: a) akumulator wodny, b) dwie węzownice w akumulatorze wodnym, zdjęcia udostępnione przez firmę Skorupa Energy Technic z Dobrodzienia

Fig. 2. Pictures of system's components: a) water storage, b) two heat exchangers inside the storage, according to on

Dużą zaletą systemów pomp ciepła z akumulatorem wodnym jest to, że można je wykorzystywać do naturalnego chłodzenia latem. Pod koniec sezonu grzewczego, jeśli na dostatecznie długo wstrzymana zostanie regeneracja źródła, w zasobniku będzie się znajdował głównie sam lód. Będzie on naturalnym źródłem chłodu. W takiej sytuacji ciepło z obiegu grzewczego będzie odprowadzane do zasobnika przez węzownicę, która w czasie sezonu grzewczego pobiera z niego energię, topiąc lód i podgrzewając powstałą wodę. Jeśli wystąpi zapotrzebowanie na większą moc chłodniczą, możliwe jest przełączenie pompy ciepła w tryb chłodzenia aktywnego. Odprowadzona z systemu przez pompę ciepła i zgromadzona w zasobniku energia będzie dostępna na początku sezonu grzewczego jako bezpośrednie ciepło grzewcze [1].

#### 4. Podsumowanie

Instalacje pomp ciepła z akumulatorem wodnym stanowią alternatywę dla systemów opartych na konwencjonalnych dolnych źródłach ciepła. System ten

nie wymaga zaawansowanych robót ziemnych, takich jak odkrywka gruntu w przypadku kolektorów poziomych czy odwiertów pionowych koniecznych przy sondach geotermalnych.

Instalacje z wodnym zasobnikiem wykorzystują aż pięć źródeł energii odnawialnej. Są nimi: grunt (zbiornik osadzony poniżej strefy przemarzania), słońce oraz powietrze atmosferyczne (absorber powietrzno-słoneczny pobierający energię zarówno z promieniowania słonecznego jak i z otaczającego powietrza), woda (bezpośrednie źródło, z którego pompa ciepła pobiera energię, obniżając temperaturę wody od 10°C do 0°C) i lód (w czasie przemiany fazowej są pobierane duże ilości ciepła utajonego – jest to tzw. energia krystalizacji).

Systemy oparte na wodnym akumulatorze energii są od kilku lat z powodzeniem stosowane na rynku niemieckim. Największą ich liczbę zainstalowano w okolicach siedziby firmy, która jest autorem tego rozwiązania, czyli w rejonie Badenia-Wirtembergia, którego klimat jest zbliżony do III strefy klimatycznej w Polsce. Pierwsza tego typu instalacja w Polsce powstała w Dobrodzieniu na Opolszczyźnie. Będzie ona dokładnie opomiarowana, co pozwoli w pełni ocenić sprawność tego typu systemów w polskich warunkach klimatycznych (także w okresach przejściowych). Pozwoli także na weryfikację założeń projektowych dotyczących pojemności akumulatora. Polscy inwestorzy już dziś są zainteresowani wykorzystaniem takich systemów. Ze względu na brak konieczności prowadzenia zaawansowanych robót ziemnych, wygodę użytkowania i innowacyjność można prognozować, że zainteresowanie to będzie się z czasem zwiększało.

## Literatura

- [1] Innovative heat source for brine/water heat pumps. Wydawnictwo Viessmann Werke GmbH&Co, Niemcy 2013.
- [2] Pantera D.: Alternatywne rozwiązanie dolnego źródła dla pompy ciepła solanka – woda, ogrzewanie lodem. Magazyn Instalatora, nr 1 (185), styczeń 2014, s. 32-33.
- [3] Szmolke N.: Wymagania cieplne stawiane budynkom energooszczędnym z przykładami rozwiązań. Wybrane zagadnienia inżynierii środowiska w budownictwie. Politechnika Opolska, Opole 2014, s. 207-218.

## BRINE – WATER HEAT PUMP WITH WATER STORAGE

### Summary

The paper presents innovative solution of heat source for heat pumps, which is a water storage tank made of concrete and placed in the ground below the frost line. The storage has two heat exchangers in the form of coils. One of them, centered on the axis of the tank is used to collect energy from the water by the heat pump. With this location of the coil ice formed on its surface spreads from the center of the tank to the outside. This prevents breakage of the tank. The second heat

exchanger positioned at the inner wall of the tank is used to regenerate the source, that is, to heat the water in the storage. Such positioning of the coil provides melting of the ice takes place from outside to inside. For standard systems with power requirements up to 10 kW used a battery with a diameter of 2.5 m and a height of about 4 m. Heat serving regeneration coil is powered by a special solar-air absorber. Such absorber obtains energy not only from solar radiation but also from the surrounding air. There are several variants of such absorbers. These may be hurdles structures (similar to vacuum collectors), and also wire coils arranged directly on a flat roof. There are also free-standing absorbers in the form of tubes wound on a metal construction. Such a system is based on five sources of renewable energy. They are: soil, sun, air, water, and ice (energy of phase transition).

**Keywords:** energy storage, ice storage, crystallization energy, ice heating

*Przesłano do redakcji: 9.12.2014 r.*

*Przyjęto do druku: 28.03.2015 r.*

DOI: 10.7862/rb.2015.21