

WPROWADZENIE

Energia jest podstawą naszego życia. Wszystkie procesy są związane z przekształcaniem energii. Setki lat człowiek żył w zgodzie z przyrodą, wykorzystywał wciąż napływającą energię słońca bezpośrednio lub też w postaci kół wodnych i wiatraków albo powstającej pod wpływem światła słonecznego biomasy.

Początek okresu industrializacji pozwolił człowiekowi wdrzeć się w głębiny ziemi, by wydobywać z niej surowce energetyczne, które odkładały się w ziemi przez miliony lat. Obecnie te surowce naturalne – patrząc z punktu historii świata – zostaną wyczerpane w bardzo krótkim okresie czasu. Dzieje się to przy uwalnianiu ogromnych ilości gazów cieplarnianych i szkodliwych substancji, które zagrażają równowadze atmosfery.

Z powodu coraz bardziej kurczących się kopalnych zasobów i wciąż wzrastającego stężenia gazów cieplarnianych w naszej atmosferze chodzi obecnie o to, by dokonać zmiany technologii energetycznych na takie, które będą trwale dostępne i dodatkowo nieszkodliwe dla środowiska i życia. Są to zasadniczo wszystkie bezpośrednie (np. termika słoneczna, technika fotonowa) i pośrednie formy wykorzystania energii słonecznej (biomasy, wiatr, jak również wykorzystanie przyływów i energii geotermicznej). W związku z tym pompa ciepła przedstawia sobą „opóźnione” wykorzystanie energii słonecznej.

Aby dokonać zmiany z kopalnych do odnawialnych nośników energii istotnym założeniem jest najwyższy stopień efektywności energii. Dlatego też w zakresie ciepła niskotemperaturowego pompa ciepła stanowi jedną z kluczowych technologii.

Ponieważ w zasadzie jako energia napędowa dla pomp ciepła stosowana jest energia elektryczna, korzyści dla środowiska zależą z jednej strony od produkcji energii elektrycznej, a z drugiej od efektywności samej pompy ciepła.

Jako że również w obszarze produkcji energii elektrycznej coraz więcej znaczenia nabiera stosowanie odnawialnych energii, pompa ciepła będzie mogła jeszcze bardziej wzmocnić swą pozycję jako ekologiczny sposób zasilania energią.

TECHNOLOGIA POMP CIEPŁA

INFORMACJE OGÓLNE

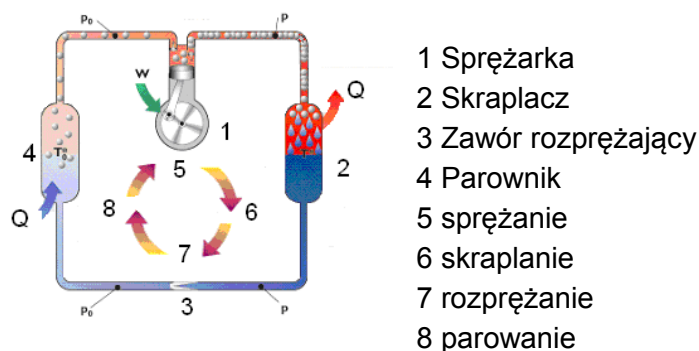
Generalnie można określić pompę ciepła jako agregat, który pobiera ciepło na niskim poziomie temperatury i przy dodawaniu energii napędowej (energii mechanicznej lub wyższych temperatur) oddaje je na wyższym, wykorzystywalnym poziomie temperatury. Dzięki temu pompa ciepła nadaje się zasadniczo do wykorzystania powietrza, wody i przypowierzchniowej energii geotermalnej do celów grzewczych. Ciepło zostaje pobrane na przykład z ziemi przy temperaturach od -5°C do $+10^{\circ}\text{C}$, a przy ok. 35°C – 55°C oddane do instalacji grzewczej. Im mniejszy przy tym jest skok temperatury pomiędzy źródłem ciepła i systemem grzewczym (np. 0°C do 35°C), tym mniej potrzeba energii napędowej i tym lepsza jest efektywność energetyczna.

Analogia do pompy ciepła znajduje się w każdym gospodarstwie domowym: lodówka transportuje ciepło z niskiego poziomu (komora wewnętrzna) na wyższy poziom, aby mogło być ono oddane do otaczającego powietrza (skraplacz, znajdujący się najczęściej na tylnej ścianie, podczas pracy staje się ciepły). Celem nie jest przy tym ogrzanie powietrza na tylnej ścianie lodówki, lecz chłodzenie komory wewnętrznej. Także pompy ciepła można tak zbudować, by móc je wykorzystać do obu celów, mianowicie do grzania w zimie i do chłodzenia pomieszczeń w lecie. Tego rodzaju pompy ciepła produkowane są w dużych ilościach w Japonii i Ameryce Północnej.

FUNKCJONOWANIE SPRĘŻARKOWEJ POMPY CIEPŁA

Poprzez doprowadzenie ciepła na niskim poziomie temperatury i ciśnienia parowaniu ulega medium o niskim punkcie wrzenia („czynnik chłodniczy“, dziś najczęściej stosowany nieszkodliwy dla ozonu HFKW, jak R407C). Faza gazowa, następnie zostaje sprężona w sprężarce (w praktyce do > 30 bar) i poprzez to ogrzana. Znajdujący się pod wysokim ciśnieniem czynnik roboczy oddaje swoje ciepło do medium w instalacji grzewczej (woda, powietrze) i skrapla się przy tym. Poprzez element dławiący (zawór rozprężający) czynnik roboczy dostaje się ponownie do części układu o niskim ciśnieniu i ponownie zostaje doprowadzony do parownika. Do napędzania sprężarek pomp ciepła stosowane są przeważnie silniki elektryczne.

Rys. 1: Schemat sprężarkowej pompy ciepła (BWP)



BILANS ENERGETYCZNY, RÓŻNICE TEMPERATUR

Teoretycznie, w każdym obwodzie termodynamicznym pompy ciepła suma doprowadzonej mocy (moc chłodnicza pobrana w parowniku P_o i moc napędowa sprężarki P_{el}) jest równa sumie odprowadzonej mocy (moc grzewcza P_c). Dlatego też dla pomp ciepła przy nieuwzględnianiu strat i napędów dodatkowych obowiązuje:

$$P_o + P_{el} = P_c$$

| | | |
|-------|----------|-------|
| P_o | P_{el} | P_c |
| kW | kW | kW |

Wskutek strat ciepła sprężarki jednakże nie cała moc P_{el} doprowadzona do sprężarki przekształca się w moc skraplacza P_c , lecz tylko wartość pomniejszona o współczynnik „a”, tak że:

$$P_c = P_o + a \cdot P_{el}$$

| | | | |
|-------|----------|-------|-----|
| P_o | P_{el} | P_c | a |
| kW | kW | kW | - |

Współczynnik „a” jest zależny od budowy sprężarki, temperatury roboczej i izolacji cieplnej nagrzewających się elementów urządzenia. Dla przybliżonych obliczeń można zastosować:

- a = 1,0 dla idealnego przypadku wolnego od strat
0,9 w odniesieniu do elektrycznego poboru mocy P_{el} sprężarek hermetycznych
0,8 w odniesieniu do elektrycznego poboru mocy P_{el} sprężarek otwartych

Sposób pracy instalacji pompy ciepła jest jednakże zależny nie tylko od wyżej wymienionego równania dla procesu układu. Jednakowo ważne są bilansy energetyczne strumienia masy po stronie zimnej i ciepłej z wynikającymi z nich różnicami temperatury, jak również różnice temperatury, pochodzące z zainstalowanych powierzchni wymienników ciepła i osiągalnych współczynników przenikania ciepła.

WSPÓŁCZYNNIK EFEKTYWNOŚCI

Ekonomiczność maszyny określana jest zasadniczo poprzez współczynnik sprawności, który jest stosunkiem korzyści do kosztów i przez to zawsze mniejszy od 1. Ponieważ w przypadku pomp ciepła poprzez doprowadzenie ciepła po stronie zimnej ten stosunek zawsze jest większy od 1, nie mówi się o współczynniku sprawności, lecz o współczynniku efektywności. Współczynnik efektywności określany jest symbolem ε i definiowany następująco:

$$\varepsilon_w = \frac{\text{oddana moc grzewcza}}{\text{pobrana moc elektryczna}} = \frac{P_c}{P_{el}} = [COP]$$

| | | |
|-------|----------|-----------------|
| P_o | P_{el} | ε_w |
| kW | kW | - |

WSPÓŁCZYNNIK EFEKTYWNOŚCI PRACY

Współczynnik efektywności pracy β jest wartością średnią współczynnika efektywności w określonym przedziale czasowym. Roczna zdolność grzewcza jest tą wartością średnią zmierzoną w ciągu roku. Zdolność grzewczą oblicza się jak niżej:

$$\beta = \frac{\text{Suma oddanej ilości ciepła do systemu grzewczego } CI}{\text{Suma pobranej energii elektrycznej}} = \frac{\sum Q_c}{\sum W}$$

$\sum Q_c$suma oddanej ilości ciepła w kWh (lub KJ)

$\sum W$ suma pobranej energii elektrycznej w kWh (lub KJ)

W praktyce do tego obliczenia stosuje się całkowitą pobraną energię elektryczną. Poprzez to podczas porównania podobnych instalacji można zawsze rozpoznać, czy wszystkie pompy obiegowe są prawidłowo zwymiarowane i odpowiednio optymalnie zastosowane. Oddana ilość ciepła powinna zostać ustalona przy pomocy legalizowanego miernika ilości ciepła. Najlepiej w tym celu sprawdzają się dziś mierniki ultradźwiękowe. Roczny współczynnik efektywności pracy (JAZ) posiada międzynarodowy skrót SPF (= Seasonal Performance Factor).

W przypadku instalacji monowalentnych¹ powinny zostać osiągnięte następujące minimalne wartości zdolności grzewczej β .

| Źródło ciepła | >40 °C maks. dopływ | <50 °C maks. dopływ |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Woda | 4,5 | 4 |
| Ziemia / solanka | 4 | 3,5 |
| Parowanie bezpośrednie | 4,2 | 3,7 |
| Powietrze | 3,5 | 3 |
| Powietrze biwalentnie | 3,7 | 3,2 |

Tabela 1 Minimalne wartości zdolności grzewczej β