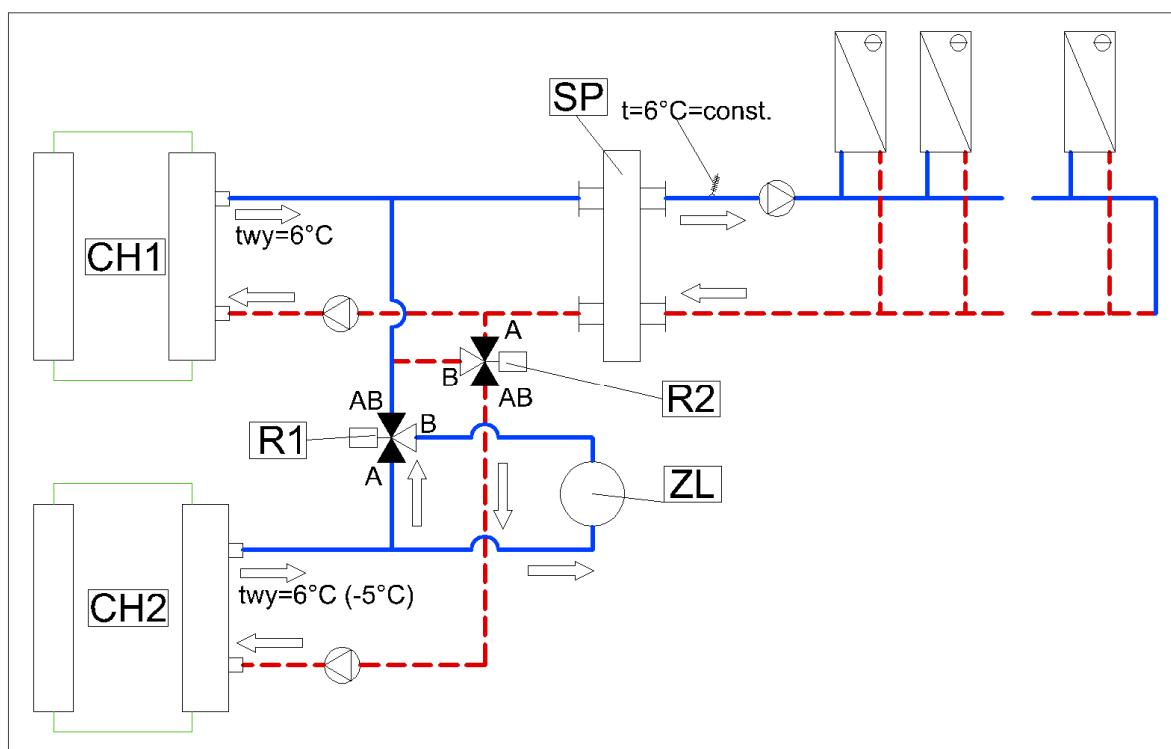


Lód w klimatyzacji technologicznej, cz.3.

Jak sygnalizowano w części 1. i 2. (Biuletyn 1/2014 i 2/2014) duże ciepło topnienia i krzepnięcia lodu wodnego pozwala na efektywne magazynowanie energii na potrzeby klimatyzacji i korzystanie z niej w okresach, gdy zapotrzebowanie na moc chłodniczą przekracza bieżącą wydajność urządzeń chłodniczych. Aby uzyskać praktyczny efekt potrzebne są dodatkowe urządzenia, które proces magazynowania i odzyskiwania energii obsługują. W każdym układzie z akumulacją chłodu występuje kolejno proces zamrażania wody oraz przechowywania i topienia lodu. Podstawowe funkcje i urządzenia zostaną przedstawione na prostym, jednym z wielu możliwych, przykładzie.

Na Rys.1 przedstawiono schemat układu chłodzenia zawierający dwa chillery pracujące na wspólne sprzęgło hydrauliczne. W ciągu dnia, przy położeniu zaworów R1 i R2 jak na rysunku, tj. obydwie ustawione na 100% przepływu A-AB, chillery działają w standardowy sposób dostosowując swoją wydajność do obciążenia cieplnego i utrzymują stałą temperaturę chłodziwa, np. 6°C . Zestaw taki można dostarczyć moc chłodniczą równą sumie mocy chillerów CH1 i CH2.



Rys.1. Przykładowy schemat układu chłodzenia z akumulacją energii w lodzie wodnym

W nocy zmieniają się warunki pracy systemu chłodzenia:

- zmniejsza się zapotrzebowanie mocy chłodniczej ze względu na niższą temperaturę otoczenia

- rośnie sprawność chillera wynikająca z obniżenia temperatury i ciśnienia skraplania
- zwykle mniejsze są ceny energii zużywanej nocą - w zależności od uzgodnionej taryfy.

Jeżeli obciążenie cieplne zmniejszy się wystarczająco część mocy chłodniczej można przeznaczyć na zamrażanie wody w buforze ZL. W przedstawionym przykładzie można to zrealizować przestawiając temperaturę wyjściową chłodziwa z chillera CH2 na np. $t_{wy} = -5^{\circ}\text{C}$ a zawory R1 i R2 w takie położenie, aby schłodzony glikol przepływał w całości przez zasobnik ZL z pominięciem sprężarki SP i powodował oziębienie wody, aż do zamrożenia. Po zamrożeniu całej wody w zasobniku ciepło krzepnięcia przestanie być odbierane i sprężarki chillera CH2 zatrzymają się z powodu braku obciążenia cieplnego. Stan taki może trwać dowolnie długo, do czasu gdy zapotrzebowanie „chłodu” przekroczy wydajność chillera CH1.

Jeżeli nastąpi to w dzień chillery mogą przejść w tryb pracy równoległej z temperaturą zadaną 6°C na każdym z nich, tak jak na Rys.1. Przepuszczając częściowo strugę cieczi wyjściowej z CH2 przez zasobnik lodu odzyskujemy zgromadzoną tam energię. Efektem jest zmniejszenie poboru energii elektrycznej przez CH2. Działanie takie jest uzasadnione przy silnie zróżnicowanych taryfach dzień/noc. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na taki tryb pracy zespołu, gdy obydwie chillery pracują z pełną mocą a dodatkowo następuje odzyskiwanie energii z bufora lodowego. Część strumienia cieczi z chillera CH2, przy zaworze R1 ustawionym w położeniu pośrednim pomiędzy 0% a 100%, dochładzana jest poniżej 6°C . Dzięki takiemu działaniu całkowita moc instalacji chłodniczej może być okresowo większa od sumy mocy obydwu chillerów.

W nocy preferowane warianty pracy chillera CH2 są inne. Jeżeli niska temperatura otoczenia pozwala na uzasadnione technicznie i kosztowo obniżenie temperatury wyjściowej z chillera CH2 można połączyć namrażanie lodu z uzupełnianiem mocy CH1 stosownie ustawiając zawór R2 pomiędzy 0% a 100%, przy czym udział strumienia płynącego przez zasobnik lodu ZL w całkowitym strumieniu wyjściowym chillera CH2 ustalany jest położeniem zaworu R1. Przy niewielkim zapotrzebowaniu na moc chłodniczą chiller CH2 może służyć wyłącznie namrażaniu lodu (zawory R1 i R2 w pozycji „0%”). Jeżeli zasobnik buforowy jest całkowicie zamrożony lub rezygnujemy z namrażania lodu temperaturę wyjściową można nastawić na 6°C i przejść w dzienny tryb pracy ustawiając zawory R1 i R2 w pozycji „100%”.

Nazwanie trybów pracy jako nocny i dzienny jest umowne i nie przesądza jednoznacznie ustawień systemu sterowania. Wskazuje jedynie, że napełnianie zasobnika lodem powinno odbywać się w nocy kiedy spodziewamy się niższej temperatury powietrza i niższej ceny energii elektrycznej. Nie znaczy to, że nie można użyć trybu nocnego w dzień albo odwrotnie, jeżeli są ku temu wyraźne wskazania. Należy pamiętać jednak, że gromadzenie i odzyskiwanie energii, w tym również poprzez zamrażanie wody i topienie lodu, nigdy nie jest bezstratne. Poza tym namrażanie lodu odbywa się przy niższej temperaturze parowania czynnika chłodniczego, co powoduje, że chiller pracuje z niższą wydajnością i sprawnością. Dlatego potencjał układu z akumulacją energii można z pożytkiem eksploatować korzystając świadomie z właściwości takiego systemu, zdając sobie równocześnie sprawę z jego niedostatków i ograniczeń. Dużą pomocą może być układ automatyki z dobrze zdefiniowanym algorytmem, który uaktywni właściwy tryb działania stosownie do wcześniej ustalonych zasad.

Prócz normalnej pracy, zgodnie z opisanymi regułami, zasobnik lodu może być użyty do łagodzenia skutków przerw w zasilaniu energią elektryczną. Wiele zakładów posiada wprawdzie agregaty prądotwórcze jednak rzadko kiedy o mocy dostatecznej, aby w całości zastąpić zasilanie z sieci. Jeżeli rezerwowe zasilanie pozwala na utrzymanie w ruchu dwóch

pomp można całą energię pochodzącą z topienia lodu skierować do instalacji chłodniczej klimatyzacji. W schemacie jak na Rys.1. nie są wymagane żadne przełączenia a jedynie ustawienie zaworów w odpowiedniej pozycji (R1- 0%, R2- 100%), co może być wykonane automatycznie przez układ sterowania, bez udziału obsługi.

Skuteczność działania akumulacji chłodu, zarówno w cyklach dobowych jak i w sytuacjach awaryjnych, można ocenić biorąc pod uwagę, że każdy metr sześcienny lodu pozwala zmagazynować i odzyskać około 90kWh energii.