

Lód w klimatyzacji technologicznej, cz. 1.

Większość urządzeń i procesów technologicznych charakteryzuje duża zmienność zapotrzebowania na energię. Nie inaczej jest w przypadku zapotrzebowania na moc chłodniczą w pieczarkarni. Mamy tu do czynienia ze zmianami dobowymi, sezonowymi czy wynikającymi z aktualnej fazy produkcji. Proste zastosowanie urządzeń dobranych na ekstremalne warunki miałyby wiele wad, takich jak:

- Duże koszty inwestycyjne wydłużające czas zwrotu;
- Koszty utrzymania urządzenia w ruchu;
- Wyższe koszty eksploatacyjne - system pracujący z częściowym obciążeniem zwykle ma mniejszą sprawność, czyli jednostkowa cena „chłodu” rośnie (w mniejszym stopniu dotyczy to układów ze sprężarkami o regulowanej prędkości obrotowej);
- Dostępność linii energetycznej o odpowiedniej mocy. Nierzadko linia zasilająca bądź transformator stanowią ograniczenie dla poboru mocy, pamiętać bowiem należy, że agregat chłodniczy klimatyzacji jest największym odbiornikiem energii elektrycznej w pieczarkarni;
- Wzrost minimalnej mocy obciążenia, przy której chiller może pracować w sposób ciągły, bez wyłączeń. Nawet agregat, deklarowany jako posiadający bezstopniową regulację wydajności sprężarek, nie może zmniejszyć mocy poniżej pewnej wartości minimalnej. Przy niższym obciążeniu chiller cyklicznie włącza się i wyłącza, aby zachować odpowiednią wartość średnią mocy wynikającą z obciążenia. Takie działanie powoduje oscylacje temperatury czynnika zasilającego chłodnice klimatyzatorów i pogorszenie jakości sterowania klimatu w halach uprawowych. Nie jest to również obojętne dla trwałości agregatu;

Ekonomiczne i techniczne uwarunkowania skłaniają zatem do szukania innej drogi niż budowanie urządzenia na najtrudniejsze warunki.

Dobrym rozwiązaniem byłoby przesunięcie w czasie wytwarzania i wykorzystywania energii chłodniczej, czyli produkcję „chłodu” w czasie obciążenia mniejszego od wydajności urządzeń, a wykorzystanie go w czasie gdy zapotrzebowanie jest najwyższe i przekracza możliwości systemu. Idea nie jest nowa. Wielu technologów obniża nocą temperaturę w halach, korzystając z nadwyżki mocy chłodniczej ponad bieżące zapotrzebowanie, stwarzając w ten sposób korzystniejsze warunki termiczne w czasie upalnego dnia. Wykorzystywanie w ten sposób pojemności cieplnej podłoża odbywa się jednak kosztem obniżania temperatury poniżej technologicznego optimum, co i tak wydaje się być mniejszym złem od niekontrolowanego wzrostu temperatury w czasie kolejnego dnia.

Warto rozważyć, czy nie istnieje inny, zewnętrzny sposób, aby dokonać takiego przesunięcia między wytwarzaniem a użytkowaniem „chłodu”, który nie wiązałby się z pogorszeniem parametrów termicznych w hali i ich wpływem na przebieg uprawy.

Obiecującym sposobem na magazynowanie energii może okazać się lód. Obiecującym w pieczarkarstwie, gdyż w systemach klimatyzacyjnych dużych mocy, zarówno komunalnych jak i przemysłowych jest już z powodzeniem stosowany.

Co przemawia za użyciem lodu zamiast po prostu schłodzonej choćby do temperatury 0°C wody? Odpowiedź daje porównanie pojemności cieplnej wody i ciepła topnienia lodu. Niech na przykład 1 m³ (tona) wody zostanie ochłodzony do temperatury 0°C, aby następnie ogrzewając się odbierać ciepło z otoczenia. Jeżeli woda podgrzeje się przy tym na przykład do 5°C, to przejmie wtedy około 21 MJ (mega Joule) energii. Taka sama ilość wody przechodząc z postaci zestalonej w ciekłą odbierze z otoczenia 335 MJ, czyli ponad 15 (piętnaście!) razy więcej. Oznacza to możliwość gromadzenia użytecznej ilości energii w ograniczonej przestrzeni. Dodatkowo, woda powstała w wyniku topienia lodu ma temperaturą niewiele przewyższającą 0°C, co ułatwia przejście do kolejnego cyklu zamrażania.

Aby ocenić przydatność lodu jako medium służącego do gromadzenia energii weźmy pod uwagę zasobnik mieszczący jedną tonę lodu (jak w przykładzie powyżej). Zgromadzona energia 335 MJ wystarcza do zasilania chłodziń o łącznej mocy 100kW przez blisko godzinę. W zależności od potrzeby moduły o pojemności cieplnej (0,2-1,5) MWh (wg jednego z producentów) można dowolnie łączyć w zestawy dla stworzenia odpowiedniego, dla określonego zadania, bufora. W praktyce zasobniki wykonywane są w postaci izolowanych termicznie stalowych kontenerów lub cylindrycznych pojemników z tworzyw sztucznych. Największe instalacje mają postać podziemnych, betonowych bunkrów.

Zasobniki, o których mowa, są również miejscem, gdzie zachodzi przemiana fazowa woda-lód i lód-woda. Przez umieszczone w zasobnikach węzownice przepuszczany jest czynnik chłodniczy, najczęściej mieszanka wodno-glikolowa, o temperaturze około -4°C do -8°C wystarczającej do zamrożenia wody. Odbywa się to zwykle w czasie zmniejszonego zapotrzebowania na moc chłodniczą. W zależności od przyjętego rozwiązania zamrażanie można wykonać przy pomocy chillera używanego do klimatyzacji, po odpowiednim przestawieniu na noc temperatury glikolu (jeżeli jest to możliwe) albo przy pomocy dedykowanego agregatu.

Odbiór zakumulowanej energii odbywa się z zewnętrznym albo wewnętrznym topieniem lodu. W pierwszym przypadku do zasobnika z lodem napływa podlegająca chłodzeniu woda (na przykład powrót z instalacji klimatyzacyjnej) i tam, topiąc lód, osiąga temperaturę bliską zera, po czym kierowana jest z powrotem do instalacji. Inaczej przebiega proces wewnętrznego topienia. Woda, stanowiąca bufor cieplny, pozostaje w zasobniku i nie jest wymieniana, natomiast cyklicznym zmianom ulega kierunek przepływu ciepła do i z czynnika znajdującego się w węzownicy. Po zakończeniu tworzenia lodu do węzownicy kierowany jest podgrzany glikol wracający z instalacji. Powoduje to wytapianie lodu wewnątrz (stąd nazwa) warstwy nabudowanej na węzownicy i chłodzenie glikolu. Czynnik roboczy instalacji klimatyzacyjnej nie miesza się przy tym z wodą bufora cieplnego.

Istnieje wiele wariantów współpracy układu akumulacji energii z instalacją chłodniczą, z których każdy ma inne cechy użytkowe. Wynika stąd na przykład możliwość bardziej elastycznej współpracy z elektryczną siecią zasilającą, ograniczenie maksymalnego poboru mocy, przeniesienie obciążenia na godziny nocne z niższymi taryfami, itd. W niektórych zakładach interesujące może okazać się zwiększenie dysponowanej (okresowo) mocy chłodniczej bez wymiany głównych urządzeń dzięki równoczesnemu wykorzystaniu chillera i zakumulowanej energii. Elastyczność rozwiązań z akumulacją energii pozwala stosować tę technikę zarówno w modernizowanych, jak i nowo projektowanych systemach jako środek wspomagający podstawowy układ chłodzenia.