

Efektywność energetyczna sprężarek

Rozwiązania dla chłodnictwa komercyjnego, przemysłowego, klimatyzacji i pomp ciepła

Adam GŁOWALA*)

Chłodnictwo w handlu jest jednym z najważniejszych zagadnień, którego obecnie w żaden sposób nie można pominąć. Trudno dziś wyobrazić sobie sklep spożywczy, czy supermarket bez lad i regałów chłodniczych, zakład przetwórstwa mięsnego bądź rybnego, przechowalnię owoców i warzyw, czy hurtownię farmaceutyczną bądź laboratorium bez komory chłodniczej lub mroźni pozwalającej w optymalnych warunkach przechowywać produkty. Każdy, kto ma do czynienia z chłodnictwem wie, że opłaty za energię elektryczną potrzebną do zasilania urządzeń pracujących w systemach chłodniczych są ogromne. Najlepiej wiedzą o tym osoby, które bezpośrednio płacą za zużyta energię elektryczną, głównie w obiektach handlowych lub przemysłowych. Tam wydatki na energię elektryczną są znaczące. Jeszcze lepiej znają problem ci, którzy posiadają kilka obiektów, bądź całą ich sieć.

Najdroższymi urządzeniami, z punktu widzenia kosztów energii elektrycznej są sprężarki chłodnicze, nazywane często „sercem systemu”. Określenie to nie jest przypadkowe. Z jednej strony (podobnie jak serce) sprężarki tłoczą czynnik chłodniczy do systemu i zasilają jego poszczególne elementy, z drugiej strony dla utrzymania systemu w dobrej kondycji wymagają opieki i właściwych warunków pracy. Zgodnie z bilansem wynikającym z zależności termodynamicznych sprężarki generują największe zużycie energii elektrycznej w systemie chłodniczym.

Z przeprowadzonych badań wynika, że w typowym dużym obiekcie handlowym około 37% całkowitego zużycia energii elektrycznej przypada tylko i wyłącznie na same sprężarki.

Chłodnictwo, pomimo że jest kosztowne jest również niezbędne, co więcej staje się coraz ważniejsze, a kosztów wynikających z konieczności stosowania urządzeń chłodniczych nie da się uniknąć.

Pojawia się zatem pytanie „czy i co można zrobić aby te koszty ograniczyć?”.

Odpowiedź jest zaskakująco prosta. Wszędzie tam, gdzie jest to możliwe należy używać najnowszych dostępnych na rynku rozwiązań technologicznych, które znajdują

zastosowanie w sprężarkowych urządzeniach chłodniczych i mroźniczych. Zużycie energii elektrycznej można rzeczywiście znacząco obniżyć.

Powyższa odpowiedź dla wielu osób jest zapewne kontrowersyjna i budzi ich wyraźny sprzeciw. Reakcja taka jest zrozumiała, ponieważ zakup efektywnych sprężarek dobrej jakości i zastosowanie ich w zoptymalizowanym systemie opartym na nowych technologiach może być i z reguły jest droższe od potocznie stosowanych rozwiązań standardowych. Warto dodać, że chodzi tu o pierwszy koszt, który jest jedynie kosztem zakupu.

Pomimo świadomości inwestorów, że koszty związane z inwestycją to nie tylko koszty zakupu, ale także koszty eksploatacji i serwisu, które są niesłusznie często pomijane, tylko nieliczni zdają sobie sprawę z ich wzajemnych zależności i proporcji. Praktycznie w ogóle nie mówi się o oszczędnościach, jakie można uzyskać w kilkuletnim okresie eksploatacji pomiędzy dwoma z pozoru identycznymi systemami opartymi na różnych rozwiązaniach technologicznych. **W rzeczywistości, koszty zakupu, które najczęściej decydują o wyborze urządzeń przez inwestora są niewielkie (stanowią mniej niż 8% kosztów ogólnych).**

Na koszty serwisu należy natomiast spojrzeć dwójako. Wiadomo, że dla poprawnej pracy niezbędna jest konserwacja każdego systemu, bez względu na znajdujące się w nim komponenty. Wiadomym również jest fakt, że dla profesjonalnie zaprojektowanych i wykonanych instalacji chłodniczych, zgodnie

z wytycznymi sztuki chłodniczej, im wyższa jakość użytych komponentów, tym prawdopodobieństwo ich wadliwego funkcjonowania lub awarii jest mniejsze. Najważniejszym oraz najbardziej wrażliwym i wymagającym elementem systemu są sprężarki. To dzięki różnicy ciśnień wytwarzanej przez sprężarki w ogóle możliwa jest wymiana ciepła na parownikach i skraplaczu, powodująca chłodzenie czy mrożenie produktów. Awaria sprężarki generuje nie tylko koszty związane z koniecznością jej naprawy lub wymiany na nową, co niewątpliwie jest kosztowne, ale także straty powstałe w wyniku przestoju instalacji, który w najgorszym wypadku może doprowadzić do zepsucia przechowywanych towarów. Utrata całej partii towaru jest bardzo kosztowna a kwoty te różnią się w zależności od rodzaju towaru i jego ilości. W instalacji ze sprężarkami wysokiej jakości koszty serwisu sprowadzają się zatem do ich konserwacji i okresowych przeglądów, a nie cyklicznych remontów.

Serwis to nie tylko konserwacja bądź naprawy. Coraz istotniejszy staje się bieżący elektroniczny nadzór nad instalacją oraz możliwość zdalnej kontroli i nastaw parametrów pracy urządzeń. Obecnie serwis nowoczesnych systemów opartych na nowych technologiach można przeprowadzać zdalnie wykorzystując internet. Eliminuje to konieczność częstego wysyłania ekipy serwisowej na miejsce pracy instalacji. Pozwala nie tylko ograniczyć koszty, ale może w porę zapobiec awariom poprzez odpowiednio szybką reakcję. Stworzenie optymalnych warunków pracy instalacji poprzez zdalne nastawy poszczególnych elementów automatyki chłodniczej pozwala obniżyć koszty eksploatacyjne. Koszty nadzoru nad instalacją będą kształtować się na podobnym poziomie bez względu na jakość użytych komponentów, zatem nie są istotne z punktu widzenia możliwości uzyskania oszczędności. Jakość komponentów z pewnością ma wpływ na prawdopodobieństwo awarii oraz konieczność ewentualnych napraw i strat.

Najistotniejsze z punktu widzenia inwestora są koszty eksploatacji rozumiane jako koszty zużycia energii elektrycznej generowane głównie przez sprężarki. Są one ważne z dwóch powodów. Po pierwsze, w przypadku sprężarek, koszty eksploatacji, już po pierwszym roku przewyższają prawie dwukrotnie

koszt ich zakupu, a po drugie wybierając sprężarki bardziej efektywne, oparte na nowych technologiach, optymalizując parametry pracy poprzez ich dopasowanie do aktualnych zapotrzebowań w zależności od wymaganego obciążenia przy określonych temperaturach otoczenia zużycie energii elektrycznej można zminimalizować!

Dobór odpowiednich sprężarek wymaga nieco innego niż konwencjonalne spojrzenia na zagadnienie projektowania. Obecnie, najczęściej dobiera się sprężarkę, która ma najwyższy współczynnik wydajności chłodniczej (*COP*) dla warunków projektowych. Oznacza to, że sprężarka zapewnia wymaganą wydajność dla najmniej sprzyjających warunków pracy (maksymalne zapotrzebowanie mocy chłodniczej przy najwyższych temperaturach otoczenia), przy możliwie małym zużyciu energii elektrycznej. *COP* jest wielkością charakteryzującą efektywność sprężarki czy systemu dla konkretnych parametrów (najczęściej projektowych) i nie uwzględnia zjawiska sezonowości. Z sezonowością mamy do czynienia wtedy, gdy zmieniają się temperatury otoczenia (poszczególne miesiące lub/i godziny w ciągu doby) oraz, gdy zmienia się (maleje) zapotrzebowanie na moc chłodniczą np. dobowo – godziny pracy pracowników (systemy klimatyzacyjne) lub zmienna ilość towaru do schłodzenia lub utrzymania w obniżonej temperaturze.

Najmniej sprzyjające warunki projektowe w rzeczywistości występują przez krótki okres, jeżeli wystąpią w ogóle. Przeważającą większość czasu, zapotrzebowanie systemu jest znacznie mniejsze niż moc chłodnicza, którą dostarczają sprężarki. Wynikiem jest nieprawdziwość twierdzenia, że sprężarka posiadająca najwyższe *COP* dla warunków projektowych, będzie odznaczała się najwyższą wartością sprawności w odniesieniu sezonowym. Zależy to bowiem od charakterystyki sprężarki. Wielkością charakteryzującą efektywność sprężarki przy uwzględnieniu pracy przy zmiennych parametrach otoczenia jest efektywność sezonowa (*SEER*), obliczana podobnie jak *COP*, która uwzględnia zmiany temperatury otoczenia, zapotrzebowanie mocy chłodniczej oraz czas pracy sprężarek w ciągu roku. Tu dopiero prawdziwe jest twierdzenie, że im wyższe *SEER* tym rozwiązanie jest bardziej efektywne, a koszty eksploatacji niższe. *SEER* bazuje na ilości kilowatogodzin przepracowanych przez sprężarkę lub zespół sprężarkowy w ciągu roku. Znakując tę wielkość, można oszacować koszty eksploatacyjne i porównać je z rozwiązaniami mniej efektywnymi. Różnice są zaskakujące. Ilustruje to poniższy przykład.

Roczne zużycie energii elektrycznej sprężarki o wydajności 38 kW dla zastosowań średnotemperaturowych (temperatura

odparowania -10°C) to średnio kwota około 28 tysięcy złotych. **Dla zespołu sprężarkowego złożonego jedynie z 3 takich sprężarek, kwota ta proporcjonalnie wzrasta do około 84 tysięcy złotych. Inwestor decydując się na zakup standardowych sprężarek tańszych o 28% (około 12.100,- złotych) w stosunku do sprężarek bardziej efektywnych, co roku zapłaci za zużytą energię elektryczną o około 13.900,- złotych więcej, niż gdyby wybrał sprężarki droższe, charakteryzujące się najlepszym współczynnikiem *SEER*.** W tym przypadku inwestycja zwraca się w niespełna rok. Dla różnych systemów w zależności od porównywanych typów sprężarek różnych producentów okres zwrotu jest różny, jednakże nie powinien przekraczać dwóch lat. Z przeprowadzonych badań wynika, że maksymalny okres zwrotu wynosi około 20 miesięcy $\pm$ 2 miesiące i jest okresem bardzo krótkim. Przez kolejne lata efektywne sprężarki umożliwiają oszczędzanie pieniędzy wytwarzając bezpieczeństwo finansowe w odniesieniu do rozwiązań mniej efektywnych. Owe bezpieczeństwo pozwala zmodernizować układ na jeszcze bardziej efektywne, dzięki technologiom, które z pewnością pojawią się za kilka lat, bez konieczności uruchamiania dodatkowych źródeł finansowania.

Chłodnictwo jak każda inna branża nieustannie się rozwija. Powstają coraz to nowsze rozwiązania i możliwości ich wykorzystania.

Do nowości technologicznych oprócz automatyki chłodniczej można zaliczyć np. sprężarki spiralne typu Scroll, które oprócz szeregu zalet takich jak niski poziom hałasu, niewielkie rozmiary i waga, czy możliwość bezawaryjnej pracy w niesprzyjających warunkach mogących okresowo wystąpić w systemie, specjalizowane są pod konkretne zastosowanie, gdzie odznaczają się wysoką efektywnością. Ze względu na efektywność czy możliwości stosowania w różnych systemach i konfiguracjach ich popularność z roku na rok w bardzo szybkim tempie rośnie. Dostępne są również sprężarki spiralne, w których zoptymalizowano wtrysk par czynnika chłodniczego do wnętrza spirali (technologia EVI), powoduje znaczny wzrost wydajności chłodniczej. Technologia EVI dostarcza najlepsze zyski energetyczne w systemach niskotemperaturowych zwiększając wydajność systemu średnio o ponad 30% w porównaniu z rozwiązaniami standardowymi oraz w instalacjach pomp ciepła, gdzie możliwy jest średni ponad 20% wzrost wydajności grzewczej oraz uzyskanie temperatury wody użytkowej równej 65°C. Wzrost wydajności przy raczej niezmiennym poborze mocy elektrycznej znakomicie podwyższa efektywność sezonową sprężarek, czyli ogranicza koszty eksploatacyjne. Wtrysk par ma także inną

ciekawą zaletę. Przy zmieniającej się temperaturze otoczenia wydajność sprężarek jest praktycznie stała, co oznacza minimalne straty energetyczne. Dostępne są również sprężarki na czynnik R410a, który ze względu na korzyści energetyczne, zyskuje coraz większą popularność, głównie w systemach klimatyzacyjnych.

Opracowano także nową metodę regulacji wydajności (Digital Scroll) stosowaną w sprężarkach spiralnych, dzięki której możliwa jest ciągła regulacja wydajności w przedziale 10-100% wydajności nominalnej bez potrzeby kosztownej rozbudowy systemu lub instalowania dodatkowych elementów zakłócających pracę innych urządzeń elektrycznych. Jest to metoda bardzo efektywna, ograniczająca zużycie energii elektrycznej nawet do 40% w stosunku do konwencjonalnych rozwiązań, która z powodzeniem znajdzie szerokie zastosowanie, głównie w systemach, gdzie potrzeba regulacji wydajności czy utrzymania temperatur na ściśle określonym poziomie to zagadnienia kluczowe.

Ogromny wkład w rozwój sprężarek oraz opracowywanie nowych technologii pozwalających tworzyć nowoczesne oraz efektywne systemy i instalacje chłodnicze ma firma *Emerson Climate Technologies* – niekwestionowany lider w sektorze sprężarek chłodniczych, klimatyzacyjnych oraz dla pomp ciepła. *Emerson*, stale opracowując efektywne rozwiązania odnosi sukcesy, gdyż sprężarki i nowe technologie stosowane są wszędzie tam, gdzie liczy się wysoka jakość i niskie koszty eksploatacji. Przytoczone powyżej nowości to tylko nieliczne rozwiązania, których wykorzystanie przynosi zyski w postaci ograniczenia do minimum wydatków na energię elektryczną i serwis urządzeń. W niniejszym artykule zasygnalizowano także możliwości i sposoby tworzenia efektywnych systemów z wykorzystaniem najnowszych technologii.

W celu upowszechnienia informacji dotyczących dostępności i możliwości zastosowań nowych urządzeń i rozwiązań technologicznych w systemach chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła oraz uświadamienia inwestorom, co wybierać, gdzie można oszczędzić pieniądze i na czym warto oszczędzać, firma Emerson prowadzi szkolenia i konsultacje w tym zakresie.

Osoby, które cenią sobie świadome i właściwe podejmowanie decyzji odnośnie wyboru optymalnego rozwiązania dla każdej planowanej nowej inwestycji, zainteresowane zagadnieniami opisanymi powyżej i chcące uzyskać szczegółowe informacje, mogą w takim szkoleniu uczestniczyć.