

---

## 5. Dobór agregatów chłodniczych część 1

Obieg chłodniczy jest realizowany poprzez przemianę fazową czynnika chłodniczego. Jego odwracalność i ciągłość zapewnia agregat sprężarkowy. Dzieje się tak dzięki wytworzeniu i utrzymaniu zadanego ciśnienia, odpowiadającego ciśnieniu odparowania czynnika chłodniczego. Ponieważ sprężarka stanowi istotny oraz względnie skomplikowany element układu chłodniczego, warto przyjrzeć się bliżej jej doborowi i charakterystyce.

W niniejszym opracowaniu ukážemy zasadnicze kryteria wyboru agregatu sprężarkowego do konkretnej instalacji chłodniczej. Po krótko zaprezentujemy wybrane urządzenia dostępne na polskim rynku. W następnym artykule rozszerzymy prezentowany katalog urządzeń o kolejnych producentów.

### Podział sprężarek chłodniczych

Istnieje wiele kryteriów według których dzielimy sprężarki. Z punktu widzenia końcowego odbiorcy najważniejsze są:

- zastosowanie czynnika chłodniczego - najczęściej w mleczarstwie stosowane są sprężarki amoniakalne oraz sprężarki na czynniki chlorowcopochodne
- budowa i zasady działania: głównie sprężarki tłokowe i śrubowe (inne rodzaje to łopatkowe, spiralne czy odśrodkowe)
- ilość stopni sprężania: przede wszystkim jedno i dwustopniowe.

Ze względów ekonomicznych najczęściej spotykamy w mleczarstwie

agregaty amoniakalne do uzyskiwania wody lodowej a także freonowe do schładzania komór chłodniczych. W zakładach małych i średniej wielkości (do około 1000 000 litrów mleka dziennego przerobu), stosuje się powszechnie sprężarki tłokowe. Przemawia za tym niższy koszt inwestycji, parametry pracy układów w mleczarstwie oraz niższe koszty napraw, wynikające po części z prostszej konstrukcji sprężarek tłokowych. Agregaty śrubowe stosuje się najczęściej w instalacjach o dużych wydajnościach i wyrównanym dobowym zapotrzebowaniu na skutek chłodniczy. Oczywiście, także w niewielkim zakładzie mleczarskim można zastosować sprężarkę śrubową, jednak jej zalety nie zostaną w pełni wykorzystane, a w razie uszkodzenia koszt remontu wielokrotnie przekracza naprawy sprężarek tłokowych.

Pominiemy tutaj szczegółowe zagadnienia związane z budową, sposobem działania i regulacji agregatów chłodniczych. Skupimy się na aspektach ekonomicznych i użytkowych urządzeń oferowanych na rynku. Zainteresowanych problematyką ściśle techniczną odsyłam do doskonałych podręczników autorstwa Wiesława Warczaka, czy też pracy zbiorowej dotyczącej amoniakalnych urządzeń chłodniczych<sup>23</sup>.

## Zastosowanie sprężarek w mleczarstwie

W większości zakładów mleczarskich procesy chłodzenia zachodzą podczas schładzania mleka, przechowywania produktów w temperaturach dodatnich oraz mrożenia (np. masła czy śmietany). W przypadku pozyskiwania tzw. wody lodowej - pozwalającej schłodzić mleko do temperatury około 4°C - 5°C wymagane jest zapewnienie znacznej wydajności chłodniczej w ciągu kilku godzin na dobę. Stosuje się więc powszechnie akumulację chłodu, na przykład w zasobnikach lodu. Składowanie produktów mleczarskich, połączone często z ich dochłodzeniem, przebiega różnie w zależności od gatunku i przewidywanego czasu składowania. Wydajności jakie musi zapewnić maszynownia chłodnicza są jednak w tym przypadku kilkakrotnie niższe, niż w przypadku wody lodowej. Inaczej dzieje się w przypadku projektowania komory mrożenia. Przy temperaturze -18°C masło można przechowywać około 8 miesięcy. Z kolei mrożenie śmietany wymaga temperatury rzędu -20°C.

Już wstępne ukazania wybranych procesów chłodniczych w mleczarni wskazuje, iż mamy do czynienia ze znacznym ich zróżnicowaniem. O ile różne wy-

---

<sup>23</sup> W. Warczak, Tłokowe sprężarki ziębnicze, Warszawa 1972, W. Warczak, Sprężarki i agregaty ziębnicze, Warszawa 1978, Amoniakalne urządzenia chłodnicze, praca zbiorowa: K. Kalinowski, A. Paliwoda, Z. Bonca, D. Butrymowicz, W. Targański, Gdańsk 2000.

dajności chłodnicze nie stanowią problemu w fazie projektowania, o tyle różne temperatury (a więc inne ciśnienia po stronie ssawnej sprężarek) komplikują kwestie projektowe. W najprostszym rozwiązaniu inne urządzenie służy do mrożenia produktów mleczarskich, inne zaś do schładzania wody lodowej i produktów w komorach składowych. Należy pamiętać, iż ze spadkiem temperatury (a więc ciśnienia parowania) w sposób znaczny spada współczynnik COP - efektywności transformacji energii elektrycznej w wydajność chłodniczą. Stąd ciśnienia parowania obniża się tylko w uzasadnionych przypadkach.

## **Którą sprężarkę wybrać?**

Podstawowe kryteria, stosowane podczas wyboru agregatów chłodniczych przez ich użytkowników to:

- niezawodność,
- dostępność części i szybkość reakcji serwisu,
- koszt inwestycyjny adekwatny do właściwości proponowanego urządzenia,
- najniższy możliwy koszt eksploatacyjny.

Widać więc, iż szczególnie ważny dla zakładu mleczarskiego jest dobór kompletnej "infrastruktury" związanej ze przemysłową sprężarką chłodniczą. Przedsiębiorstwo montażowe powinno:

- pomóc w doborze urządzenia,
- w sposób prawidłowy wykonać całą instalację chłodniczą, zapewniając właściwą pracę urządzeń,
- zapewnić serwis.

Wydaje się to istotne z powodu obecności na rynku urządzeń błędnie zaprojektowanych. Chociaż uczciwość producenta a także sprzedawców powinna wskazywać na nieudane modele, tak się jednak nie dzieje.

## **Urządzenia dostępne na rynku**

Globalizacyjne trendy w handlu pozwalają sprowadzić agregaty dowolnego producenta z całego świata. Na takie rozwiązanie mogą pozwolić sobie przedsiębiorstwa, które dają radę samodzielnie przeprowadzić ewentualne re-

monty. Wśród sprężarek, którym przyjrzymy się bliżej są te najczęściej spotykane w Polsce.

Wśród szeroko rozpowszechnionych i od lat funkcjonujących są tłokowe sprężarki budowane w WUCH PZL Dębica. Większość zakładów mleczarskich posiadała 3, 6-cio lub 10-cio tłokowe sprężarki. Liczne do dziś opierają swoją maszynownię na tych urządzeniach. Od pewnego czasu wytwórca proponuje także sprężarki śrubowe, cieszące się bardzo zróżnicowanymi opiniami użytkowników.

W 1924 roku ruszyła produkcja sprężarek tłokowych japońskiego producenta MYCOM. Pomimo, iż w Polsce nie są to agregaty bardzo popularne, dzięki wysokiej jakości firma uzyskała pozycję światowego lidera w produkcji przemysłowych sprężarek chłodniczych. Cechą charakterystyczną tłokowych sprężarek MYCOM jest system zewnętrznego smarowania łożysk pod ciśnieniem przed uruchomieniem agregatu, dzięki czemu nie pracują one praktycznie nigdy na "sucho".

Agregaty niemieckiej firmy GRASSO (przedstawicielstwo polskie Grasso Sp. z o.o. w Gdańsku) są dostępne od wielu lat na naszym rynku. Ponieważ montaż oferowany przez polskiego dealera urządzeń jest na dobrym poziomie, liczba zadowolonych użytkowników nadal rośnie. Cechą charakterystyczną sprężarek tłokowych GRASSO jest spawany korpus, pozwalający odprowadzić znaczne ilości ciepła w sposób naturalny, bez dodatkowego chłodzenia głowic cylindrów.

Liczne zakłady mleczarskie w Polsce zdecydowały się wybrać urządzenia SABROE. Polskie przedstawicielstwo to York International Chłodnictwo i Klimatyzacja Sp. z o.o. Sabroe proponuje w zakresie sprężarek tłokowych około 30 wielkości sprężarek pracujących w układzie jednostopniowym (z czego kilka jest przystosowanych do pracy na dwutlenku węgla) oraz kilka urządzeń przystosowanych do osiągnięcia niskich ciśnień w układzie dwustopniowym.

Wszyscy wymienieni zachodni producenci agregatów chłodniczych proponują układy sterowania, zabezpieczające urządzenia przed przekroczeniem parametrów prawidłowej eksploatacji.

## **MYCOM światowy lider chłodnictwa przemysłowego**

Pierwszą amoniakalną sprężarkę tłokową firma MYCOM wyprodukowała w 1924 roku. Po okresie zwiększania (obrotów, ilości cylindrów i pojemności) sprężarek w latach 50-tych nastąpił czas sprężarek śrubowych. Od tamtego czasu regularnie pojawiły się nowe modele, zmieniały projekty, zwiększała jakość, wydłużała żywotność i wzrastała wydajność. Jako światowy lider MYCOM priory-

tetowo traktuje również rozwiązania przyjazne środowisku. Doprowadziło to do wprowadzenia systemu jakości ISO 14000 oraz wypuszczenia na rynek niewielkich systemów chłodniczych. Wśród rozwiązań nowatorskich, zapewniających bezawaryjną pracę można wskazać stosowanie przez producenta:

- zewnętrznego smarowania łożysk olejem pod wysokim ciśnieniem przed uruchomieniem sprężarki, co powoduje, że łożyska nigdy nie pracują na sucho,
- nowego systemu łożyskowania zapewniającego długą pracę,
- systemu odciążania łożysk w czasie startu, co zwiększa ich żywotność,
- filtrów siatkowych, niewymiennych (czyszczenie w czasie przeglądu) zaoszczędza koszty wymiany filtrów w czasie przeglądu,
- pionowych filtrów koagulacyjnych, efektem jest brak pienienia się oleju,
- zakres obrotów silnika od 700 obr/min dla sprężarek tłokowych do 3 600 obr/min dla sprężarek śrubowych,
- korpusy sprężarek wykonane jako odlewy żeliwne umożliwiają ich remont w razie uszkodzeń mechanicznych oraz dobre tłumienie drgań.

Od niedawna MYCOM wprowadził na rynek schładzacze wody z suchym rozprężaniem, oparte na wymiennikach płytowych. Technologia ta pozwala na osiągnięcie korzystnej proporcji wydajności chłodniczej oraz COP przy minimalnej ilości amoniaku w instalacji<sup>24</sup>. Schładzacze wody oparte są na sprężarkach śrubowych. Agregaty te osiągają moc w zakresie od 275 ÷ 2368 kW przy parametrach wody chłodzonej + 12 °C / + 7 °C. Zamiast wody w układzie wody chłodzonej może być stosowany glikol lub też solanka. Wydajności schładzacza solankowego wynoszą 151 ÷ 1304 kW przy parametrach solanki – 3°C / - 8°C. Wykorzystywane płytowe wymienniki ciepła wykonane są ze stali kwasoodpornej, dzięki czemu nie reagują z przepływającym czynnikiem, co jest niezwykle istotne w przemyśle spożywczym.

Ciekawym rozwiązaniem w chillerach MYCOM jest brak skomplikowanego systemu powrotu oleju z parownika (wraca razem z gazowym czynnikiem rurociągiem ssawnym). Przy prawidłowej eksploatacji są to urządzenia niezawodne.

Opisane schładzacze wody znajdują w mleczarstwie zastosowanie głównie w układach klimatyzacyjnych. Można także wykonać system bezpośredniego schładzania wody lodowej - technologicznej. Jest to jednak nieopłacalne z

---

<sup>24</sup> Średnio około **45±60 g NH<sub>3</sub> / 1 kW** mocy chłodniczej w zależności od parametrów pracy.

---

powodu zmienności obciążenia cieplnego większości zakładów mleczarskich. Rozwiązaniem pośrednim jest wykonywanie zbiorników akumulacyjnych wody. Wyłącznym przedstawicielem na Polskę MYCOM, zajmującym się sprzedażą sprzężarek amoniakalnych jest firma SVEDAN-Polska Sp. z o.o. z siedzibą w Poznaniu. Poza dostawą urządzeń, firma zapewnia także obsługę serwisową.

## **Podsumowanie**

Polskie agregaty chłodnicze, produkowane przez WUCH "PZL" Dębica są dobrym przykładem na to, jak ważna jest właściwa eksploatacja urządzenia. W wielu zakładach pracują one do dziś od kilkadziesiąt lat. Prosta konstrukcja oraz dostępność części pozwalają wykonywać samodzielnie remonty. Zdarza się również, iż użytkownicy automatyzują pracę tychże agregatów. Przewaga nowoczesnych konstrukcji polega przede wszystkim na korzystniejszym współczynniku efektywności COP. Jednak zasady eksploatacji pozostają te same. Jeśli użytkownik przestrzega zasad prawidłowej obsługi agregatów chłodniczych (głównie przeglądy okresowe, dbanie o ilość i jakość oleju), urządzenia te mogą służyć latami w naszych maszynowniach.