



Sprężarki spiralne

Sprężarka spiralna (tzw. scroll) to inaczej sprężarka mimośrodowa. Jest ona typem sprężarki wyporowej, gdzie sprężanie wykorzystuje współpracę dwóch spirali. Jedna spirala jest nieruchoma, natomiast druga porusza się ruchem mimośrodowym. Ze względu na to, że druga spirala jest nieruchoma to też przestrzeń pomiędzy spiralami zmniejsza się od otworu ssawnego do otworu tłoczego.

Damian Żabicki

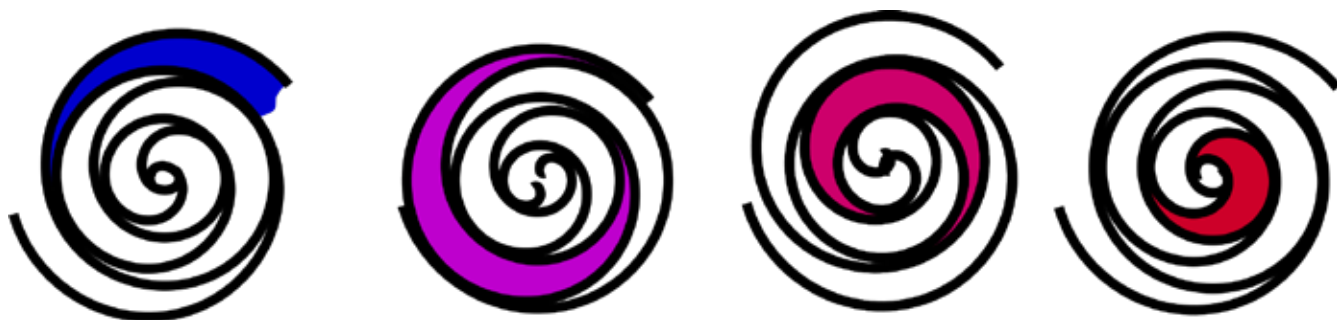
Spiralę ruchomą napędza wałek korbowy. Ma on małe wykorbienie i wykorzystuje ruch mimośrodowy w stosunku do środka spirali zamontowanej na stałe. Istotną rolę odgrywa wlot powietrza, który jest umieszczony na górze elementu sprężającego. W przypadku gdy wirująca spirala pracuje, powietrze jest zasysane i zamykane w jednej z kieszeni powietrznych, po czym przepływa do środka spirali. Tam z kolei znajduje się wylot i zawór zwrotny. Cykl sprężania trwa 2,5 obrotu, dzięki czemu przepływ powietrza jest stały i nie ma pulsacji. Warto podkreślić, że proces sprężania przebiega stosunkowo cicho. Nie powstają przy tym drgania bowiem w elementach roboczych praktycznie nie ma żadnej zmiany momentu obrotowego. A jak wiadomo takie zjawisko występuje w sprężarce tłokowej. Ponadto nie ma kontaktu powierzchni metalowych spiral sprężających oraz nie trzeba smarowania olejowego w komorze sprężania. To właśnie tym sposobem sprężanie spiralne pozwala na wytwarzanie sprężonego powietrza całkowicie pozbawionego oleju. Ponadto ze względu na to, że element sprężający jest napędzany za pomocą pasa napędowego, nie ma potrzeby stosowania skrzyni przekładniowej. W efekcie sprężarka spiralna jest całkowicie bezolejowa.

Zastosowanie

Wszystkie te właściwości powodują, że takie sprężarki znajdują zastosowanie w aplikacjach wymagających najczystsze powietrze. Wykorzystanie sprężarek spiralnych obejmuje instalacje wymagające elastycznej pracy przy oszczędności energii. W zależności od potrzeb dobiera się optymalne sterowanie sprężarką. Dzięki sterowaniu start/stop eliminowany jest pobór prądu podczas pracy maszyny w stanie odciążenia. Z kolei w bardziej wymagających aplikacjach wykorzystuje się sterowanie zmiennym przepływem, przez co wydatek powietrza jest ściśle dopasowany do jego poboru. Prędkość obrotowa jest niewielka a poziom generowanego hałasu niski zatem sprężarki spiralne bardzo często montuje się w środowisku roboczym.

Sprężarki spiralne są nieodzownym elementem urządzeń klimatyzacyjnych i chłodniczych, gdzie sprężają czynnik chłodniczy. Ponadto sprężarki spiralne są montowane w bezolejowych agregatach sprężarkowych w przemyśle medycznym, farmaceutycznym, papierniczym, elektronicznym itp.

Jako ciekawostkę warto podkreślić, że z racji małych gabarytów przy niewielkich wymaganiach serwisowych i bez konieczności przeprowadzania



Cykle pracy sprężarki spiralnej. Źródło: Wikimedia Commons – Kbentekik



Źródło: Bitzer

prac konserwacyjnych sprężarki spiralne montuje się w układach klimatyzacyjnych samochodów.

Alternatywa dla sprężarek tłokowych

Mówi się, że sprężarki typu scroll osiągają takie same parametry jak sprężarki tłokowe hermetyczne i sprężarki półhermetyczne o mniejszych wydajnościach. W kontekście wad mówi się z kolei, że w zakresie niskich temperatur odparowania nie zawsze osiągają parametry podawane w kartach katalogowych.

O przewadze sprężarek spiralnych nad tłokowymi decyduje przede wszystkim budowa, która zapewnia odporność na chwilowe skrajne warunki pracy spowodowane np. dużą różnicą ciśnień ssania i tłoczenia czy zalanie cieczą. Ważna jest również tzw. podatność osiowa pozwalająca na odciążenie części mechanicznych (łożysk i spirali) przy zbyt wysokim współczynniku ciśnienia. Bardzo często wynika on z niewłaściwej regulacji presostatu niskiego lub wysokiego ciśnienia. Przyczyną takiego zjawiska może być również zabrudzony zawór rozprężny. Podczas podatności osiowej dochodzi do odciążenia spirali, dzięki czemu odbywa się wewnętrzne, częściowe przejście sprężonego gazu na niskie ciśnienie. Z kolei w drugim kroku odciążane jest uszczelnienie pływające. Te z kolei ustawia się w pozycję bliską do stanu zatrzymania sprężarki. W efekcie dochodzi do całkowitego obejścia gazu. W momencie gdy współczynnik ciśnienia nie przekracza 20 to następuje powrót części mechanicznej do trybu normalnej pracy.

Warto również mieć na uwadze podatność promieniową, dzięki której można dopasować ruchomą spiralę do spirali nieruchomej w czasie normalnego trybu pracy. Jeżeli dojdzie do krótkotrwałego zalania cieczą to jest możliwe rozłączenie ruchomej spirali z nieruchomą w efekcie przesunięcia w poziomie. Tym sposobem sprężarka nie ulegnie zniszczeniu. Wszystkie te właściwości powodują, że sprężarki typu scroll są odporne na krótkotrwałą pracę w skrajnych warunkach instalacji, co jednak nie jest równoznaczne z niezniszczalnością.

O przewadze sprężarek scroll nad tłokowymi decyduje również brak zaworów ssących i tłocznych oraz niewielkie wymiary. Sprężarka spiralna zajmuje około 30% powierzchni przewidzianej dla sprężarki tłokowej tej samej mocy i jest przy tym prawie czterokrotnie lżejsza. Zwraca się uwagę, że wydajność objętościowa sprężarki scroll jest bliska 1. Ponadto przez silnik przepływa tylko część gazu, zatem spadek ciśnienia powstały we wnętrzu urządzenia jest mniejszy a na pobór energii przez sprężarkę spiralną wpływa temperatura odparowania. Warto wspomnieć o tym, że zasysane gazy nie są przegrzewane zanim trafią do komór sprężających. Uwzględniając wydajność objętościową wydajność chłodnicza sprężarek spiralnych przekracza wydajność sprężarek tłokowych.

Przykłady rynkowe

Sprężarki serii C-SB firmy Sanyo są wykonane w wymiarze średnicy płaszcza 176,4 mm jednej dla wszystkich wysokości (451,4 mm). Średnice przyłączy – króciec ssawny 7/8" (22,22 mm), króciec tłoczny 1/2" (12,7 mm). Króciec tłoczny jest umieszczony w górnej



Źródło: Danfoss



czaszy obudowy, natomiast króciec ssawny w strefie górnej części silnika napędowego. Wszystkie łożyska ślizgowe są wykonane z odpowiedniego stopu brązu i impregnowane teflonem, co minimalizuje tarcie przy jednoczesnej odporności na wysokie temperatury i zapewnieniu właściwego smarowania. Uszczelnienia czołowe spiral z żywicy PPS poprawiają efektywność wolumetryczną sprężarek. Sprężarki wyposażono w cichy zawór zwrotny w części tłocznej, obniżający znacznie głośność sprężarki. Przeciwwagi umieszczone na wale napędowym zapewniają właściwy rozkład sił masowych, co gwarantuje stabilną pracę bez wibracji.

Z kolei specjalne sprężarki takie jak np. Copeland Scroll zaprojektowano z myślą o pracy w takich instalacjach jak schładzarki mleka, monobloki/splity chłodnicze, agregaty skraplające, szafy wystawowe, maszyny do wytwarzania lodu, regały chłodnicze lub dystrybucyjne systemy chłodnicze dla gastronomii (restauracje, bary, catering, zakłady przetwórcze) oraz w małych i średnich placówkach handlowych (sklepy spożywcze, dyskonty, supermarkety itp.).

Z kolei firma Atlas Copco oferuje sprężarki spiralne serii SF o mocy od 1 do 22 kW przy ciśnieniu roboczym 8–10 bar. Urządzenia mają standardowy sterownik pneumatyczny, natomiast seria SF+ obsługuje układ Elektronikon. Sterownik ten można dostosować do indywidualnych potrzeb dzięki obsłudze dodatkowych czujników, cyfrowych przełączników, magistrali przesyłu danych, Internetu oraz komunikacji SMS. Pracę całego zespołu sprężarek w jednym pomieszczeniu optymalizuje sterownik kilku sprężarek ES.

Z oferty firmy Atlas Copco wybrać można również sprężarkę SF Multi łączącą kilka modułów spiralnych SF w jednej obudowie i z jednym sterowaniem. Wydajność urządzenia wynosi 1380 l/min przy ciśnieniu 10 bar. Moc silnika zasilanego trójfazowo to 15 kW.



Źródło: Atlas Copco



Źródło: Wikipedia/Yamior

Poziom hałasu wynosi 63 dB. Kompresor ma wymiary 1628x750x1450 mm i waży 580 kg. Opcjonalnie nabyć można wersję FF Full Feature z wbudowanym osuszaczem ziębniczym z CPR. +3°C oraz pływakowy, elektroniczny spust kondensatu.

Firma Danfoss oferuje sprężarki spiralne SM, SY do pracy równoległej w zespołach podwójnych, potrójnych i poczwórnych w małych oraz standardowych komercyjnych aplikacjach klimatyzacyjnych.

Sprężarki spiralne w przemyśle spożywczym

W przemyśle spożywczym sprężone powietrze jest wykorzystywane do sterowania zaworami i siłownikami w automatycznych liniach pracujących przy wypełnianiu, pakowaniu i butelkowaniu. Sprężone powietrze w przemyśle jest potrzebne przy transporcie sproszkowanego mleka lub kakao w rurach. Takie medium służy do czyszczenia butelek, opakowań i form przed napełnieniem. W niektórych procesach produkcyjnych sprężone powietrze wdmuchuje się do płynu celem zwiększenia zawartości tlenu – np. przy natlenianiu wody w dolnych warstwach i/lub utlenienia osadów. Oprócz tego medium może być dostarczane bakteriom na potrzeby fermentacji podczas wytwarzania niektórych artykułów spożywczych – wina, jogurty, kwas cytrynowy, itp. Z kolei w procesie separacji sprężone powietrze jest rozdzielane na tlen i azot. Azot jest wykorzystywany przy konserwacji żywności w puszkach. Oprócz efektu pracy sprężarek spiralnych znajduje zastosowanie przy chłodzeniu wypiekanych wyrobów po wyciągnięciu ich z piekarnika. Warto podkreślić, że wszystkie te procesy wymagają sprężonego powietrza bez oleju.

Podsumowanie

W praktyce sprężarki spiralne uznaje się za alternatywę dla sprężarek tłokowych i taka zamiana jest możliwa po spełnieniu odpowiednich wymagań instalacyjnych. Przewaga sprężarek spiralnych nad tłokowymi to niski poziom hałasu, większa trwałość modułu sprężającego oraz niższa temperatura wylotowa sprężonego powietrza. Sprężarki typu scroll nie wymagają konserwacji a ich serwis jest łatwy. Ponadto mogą pracować w trybie ciągłym. Stąd też zastosowanie oprócz urządzeń klimatyzacyjnych i chłodniczych obejmuje stomatologię, medycynę, laboratoria, lakiernictwo itp. ■