S.n.

Termodynamika w.3

**Sprężarki**

**Zakres:**

1. **Podstawowe definicje**
2. **Przykładowy podział sprężarek**
3. **Budowa i zasada działania jednostopniowej objętościowej sprężarki tłokowej**
4. **Sprężarka od strony uzysków**
5. **Sprężarka od strony nakładów energii**
6. **Sprężarki rotodynamiczne**

**1.Sprężarki** to maszyny energetyczne w których obrabianym medium jest gaz. Celem sprężania jest: zwiększenie ciśnienia gazu, jego gęstości, zwiększenie temperatury gazu, jego magazynowanie.

Wielkości opisujące sprężarkę:

- rodzaj sprężanego gazu

- temperatura i ciśnienie ssania w przewodzie dolotowym ( w skrócie : na dolocie)

- temperatura i ciśnienie tłoczenia w przewodzie wylotowym( w skrócie na wylocie)

- wydajność sprężania , czyli ilość czynnika (gazu) obrobionego w jednostce czasu, która jest opisana przeważnie przy pomocy strumienia masy lub strumienia objętości umownej w tzw. warunkach normalnych

- moc napędowa przekazywana na wale korbowym [kW], która jest niezbędna do sprężenia danej ilości gazu

- prędkość obrotowa na wale korbowym

- stopień sprężania

- charakterystyczne wielkości konstrukcyjne, średnica cylindra, skok, objętość skokowa, ciepło chłodzenia

**2.Przykładowy podział sprężarek**

Sprężarki można dzielić na różne sposoby, biorąc pod uwagę ich budowę, przeznaczenie, osiągane parametry typu ciśnienie, gęstość gazu itp. w przewodzie wylotowym, zasadę działania i tak dalej. Poniżej przedstawiam przykładowe podziały tych urządzeń, pamiętając że może to pomóc w katalogowaniu tych urządzeń zarówno przy sprzedaży i kupnie jak i ich doborze dla konkretnego przeznaczenia.

1. Ze względu na stopień sprężania:

Wentylatory

Dmuchawy

Sprężarki

Pompy próżniowe

1. Ze względu na wysokie ciśnienia tłoczenia w przewodzie tłocznym

Sprężarki niskiego sprężu

Sprężarki średniego sprężu

Sprężarki wysokiego sprężu

1. Ze względu na rodzaj czynnika obrabianego

Sprężarki powietrza

Sprężarki czynników chłodniczych

Sprężarki tlenu

Sprężarki paliw gazowych

Sprężarki substancji trujących

1. Ze względu na zasadę działania

Podział na **sprężarki dynamiczne** (strumienice oraz rotodynamiczne, które dalej dzielą się na promieniowe, osiowe i diagonalne) **oraz objętościowe** (rotacyjne oraz tłokowe o ruchu posuwisto-zwrotnym)

**3.Budowa i zasada działania jednostopniowej objętościowej sprężarki tłokowej**

Jedna z prostszych sprężarek pod względem budowy oraz opisu analitycznego jest sprężarka tłokowa. Jest to sprężarka wykorzystująca układ cylinder-tłok, należąca do tzw. sprężarek objętościowych. Wzrost ciśnienia powodowany jest ruchem posuwisto-zwrotnym tłoka, poruszającego się w cylindrze.



„Rys.1”[1] Wygląd sprężarki objętościowej z zewnątrz

Każda sprężarka objętościowa składa się z cylindra, tłoka , zaworów zwrotnych i mechanizmu napędzającego wraz z kołem zamachowym.

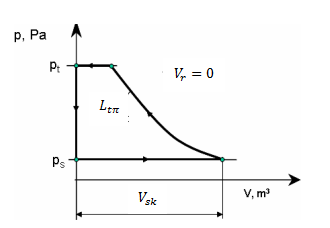
Konstrukcyjnie w każdej sprężarce występuje tzw. przestrzeń szkodliwa , która jest przestrzenią „zarezerwowaną” w celu bezpiecznego schowania zaworów zwrotnych ewentualnie innych czujników. Ponadto są dwa punkty zwrotne na cylindrze tzw. Górne Martwe Położenie ( GMP) i dolne Martwe Położenie (DMP). Odległość m pomiędzy GMP i DMP określa długość skoku. Powierzchnia czołowa tłoka przesuwa się właśnie pomiędzy GMP i DMP. Jeśli tę długość skoku pomnożymy przez pole przekroju tłoka , to otrzymamy tzw. Objętość skokową . Objętość całkowita to suma objętości skokowej i objętości szkodliwej.

Cykl zaczyna się w GMP. Tłok przesuwa się w prawo zasysając powietrze, ale najpierw rozpręża się pewna ilość gazu znajdująca się w przestrzeni szkodliwej- przemiany 3-4 i 4-1 (izobara). Tłok dochodzi do DMP i zaczyna poruszać się w przeciwna stronę, sprężając gaz

1-2 i wypychając gaz do przewodu tłocznego 2-3 ( izobara). Tłok dochodzi do GMP i cykl się powtarza. Rys. 3.

Uwaga!

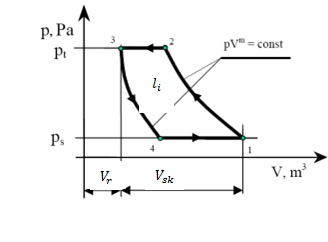
**Sprężarka jest urządzeniem lewobieżnym działającym cyklicznie w sposób powtarzalny.**



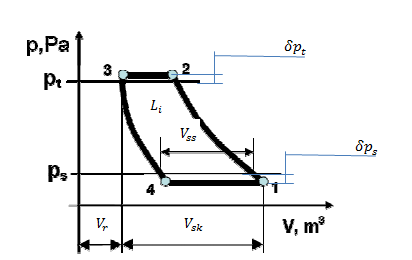
„Rys.2”[2] Wykres p-V dla sprężarki idealnej . Charakterystyczny jest brak przestrzeni szkodliwej , brak nadwyżki ciśnienia w stosunku do ciśnienia w przewodzie ssawnym (krótko: opory ssania) i oporu tłoczenia oraz tzw. spadki ciśnienia w postaci „grzybków” obserwowane na zaworach. Przemiana opisująca sprężanie czynnika ma charakter przemiany politropowej Przemiany najczęściej wykorzystywane do obrazowania procesu sprężania, to przemiana izentropowa , która charakteryzuje sprężarkę działającą na sposób adiabatyczny (bez wymiany ciepła z otoczeniem) lub na sposób izotermiczny , oznaczający sprężarkę chłodzoną w sposób doskonały. – objętość skokowa, - ciśnienie tłoczenia w przewodzie tłocznym, - ciśnienie ssania w przewodzie ssawnym.

Pole pod wykresem Rys.2 może być obliczone jako praca techniczna przemiany realizowanej w trakcie sprężania czynnika. Jest to tzw. praca napędowa w jednym cyklu pracy sprężarki idealnej. Jeśli pracę napędową sprężarki w jednym cyklu (praca techniczna) pomnożymy przez ilość cykli na sekundę , to otrzymamy moc napędową takiego urządzenia.

Na rys.3 przedstawiono obieg sprężarki pół-idealnej z uwzględnieniem przestrzeni szkodliwej. Praca wewnątrz zamkniętej linii przemian cyklu, jest pracą obiegu bez uwzględnienia spadków ciśnień w przewodach i na zaworach sprężarki. Nazywamy ją jednostkową (właściwą) pracą indykowaną sprężarki pół-idealnej , dla jednego cyklu

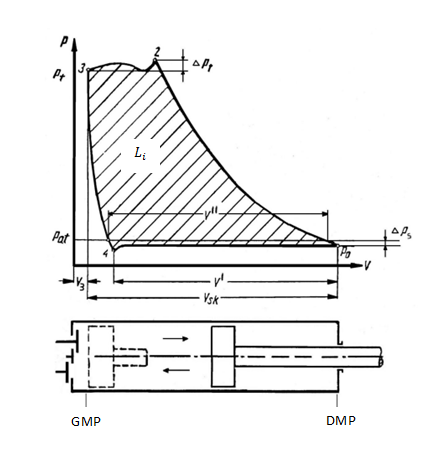


„Rys.3”[2] Wykres p-V sprężarki pół-idealnej. Charakterystyczny jest obecność przestrzeni szkodliwej, w której zachodzi rozprężanie się gazu pozostającego w sprężarce w tej przestrzeni, po zamknięciu zaworów zwrotnych w przewodzie ssawnym. Obie przemiany opisujące sprężanie i rozprężanie są politropami i zakłada się , że są tego samego rodzaju.



„Rys.3” [2] Wykres p-V sprężarki rzeczywistej bez uwzględnienia spadków na zaworach . Charakterystyczna jest obecność spadków ciśnienia w przewodzie ssawnym i tłocznym. I tak ciśnienie w przewodzie tłocznym , musi być nieco niższe niż ciśnienie tłoczenia gdyż w innym wypadku cylinder nie zostałby opróżniony ze sprężonego poprzednio. Natomiast w przewodzie ssawnym jest odwrotnie. Ciśnienie jest wyższe niż to rejestrowane w samej sprężarce. W innym wypadku czynnik nie wpłynąłby do sprężarki. Przemiana 1-2 jest przemianą sprężania gazu przez tłok. Przemiana 3-4 jest przemianą rozprężania się gazu pozostałego w przestrzeni szkodliwej . Przemiany 2-3 oraz 4-1 są izobarami odpowiednio w trakcie zatłaczania gazu do przewodu tłocznego i zasysania gazu z przewodu ssawnego , po otwarciu się odpowiednio zaworów w przewodzie tłocznym i ssawnym. – objętość rzeczywiście zassana w jednym cyklu.

Na rysunku poniżej jest wykres p-V sprężarki rzeczywistej



DMP

„Rys.4”[3] Wykres indykatorowy sprężarki rzeczywistej. Wykres indykatorowy tworzony jest przy pomocy urządzenia tzw. Indykatora , zbudowanego przez Jamesa Watta w 18 wieku. Indykator rejestruje ciśnienie i odpowiadającą mu odległość od czoła sprężarki. Ciekawostką jest, ze budowa indykatora praktycznie nie zmieniła się po dziś dzień.

Wykres indykatorowy jest skomplikowany i potrzebne są uproszczenia, polegające na „ prostowaniu” i jak najlepszym przypasowaniu linii przemian. Pole pod wykresem jest pracą indykowaną dla sprężarki rzeczywistej. Aby dokładnie je określić, należałoby odczytać wartości zliczając kratki pola z wykresu sporządzonego na papierze milimetrowym lub w inny sposób. Wykres indykatorowy nie uwzględnia strat na częściach mechanicznych sprężarki

**Myśląc o opisie matematycznym sprężarki, musimy uwzględnić zarówno to co uzyskamy dzięki wykonaniu przez sprężarkę określonego cyklu przemian, jak również ile energii musimy weń włożyć na omawiany cykl przemian.**

**4.Sprężarka od strony uzysków**

Mamy na uwadze jej wydajność.

Obecność przestrzenia szkodliwej oraz oporów ssania i tłoczenia , jak również tarcie tłoka po wewnętrznej powierzchni cylindra będące przyczyną różnicy temperatury pomiędzy gazem wewnątrz cylindra oraz na zewnątrz go, jest przyczyną zmniejszenia sprawności sprężarki, a tym samym obniża jej wydajność.

W opisie sprężarki od strony uzysków posługujemy się następującymi wielkościami:

**Sprawność wolumetryczna**  jest stosunkiem objętości rzeczywiście zassanej w jednym cyklu , do objętości skokowej :

Względna objętość szkodliwa jest stosunkiem objętości szkodliwej do objętości skokowej , czyli

**Sprawność termiczna lub względne oddziaływanie ścianek**  jest to stosunek gęstości gazu rzeczywiście zassanego w jednym cyklu do gęstości gazu w przewodzie ssawnym , co po wykorzystaniu równania Clapeyrona jest stosunkiem temperatury w przewodzie ssawnym do temperatury wewnętrznej cylindra, równej temperaturze porcji gazu wewnątrz cylindra , ocieplonej w procesie tarcia układu cylinder - tłok.

- ilość cykli na sekundę ( ilość cykli w jednostce czasu).

Najbardziej użyteczna informacją w przemyśle, jest wydajność sprężarki. Najwygodniej posłużyć się strumieniem masy. Dla sprężarki rzeczywistej mamy

patrz Tab.1

Porównanie sprężarki idealnej i rzeczywistej pod kątem jej wydajności Tab.1

W tabeli po lewej stronie są wielkości charakteryzujące sprężarkę idealną z uwzględnieniem jej wydajności , a po prawej stronie – sprężarkę rzeczywistą z uwzględnieniem sprawności wolumetrycznej i termicznej. nazywana jest względną przestrzenią szkodliwą .

– gęstość gazu w przewodzie ssawnym, – gęstość gazu w cylindrze, którego temperatura jest podwyższona w wyniku tarcia cylindra o ścianki cylindra. ilość pełnych cykli na sekundę pracy ciągłej.

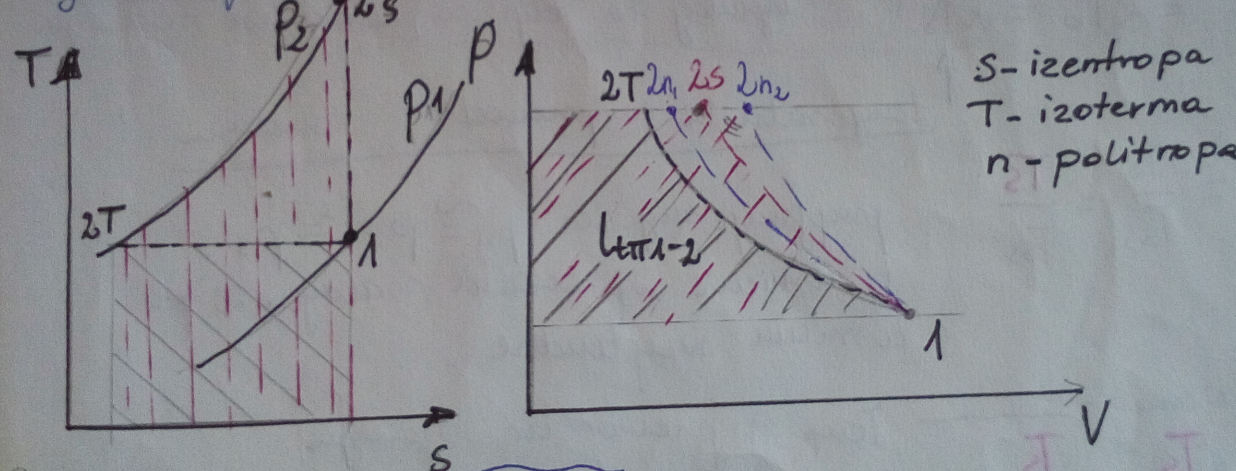
Tab.1

|  |  |
| --- | --- |
| Sprężarka idealna | Sprężarka rzeczywista |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| na 1 cykl | na 1 cykl |
|  |  |
| pr. ciągła | pr. ciągła |

**5.Sprężarka od strony nakładów energii**

Jednostkowa praca napędowa sprężarki idealnej ( dla 1 kg gazu obrabianego) jest równa jednostkowej pracy technicznej przemiany opisującej fazę sprężania , rys. 2. W wyniku sprężania gazu powstanie ciepło , które należy odprowadzić na zewnątrz:

Ogólnie dla politropy od stanu 1 do stanu 2, jednostkowa praca napędowa dla sprężarki idealnej:



Rys. 5 Wpływ realizowanej przemiany na pracę cyklu sprężarki idealnej . T-przemiana izotermiczna , s- przemiana izentropowa, - przemiana politropowa

Natomiast jednostkowe ciepło odprowadzone podczas procesu sprężania :

Analogicznie dla sprężarki izotermicznej:

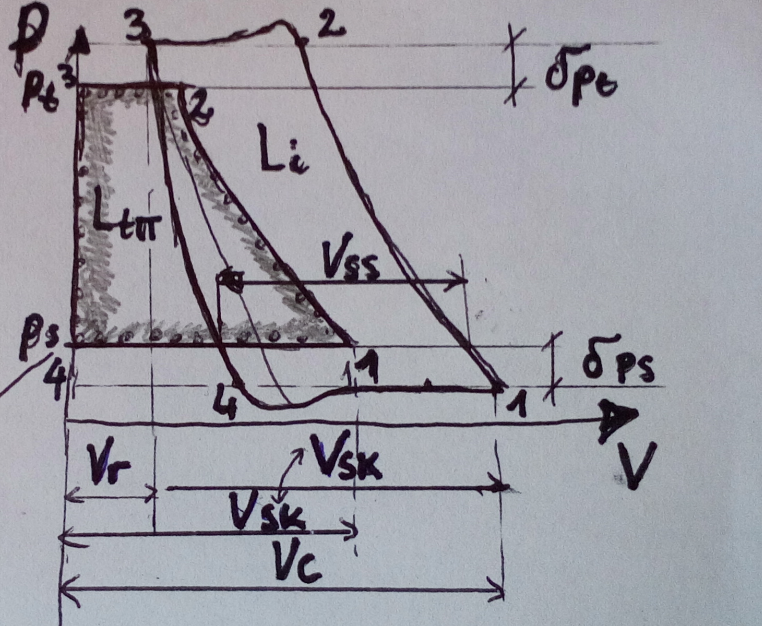
oraz

W przypadku sprężarki rzeczywistej , praca napędowa jest większa . Rozróżniamy :

Jednostkową pracę napędową indykowaną: , gdzie nazywana jest sprawnością indykowaną .

Oraz tzw. jednostkową rzeczywistą (efektywną) pracę napędową sprężarki gdzie nazywana jest sprawnością mechaniczna .

Rzeczywista moc napędowa ( efektywna moc napędowa):



Rys.6 Porównanie pracy w jednym cyklu dla sprężarki idealnej (dla m kg czynnika roboczego) w jednym cyklu realizującej przemianę typu oraz pracy indykowanej sprężarki rzeczywistej. W jednym cyklu. Strumień pracy technicznej oznacza moc sprężarki idealnej. Strumień pracy indykowanej oznacza moc indykowana sprężarki rzeczywistej. Związek pomiędzy przykładowo jednostkową (właściwa) pracą indykowaną w jednym cyklu oraz pracą indykowaną w jednym cyklu jest następujący :

Przy takim podejściu „ilość cykli” uwzględniona jest w jednostce „strumień masy czynnika roboczego” patrz Tab. 1

Lub:  
 .

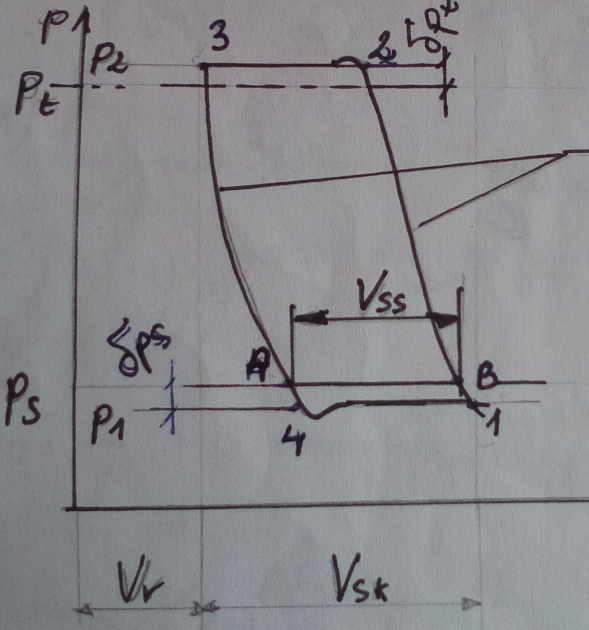
wtedy – jest pracą indykowaną dla m-kg czynnika masy w jednym cyklu, - ilość cykli w jednostce czasu ( na 1 s).

W literaturze podaje się obie metody obliczania . Jedyna dobra rada – wybrać sposób , który najbardziej odpowiada czytelnikowi w konkretnej sytuacji.

**Przykładowe zadanie**

W jednostopniowej sprężarce tłokowej zachodzi politropowy proces sprężania . Dane jest ciśnienie w cylindrze w trakcie zasysania gazu , ciśnienie w przewodzie ssawnym , ciśnienie w przewodzie tłocznym , ciśnienie w cylindrze w trakcie tłoczenia . Wykładnik politropy wynosi n. Współczynnik względnej objętości szkodliwej

Podaj sprawność wolumetryczną takiej sprężarki.



Rys.7

Dane :

,

Zatem:

Ale jest to przecież przestrzeń szkodliwa oraz z rysunku :

Tym samym dla sprężarki politropowej:

Pierwsze co , to jeśli chodzi o wykładnik politropy wartość n=0 dla izobary , jest wykluczona z dziedziny rozwiązania. Pozostałe wykładniki są dowolne. Zatem:

Dla sprężarki adiabatycznej - izentropowej: n=k

Dla sprężarki izotermicznej n=1:

Dla sprężarki izochorycznej n=

**Zadanie**

Porównać sprawność wolumetryczną sprężarki izotermicznej i izentropowej. Dla uproszczenia przyjąć, że

Zadanie

Pokazać graficznie jak zmienia się sprawność wolumetryczna sprężarki politropowej wraz z wykładnikiem n, pokazać na wykresie w jakim zakresie sprawności mieszczą się sprężarki realizujące tzw. przemiany charakterystyczne. Dla uproszczenia przyjąć . Wyjaśnij obserwacje.

, gdzie ,

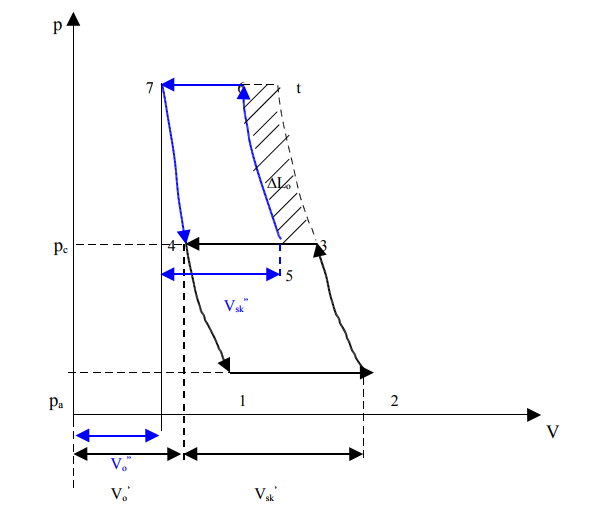
Przyjmijmy jednostkowe ciśnienie w cylindrze , oraz ułamkowa różnicę ciśnień pomiędzy ciśnieniem w cylindrze i w przewodzie ssawnym

Odp.

Rys.8 Wyżej przedstawione sprężarki są sprężarkami jednostopniowymi , stosunkowo prostymi w opisie matematycznym.

W celu uzyskania wyższego stopnia sprężania stosuje się sprężarki wielostopniowe o stopniu sprężenia . Stosuje się wtedy sprężanie nieizotermiczne z tzw. chłodzeniem międzystopniowym. Dzięki chłodzeniu spada temperatura cylindra i głowicy w tym części ruchomych w tym zaworów, co wydłuża żywotność urządzenia. Wraz z spadkiem temperatury rośnie także sprawność indykowana i maleje moc napędowa.

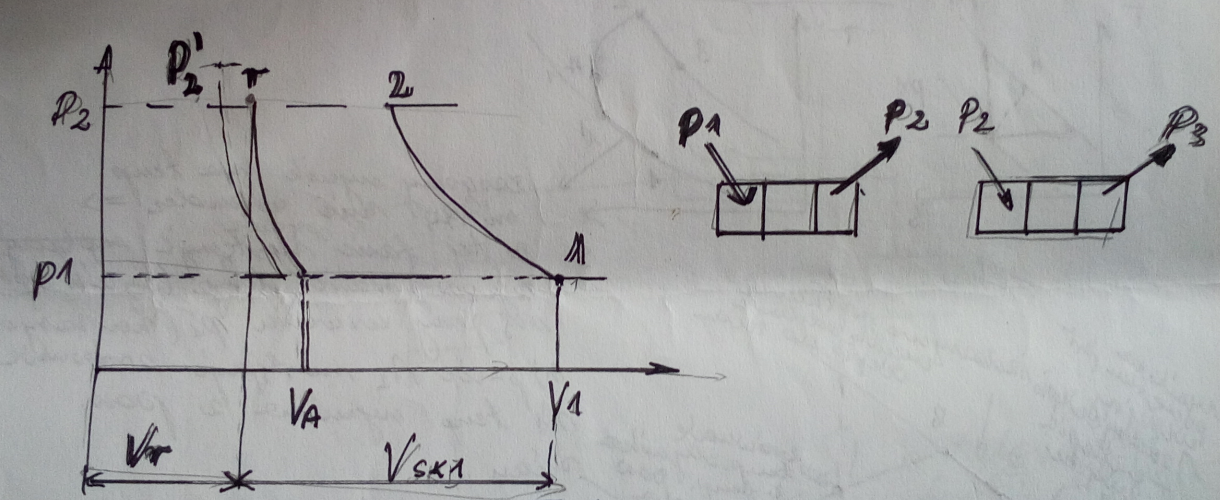
„Rozpatrzymy sprężanie dwustopniowe. Gaz sprężony w pierwszym stopniu do określonego ciśnienia pośredniego pc przechodzi przez chłodnicę międzystopniową, w której ochładza się do temperatury – teoretycznie początkowej Ta. Następnie zostaje ten gaz sprężony w drugim stopniu (rys.) przy czym Ta ≈ Tc

”Rys. 9” Pierwszy stopień 1 – 2 – 3 – 4 - 1 , drugi stopień 4 – 5 – 6 – 7 – 4 Objętość gazu z pierwszego stopnia (V3–V4) wskutek schłodzenia zmniejsza się do wielkości (V5 – V4). Punkt 5 leży teoretycznie na izotermie przeprowadzonej przez punkt 2. Gdyby sprężać ten gaz od razu w jednym stopniu do pt, to musiałaby ta sprężarka mieć bardzo małą przestrzeń szkodliwą Vo, co konstrukcyjnie trudno jest zrealizować. Pole zakreskowane 3-t-6-5-3 odpowiada oszczędności mocy napędowej uzyskanej wskutek zastosowania dwustopniowego sprężania.

W sprężarce dwustopniowej gdy temperatura gazu przepływającego przez chłodnicę międzystopniową osiąga początkową T5 = T2 i gdy jest ona dobrze zaprojektowana , to T6 = T3.”[4]

**Zadanie do przeanalizowania**

Wydajność sprężarki dwustopniowej reguluje się poprzez zmianę objętości szkodliwej cylindra niskoprężnego. Sprężarka spręża izotermicznie powietrze od ciśnienia do . Ciśnienie międzystopniowe ma wartość . Względna przestrzeń szkodliwa w pierwszym stopniu – niskoprężnym jest , a w drugim . Oblicz jaka powinna być przestrzeń szkodliwa w stopniu niskoprężnym , aby wydajność sprężarki zmniejszyła się o 10 %. Straty ciśnienia przy przepływie można pominąć.



Rys.10

Ilość powietrza zassanego na pierwszym stopniu sprężarki :

a gęstość gazu z R-a Clapeyrona ( sprężarka izotermiczna)

izoterma oraz

Dla pierwszego stopnia mamy:

Analogicznie ułożymy wzór dla zmiennej względnej przestrzeni szkodliwej **.** Zmiana  **wpływa na ciśnienie międzystopniowe, a tym samym na ilość zassanego czynnika.**

Ciśnienie międzystopniowe zmieniło się . Pokażemy teraz ilość zassanego czynnika w drugim stopniu przed zmianą i po zmianie:

Po zmianie :

Zatem :

ale

Oraz :

1. **Sprężarki rotodynamiczne**

Sprężarki rotodynamiczne to głównie

a/ sprężarki odśrodkowe ( w trakcie sprężania gaz przepływa w kierunku promieniowym)

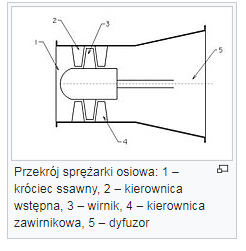
b/ osiowe ( w trakcie sprężania gaz przepływa równolegle do osi wirnika)

W sprężarkach odśrodkowych wzrost ciśnienia odbywa się głownie pod wpływem siły odśrodkowej bezwładności . W sprężarkach osiowych , ruch łopatek wirnika powoduje zwiększenie prędkości gazu, a odpowiednie ukształtowanie kanałów przepływowych powoduje zmniejszenie prędkości i zwiększenie ciśnienia.

„**Sprężarka osiowa** – [sprężarka właściwa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka_w%C5%82a%C5%9Bciwa) [przepływowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka_przep%C5%82ywowa), w której przepływ gazu jest osiowy (składowa promieniowa prędkości jest pomijalnie mała).

Rysunek pokazuje schemat typowej sprężarki osiowej jednostopniowej. Gaz wpływając przez [króciec](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3ciec) ssawny (1) napotyka [kierownicę](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kierownica_maszyny_przep%C5%82ywowej) wstępną (2), której zadaniem jest wstępne zawirowanie gazu lub likwidacja szkodliwego zawirowania powstałego w króćcu ssawnym. Łopatkowy [wirnik](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wirnik) (3) przyspiesza gaz, który po jego opuszczeniu napotyka kierownicę zawirnikową (4), w której korygowany jest kierunek przepływu gazu oraz [energia kinetyczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_kinetyczna) częściowa zamieniana na [energię potencjalną](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_potencjalna). Gaz opuszcza sprężarkę przez [dyfuzor](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dyfuzor) (5), w którym następuje dalsza zamiana [energii kinetycznej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_kinetyczna) w [potencjalną](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_potencjalna). Większość rozwiązań pozbawiona jest kierownicy wstępnej. Również nie zawsze stosowany jest dyfuzor wylotowy.

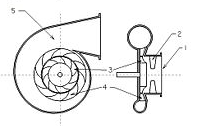
Sprężarki osiowe charakteryzują się wysoką [sprawnością](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sprawno%C5%9B%C4%87), gdy pracują przy [parametrach nominalnych](https://pl.wikipedia.org/wiki/Parametry_nominalne). Zdolne są osiągnąć wysokie [natężenie przepływu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Nat%C4%99%C5%BCenie_przep%C5%82ywu) przy stosunkowo małych wymiarach poprzecznych. Wadą takich sprężarek jest stosunkowo niski [spręż](https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BC)

”

„Rys. 11”[5]

Przykładem sprężarki odśrodkowej jest sprężarka promieniowa:” **Sprężarka promieniowa** – [sprężarka właściwa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka) [przepływowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka_przep%C5%82ywowa), w której przepływ gazu przez wirnik jest promieniowy.

Rysunek pokazuje schemat typowej sprężarki promieniowej. Gaz wpływając przez [króciec](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%B3ciec) ssawny (1) napotyka [kierownicę](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kierownica_maszyny_przep%C5%82ywowej) wstępną (2), której zadaniem jest wstępne zawirowanie gazu. Łopatkowy [wirnik](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wirnik) (3) przyspiesza gaz, który po jego opuszczeniu napotyka [kierownicę](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kierownica_maszyny_przep%C5%82ywowej) zawirnikową (4), w której korygowany jest kierunek przepływu gazu oraz [energia kinetyczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_kinetyczna) częściowa zamieniana na [energię potencjalną](https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_potencjalna). Gaz opuszcza sprężarkę przez spiralny [dyfuzor](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dyfuzor) (5).

”

„Rys. 12”[6]

Sprężarki ośrodkowe stosuje się wszędzie tam , gdzie potrzebne są duże wydajności oraz niezbyt duże stopnie sprężania , sprężarki osiowe mają jeszcze niższy spręż. Jeśli sprężarka tego typu musiałaby mieć większy stopień sprężania , należałoby zastosować dużą ilość stopni. Wtedy takie urządzenie byłoby nieopłacalnie drogie w budowie. Sprawność sprężarek wzrasta wraz z ich wydajnością. Przy małych wydajnościach uwidaczniają się nieszczelności np. konieczność istnienia szczelin pomiędzy kadłubem i łopatkami.

**Literatura**

[1]https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka\_t%C5%82okowa#/media/File:Air\_compressor.jpg

[2] <http://www.pojazdy.pwr.wroc.pl/filez/20120928214121_cw3.pdf>

[3]<http://www.kseiuos.agh.edu.pl/dla_studentow/maszyny_przeplywowe/Maszyny_przeplywowe_badanie_sprezarki_tlokowej.pdf>

[4]<file:///C:/Users/Ewa%20Peli%C5%84ska-Olko/Downloads/wyklad_7pdf%20(4).pdf>

[5] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka_osiowa>

[6] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Spr%C4%99%C5%BCarka_promieniowa>

**1 Zadanie ze sprężarek**

Wydajność sprężarki wynosi 300 m3/h, jej spręż. Jest równy 9 a parametry

p1 = 0,1MPa ; T1 = 293K.

Obliczyć o ile podgrzeje się woda chłodząca, jeżeli strumień masowy jej przepływu

Wynosi 0,15kg/s. n = 1,25

Dane: Szukane : **ΔTw = ?**

V = 300 m3/h

P1 = 0,1 MPa

T1 =293K

Mw = 0,15kg/s

n = 1,25

Rozwiązanie :

Q = n \* Mcv \* (T2-T1) = Mw \* 4,19 \* **ΔTw**

n = = = 3,42 \* 10-3

Mcv = 8,315 \* = 20,79

P1(1-n) \* T1n = T2n \* p2(1-n)

T2 =\* T1 = \* 293

T2 = 454,7K

**ΔTw = = 11K**

**2 Zadanie ze sprężarek**

Idealna sprężarka tłokowa zasysa 1200 powietrza o parametrach

p1 = 0,985 bar ; t1 = 12 °C

Temperatura powietrza opuszczającego sprężarkę wynosi 120 °C.

Woda chłodząca cylindry w ilości 0,45 ogrzewa się od temperatury 10°C do 25°C.

Ile wynosi moc napędowa sprężarki ?

Dane : V1 = 1200 Szukane : N = ? [kW]

k = 1,4

p1 = 0,985 \* 105 Pa

T1 = 285K

T2 = 393K

Mw = 0,45

ΔTw = 15 K

Rozwiązanie

N = \* p1V1 \* = \* p1V1 \*

=

n = = = 0,0135

Mcv = \* MR = \* 8315 = 20,8

= = = 0,93

= 0,93

K + 0,93 = 0,93n + n 🡪 1,40 + 0,93 = 1,93n

n = 1,2073

Moc sprężarki :

N = \* p1V1 \* = \* 0,985 \*\* \* = 53,548 kW

**3 Zadanie ze sprężarek**

Sprężarka idealna (czyli taka, która pracuje bez przestrzeni szkodliwej)

Zasysa powietrze w ilości V = 0,03 m3/s o ciśnieniu

P2 = 0,8 MN/m2. Oblicz :

- teoretyczną moc silnika sprężarki

- ilość wody chłodzącej cylindry, jeżeli przyrost temperatury ΔTw = 15deg

Przeprowadź obliczenia dla sprężania izotermicznego, adiabatycznego, politropowego

Przy z = 1,2

**SPRĘŻANIE IZOTERMICZNE**

- lsp = RT1 \* ln

RT1 = p1V1 oraz Lsp = m \* lsp , więc

N1 = Lsp1 = m \* p1V1 \* ln = p1V1 \*  2,303 lg , więc

N1 = 0,98 \* 105 \* 0,03 \* 2,303 \* lg = 6170W

Ciepło odprowadzane od czynnika przy dT = 0

Q1 = N1 = Lsp1

Ilość wody chłodzącej

Mw1 = = = 0,0982

Cw = 4187

**SPRĘŻANIE ADIABATYCZNE**

N2 = Lsp2 = p1V1 [ – 1]

N2 = \* 0,98 \* 105 \* 0,03[ -1]

Po obliczeniu N2 = 8,46 kW

- Ilość chłodzącej wody mw = 0

**SPRĘŻANIE POLITROPOWE**

N3 = Lsp3 = p1V1 [ -1]

N3 = \* 0,98 \* 105 \* 0,03 [ -1]

Po obliczeniu N3 = 7,42kW

- Ilość odprowadzonego ciepła

Q3 = mcv (T2-T1)

T2 = T1 = 290 [ = 412°K

Dla powietrza Cv = 0,723

Wydajność masowa sprężarki m określono z równania stanu gazu

m = = = 0,0353

Q3 = 0,0353 \* 723 \* \* (412-290) = -3115 = -3115W

Ostateczna ilość wody chłodzącej

Mw3 = = = 0,0496