

Charakterystyki pomp wirowych

16

Podstawowe rodzaje charakterystyk, przedstawiających wykreślnie zależności między wartościami głównych parametrów pracy pomp (wydajnością Q , wysokością podnoszenia H , zapotrzebowaniem mocy P_w , prędkością obrotową n i sprawnością η), przedstawiono w rozdz. 5. W niniejszym rozdziale omówiono szczegółowe charakterystyki pomp wirowych oraz ich wzajemną współpracę w układach pompowych.

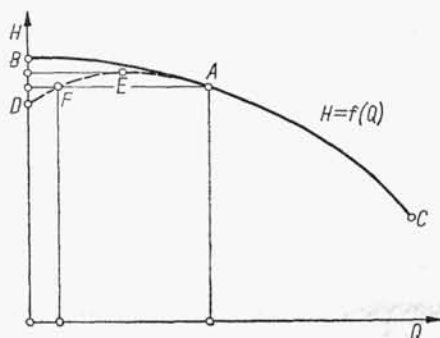
16.1. Indywidualne charakterystyki wymiarowe

Wartości poszczególnych parametrów pracy pomp są podane w następujących jednostkach: Q w m^3/s lub w m^3/h , H w m , P_w w kW , n w obr/min oraz η w liczbach bezwzględnych mniejszych od jedności lub w procentach.

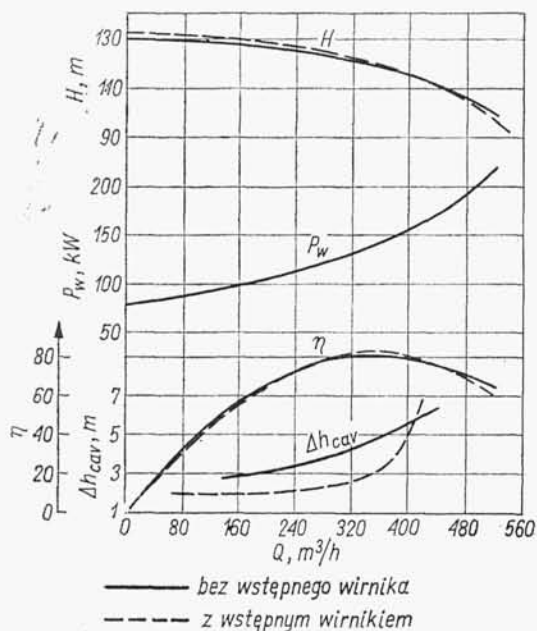
16.1.1. Charakterystyki pomp odśrodkowych

Krzywe przepływu $H=f(Q)$ mogą mieć optimum lub nie, jak to przedstawiono na rys. 16.1. Krzywa charakterystyczna BAC nazywa się *stateczną*, krzywa $DEAC$ — *niestateczną*, gdyż między punktami D i E jednej wartości wysokości podnoszenia odpowiadają dwie wartości wydajności pompy w punktach A i F .

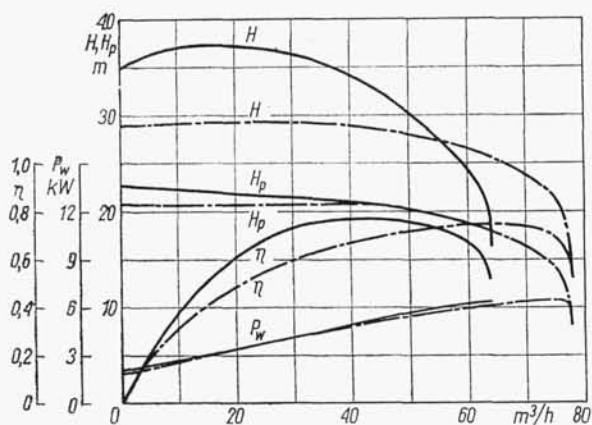
O przyczynach różnego przebiegu krzywej $H=f(Q)$ oraz skutkach tego kształtu w eksploatacji pomp będziemy mówić w dalszych punktach.

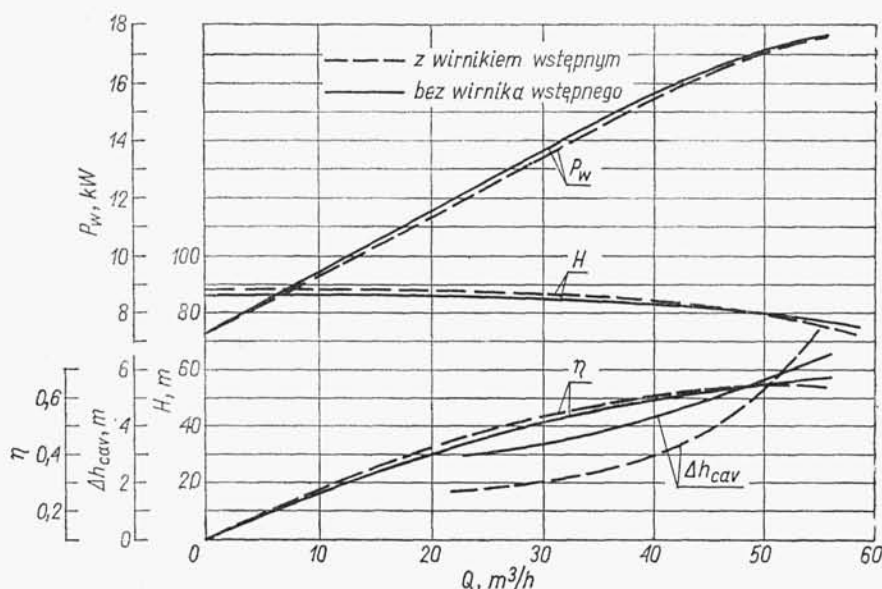


Rys. 16.1
Charakterystyka stateczna BAC i niestateczna $DEAC$ przepływu $H=f(Q)$



Na rys. 4.7 przedstawiono łącznie trzy rzeczywiste charakterystyki pompy odśrodkowej $H=f(Q)$, $P_w=f(Q)$ i $\eta=f(Q)$. Z przebiegu krzywej $H=f(Q)$ wnioskujemy, iż jest ona stateczna. Z przebiegu krzywej $P_w=f(Q)$ widać, iż najmniejszy pobór mocy (ok. $1/2$ mocy nominalnej) występuje przy $Q=0$ oraz występuje tu maksimum poboru mocy przy $Q=2000 \text{ m}^3/\text{h}$. Przy większej wydajności pobór mocy maleje. Taką krzywą mocy nazywamy *nieprzeciążalną*. Przy ciągłym wzroście mocy krzywa ma nazwę *przeciążalnej*. W tym przypadku należy przy eksploatacji pompy zwracać uwagę na nie przekraczanie pewnej wydajności i mocy, powyżej których może nastąpić przeciążenie i uszkodzenie silnika napędowego.





Rys. 16.4. Charakterystyki pompy odśrodkowej z kierownicą łopatkową z wirnikiem wstępnym i bez wirnika na parametry pracy jak na rys. 15.13 (opracowanie autora)

Krzywe przepływu $H=f(Q)$ mogą przebiegać bardziej płasko, wtedy wartość stosunku $\Delta H/\Delta Q$ jest mała, lub bardziej stromo o dużej wartości stosunku $\Delta H/\Delta Q$. Pewien wpływ na różnice w przebiegu tych krzywych wywierają kierownice. Pompa z kierownicą bezłopatkową (rys. 16.3) ma krzywą $H=f(Q)$ płaską, podczas gdy ta sama pompa z kierownicą łopatkową (rys. 16.3) ma krzywą bardziej stromą. Zauważmy przy tym, iż w tym drugim przypadku otrzymujemy większą wysokość podnoszenia o krótszym zakresie wydajności, ale o większej sprawności optymalnej (bardziej sprawna przemiana energii prędkości na energię ciśnienia w kierownicy łopatkowej, co omówiono w rozdz. 15).

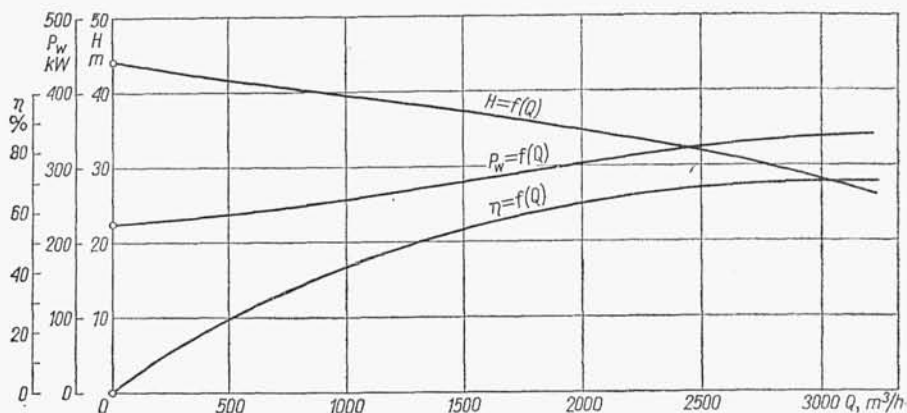
Ponadto wynika stąd bardzo ważny wniosek: pompa z kierownicą bezłopatkową ma stateczną charakterystykę $H=f(Q)$, w przeciwieństwie do tej samej pompy z kierownicą łopatkową. Wpływ wstępnego wirnika na charakterystykę pompy przedstawiono na rys. 16.4.

16.1.2. Charakterystyki pomp helikoidalnych i diagonalnych

Krzywe dla tych pomp mają nieco inny przebieg niż dla pomp odśrodkowych. Krzywa przepływu $H=f(Q)$ nie ma nigdy odcinka niestatecznego, lecz przeciwnie, przy małej wydajności ma często przegięcia, biegnąc bardziej stromo do góry przy wydajności malejącej do 0 (rys. 16.5).

Krzywa poboru mocy $P_w=f(Q)$ wykazuje mniejsze różnice przy zmianie wydajności. Przy większych wartościach wyróżnika szybkobieżności krzywa mocy może przebiegać prawie równolegle do osi odciętych, a nawet przy dużych wyróżnikach szybkobieżności lekko opadać przy rosnącej wydajności Q .

Interesujące jest spostrzeżenie z obserwacji pracy pompy diagonalnej. W zakresie wydajności obejmującym przegięcie krzywej (co występuje przy większych warto-



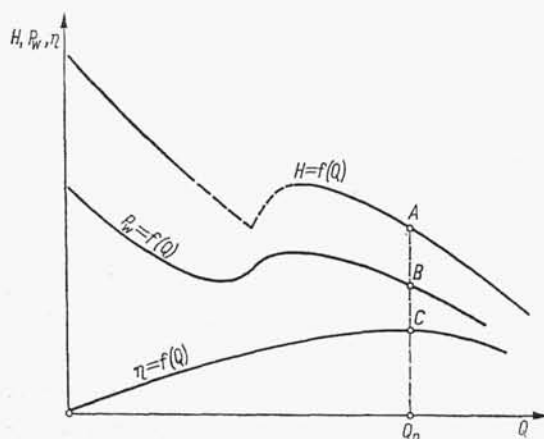
Rys. 16.5. Charakterystyki rzeczywiste pompy diagonalnej pionowej typu 50D22 produkcji Warszawskiej Fabryki Pomp; $Q=2290 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=32 \text{ m}$, $n=980 \text{ obr/min}$

ściach n_{sQ} i przy Q równym od $1/2$ do $3/4 Q_{nom}$) $H=f(Q)$ pompa pracuje niespokojnie, wykazując głośne wibracje kadłuba i duże zmiany wysokości podnoszenia i poboru mocy. W tym zakresie wydajności nie należy pompy eksploatować.

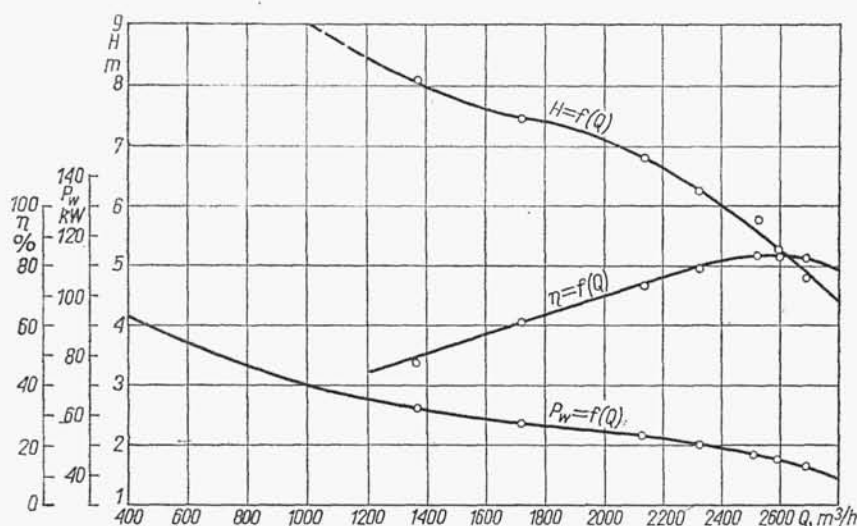
16.1.3. Charakterystyka pompy śmigłowej

Krzywa przepływu $H=f(Q)$ oraz krzywa poboru mocy $P_w=f(Q)$ pompy śmigłowej mają odmienny kształt i przebieg niż w pompie odśrodkowej. Przy $Q=0$ krzywe osiągają maksymalne wartości, a w miarę wzrostu Q opadają dość stromo w dół, wykazując w pewnym zakresie (mniej więcej przy $Q=1/2 Q_n$) charakterystyczne przegięcie przechodzące przy większych wartościach wyróżnika szybkobieżności w „siodełko” (rys. 16.6), a nawet mające pewien zakres nieciągłości z powodu niemożności przeprowadzenia pomiarów. Bowiern w tym zakresie na jedną wartość wysokości H przypadają trzy wartości Q .

W zakresie „siodełka” lub nieciągłości charakterystyki pompa śmigłowa nie może absolutnie pracować, gdyż doznaje bardzo silnych drgań, występuje w niej nierównomierny przepływ i duże zmiany ciśnienia.



Rys. 16.6
Charakterystyki przybliżone pompy śmigłowej o dużym wyróżniku szybkobieżności n_{sQ}



Rys. 16.7. Rzeczywiste charakterystyki pompy śmigłowej typu 60P18 produkcji Warszawskiej Fabryki Pomp; $Q = 2560 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 5,1 \text{ m}$, $n = 720 \text{ obr/min}$

Na rys. 16.7 przedstawiono rzeczywistą charakterystykę pompy śmigłowej. Pomiaru parametrów w pobliżu $Q = 0$ nie przeprowadzono ze względu na przeciążenie silnika. Charakterystyki na rys. 16.6 i 16.7 wykazują, iż przy $Q = 0$ występuje największy pobór mocy. Stąd wniosek, iż pompy nie powinny pracować (ani być uruchamiane) przy zerowej wydajności.

Dalsze charakterystyki pomp śmigłowych są przedstawione w rozdz. 22.

16.2. Indywidualne charakterystyki bezwymiarowe

W celu dokładniejszego porównania pomp wirowych należy dokonać przekształcenia ich charakterystyk indywidualnych wymiarowych na bezwymiarowe (patrz rozdz. 4).

Charakterystyki bezwymiarowe pomp wirowych o tym samym wyróżniku szybkoobrotowości n_{sQ} powinny pokrywać się lub wykazywać niewielkie rozbieżności.

Indywidualne charakterystyki bezwymiarowe przy różnych wartościach wyróżnika szybkoobrotowości n_{sQ} odzwierciedlają bardzo wyraźnie różnice w ich przebiegu. I tak w miarę wzrastania wartości n_{sQ} stosunek H/H_n jest coraz większy, podobnie przebiegają krzywe mocy. Im większa wartość n_{sQ} , tym większy stosunek mocy P_w/P_{wn} , zaś krzywe sprawności są bardziej strome przy większych n_{sQ} . Na rys. 16.8a, b i c przedstawiono krzywe charakterystyczne pomp o różnych wyróżnikach szybkoobrotowości:

krzywa	b	c	d	e	f	a
n_{sQ}	21	34	71	110	220	150–320 ¹⁾

¹⁾ Pompa śmigłowa z regulacją kąta ustawienia łopatek wirnika.