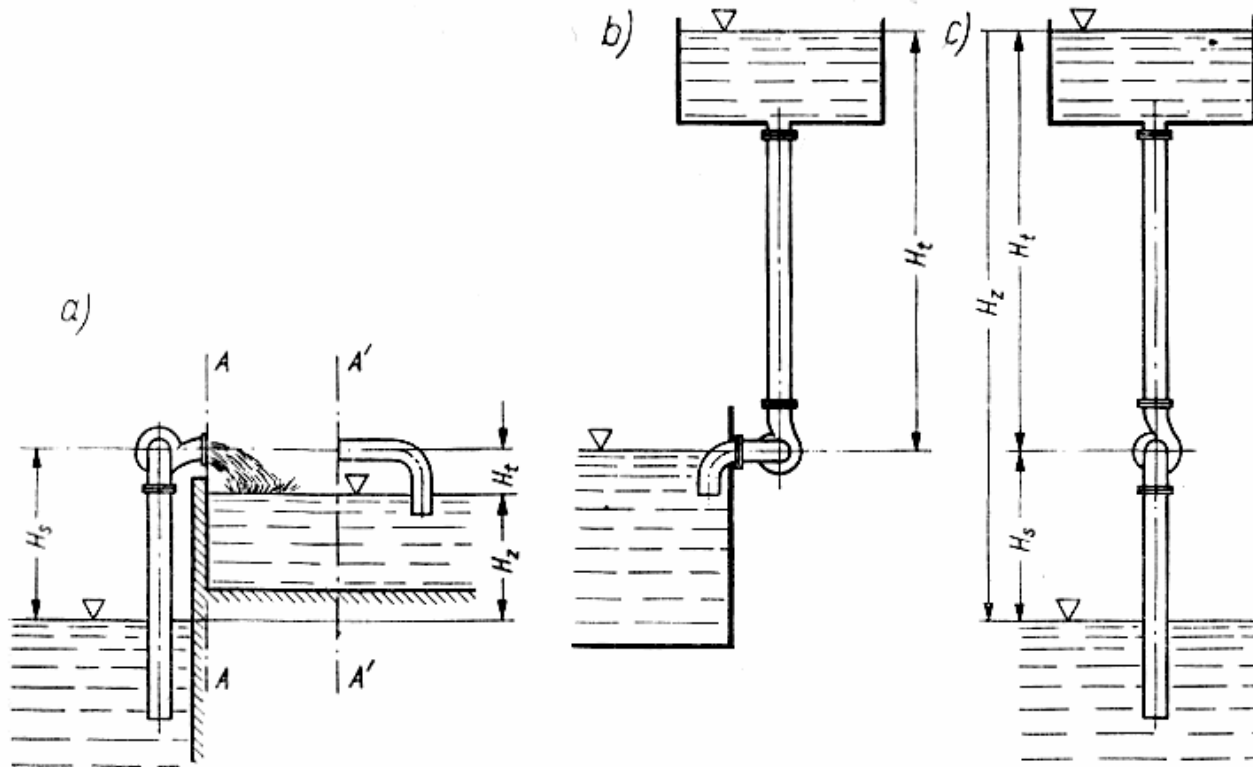
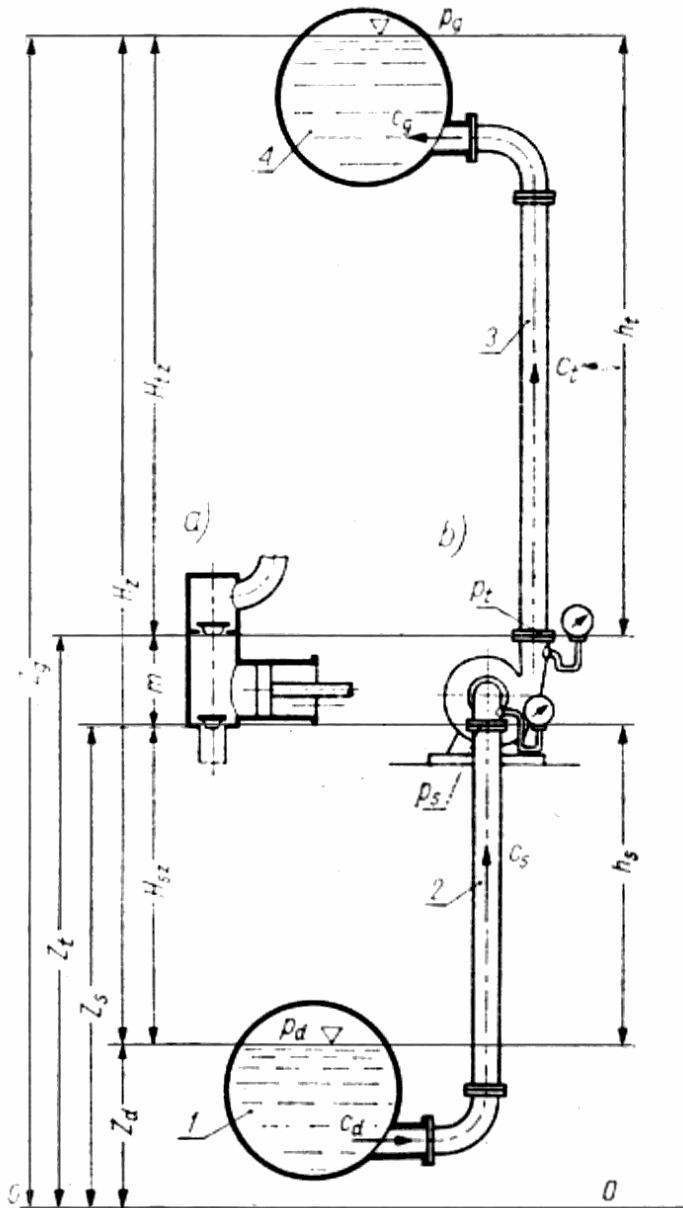


J. Szantyr – Wykład 26bis – Podstawy działania pomp wirnikowych

Pompy dzielimy ogólnie na waporowe i wirowe. Jedną z kategorii pomp wirowych są pompy wirnikowe, które z kolei dzielimy na: odśrodkowe, helikoidalne, diagonalne, śmigłowe i odwracalne. Pompy pracują w układach pompowych, które składają się z przewodu ssawnego, pompy i przewodu tłocznego. Można wyróżnić następujące układy pompowe:



a) Układ ssący b) Układ tłoczący c) Układ ssąco-tłoczący



Geometryczna wysokość ssania H_{sz} to różnica pomiędzy wzniesieniem środka przekroju króćca ssawnego a poziomem cieczy w zbiorniku dolnym

Geometryczna wysokość tłoczenia H_{tz} to różnica pomiędzy poziomem cieczy w zbiorniku górnym a wzniesieniem środka przekroju wylotowego pompy

Geometryczna wysokość

podnoszenia: $H_z = H_{sz} + m + H_{tz} = z_g - z_d$

Statyczna wysokość ssania: $H_{sst} = H_{sz} - \frac{p_d}{\rho g}$

Statyczna wysokość tłoczenia $H_{tst} = H_{tz} + \frac{p_g}{\rho g}$

Statyczna wysokość podnoszenia:

$$H_{st} = H_{sz} - \frac{p_d}{\rho g} + m + H_{tz} + \frac{p_g}{\rho g} = H_z + \frac{p_g - p_d}{\rho g}$$

Dynamiczna wysokość układu pompowego:

$$H_{dyn} = \frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} + \sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t$$

Całkowita (efektywna) wysokość podnoszenia:

$$H_e = H_{st} + H_{dyn} = H_z + \frac{p_g - p_d}{\rho g} + \frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} + \sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t$$

Wydajność teoretyczna pompy Q_t jest to natężenie przepływu w pompie idealnie szczelnej, bez odprowadzenia ciecży poza króćcem tłocznym.

Wydajność rzeczywista pompy Q_r to suma natężenia przepływu w króćcu tłocznym i przepływu odprowadzanego na własne potrzeby pompy

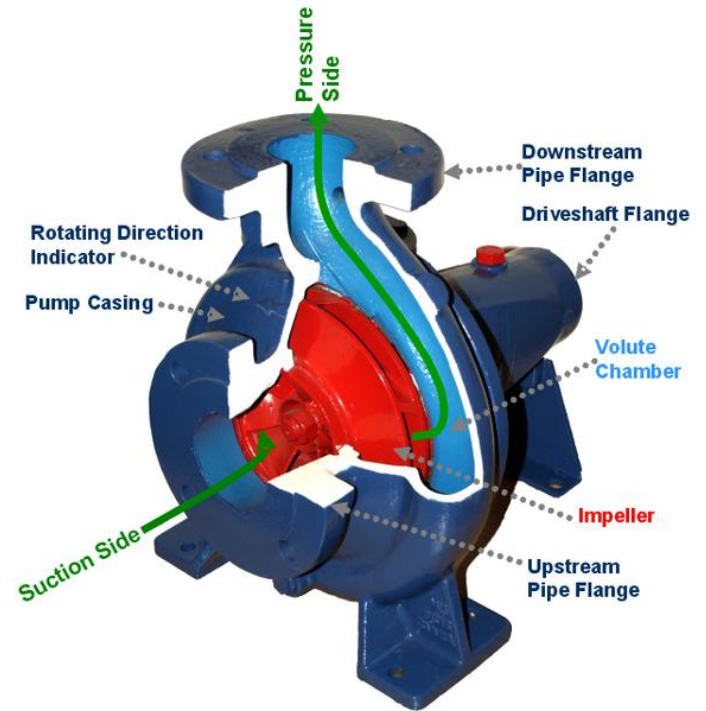
Wydajność wewnętrzna pompy Q_i to natężenie przepływu przez wirnik pompy wirowej

Sprawność objętościowa pompy - $\eta_V = \frac{Q_t}{Q_r}$

Sprawność hydrauliczna pompy - $\eta_h = \frac{H_e}{H_e + \Delta h_p}$

Δh_p - straty przepływu w pompie

Sprawność mechaniczna pompy to stosunek różnicy mocy na wale i mocy użytej na pokonanie oporów mechanicznych do mocy na wale -



Sprawność całkowita pompy

$$\eta = \frac{P_e}{P_w} = \eta_V \cdot \eta_h \cdot \eta_m$$

$$\eta_m = \frac{P_w - P_m}{P_w}$$

Rodzaje pomp wirnikowych w zależności od wyróżników szybkobieżności

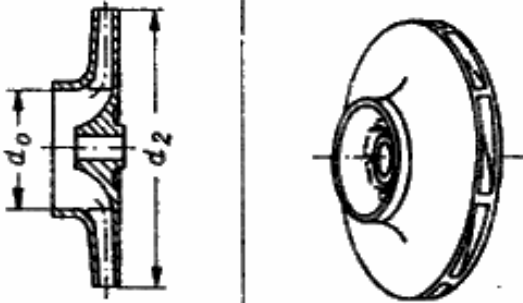
Kinematyczny wyróżnik szybkobieżności pompy wirnikowej to prędkość obrotowa pompy geometrycznie podobnej o jednostkowej wysokości podnoszenia i jednostkowej wydajności

$$n_{sQ} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}}$$

Bezwymiarowy wyróżnik szybkobieżności

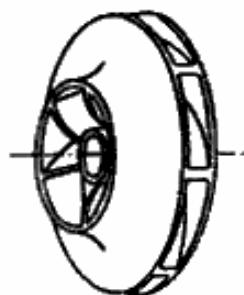
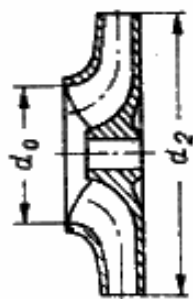
$$n_{sf} = n \cdot \frac{Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}}$$

Wyróżnik szybkobieżności jednoznacznie charakteryzuje typ wirnika pompy. Wartość wyróżnika wzrasta ze wzrostem wydajności i prędkości obrotowej a maleje ze wzrostem wysokości podnoszenia.

| | | |
|-----------|-------|--|
| n_{sQ} | 10–30 | Wirnik odśrodkowy o pojedynczej krzywiznie łopatek  |
| n_{sf} | 30–90 | |
| d_2/d_0 | 3,5–2 | |

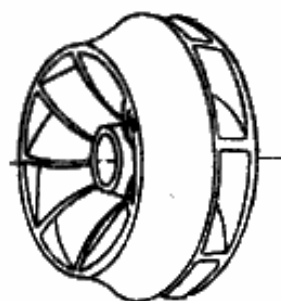
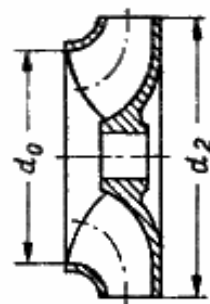
pompy odśrodkowe jedno- i wielostopniowe do dużych wysokości podnoszenia, np. wysokociśnieniowe zasilające

| | | |
|-----------|--------|--|
| n_{sQ} | 30-50 | Wirnik odśrodkowy o przestrzennej krzywiznie łopatek |
| n_{sf} | 90-150 | |
| d_2/d_0 | 2-1,5 | |

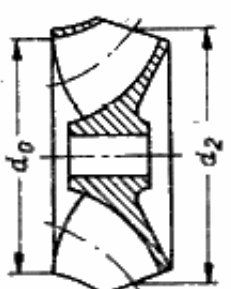
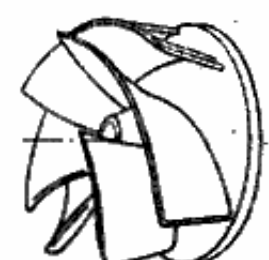


pompy odśrodkowe jednostopniowe z jedno- i obustronnym wlotem (wirniki dwustronne), pompy wielostopniowe na wyższe wysokości podnoszenia, maszyny odwracalne promieniowe

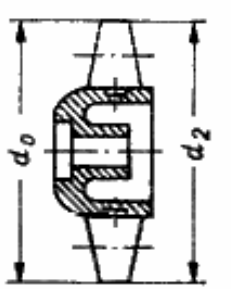

| | | |
|-----------|---------|-------------------------------|
| n_{sQ} | 50-80 | Wirnik helikoidalny zamknięty |
| n_{sf} | 150-240 | |
| d_2/d_0 | 1,5-1,3 | |



pompy helikoidalne jednostopniowe z jedno- i dwustronnym wlotem (wirniki dwustronne) na niewielkie wysokości podnoszenia i duże wydajności; maszyny odwracalne helikoidalne

| | | |
|-----------|---------|---|
| n_{sQ} | 80-150 | <p>Wirnik helikoidalny lub diagonalny zamknięty, a przy wyższych wartościach wyróżnika szybkobieżności n_{sQ} otwarty</p>   |
| n_{sf} | 240-450 | |
| d_2/d_0 | 1,2-1,1 | |

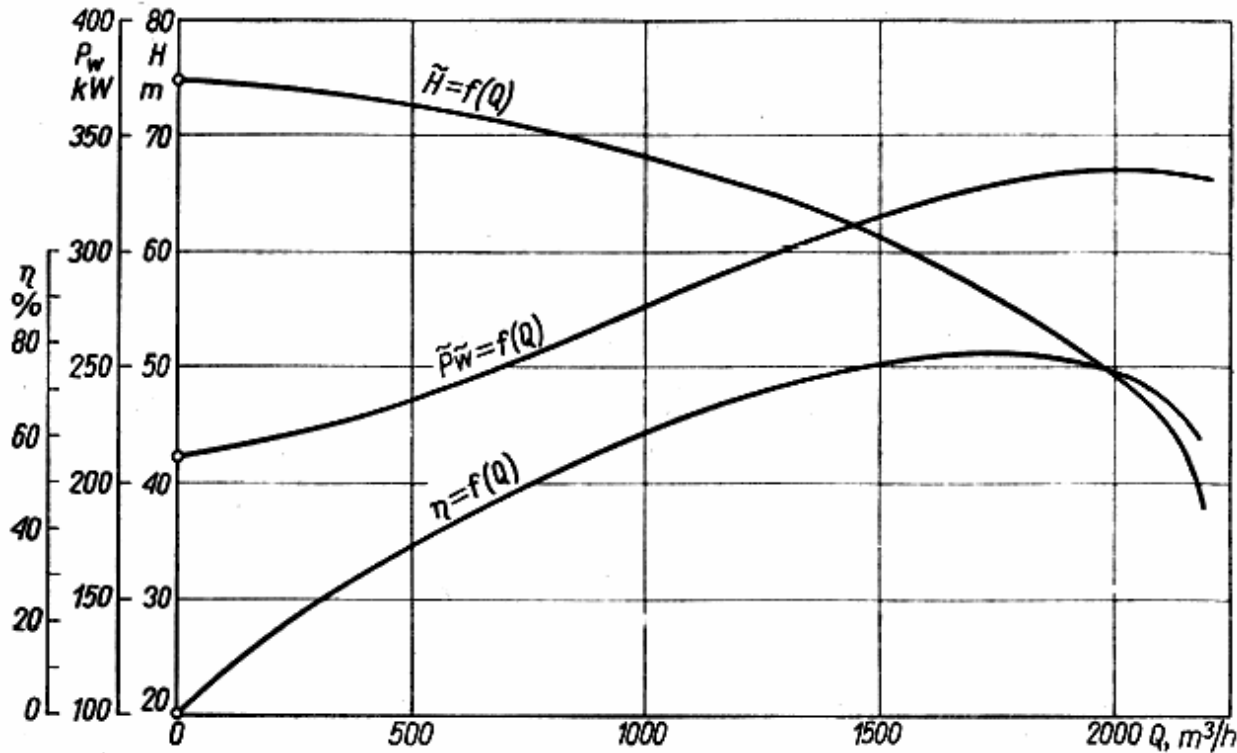
pompy helikoidalne jw.,
pompy diagonalne jedno- i kilkustopniowe
przeważnie pionowe,
maszyny odwracalne o łopatkach nastawial-
nych (Deriaza)

| | | |
|-----------|---------|--|
| n_{sQ} | 135-320 | <p>Wirnik śmigłowy</p>   |
| n_{sf} | 405-960 | |
| d_2/d_0 | 1 | |

pompy śmigłowe jednostopniowe (wyjątkowo
dwu- lub trzystopniowe) przeważnie pio-
nowe na bardzo duże wydajności i małe wy-
sokości podnoszenia,
(maszyny odwracalne śmigłowe (Kaplana))

Charakterystyki pomp wirnikowych

Charakterystyki pompy opisują zmiany jej parametrów pracy przy zmieniających się warunkach pracy. Znajomość charakterystyk pompy jest niezbędna przy projektowaniu układów pompowych.



Charakterystyka przepływu

$$H = f(Q)$$

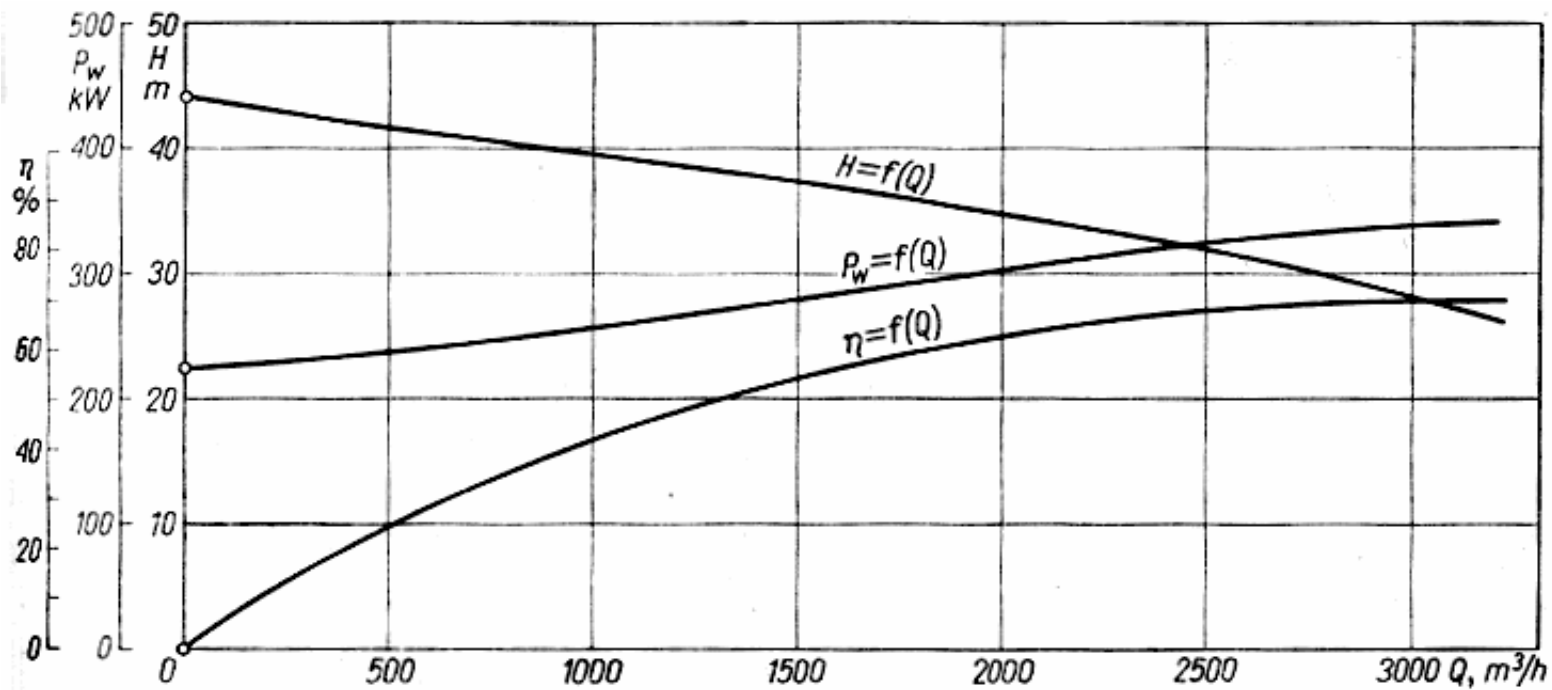
Charakterystyka mocy

$$P_w = f(Q)$$

Charakterystyka sprawności

$$\eta = f(Q)$$

Przykładowy zestaw charakterystyk pompy odśrodkowej przy stałej prędkości obrotowej n



Przykładowe charakterystyki pompy diagonalnej pracującej w układzie pionowym

Charakterystyki uniwersalne pompy

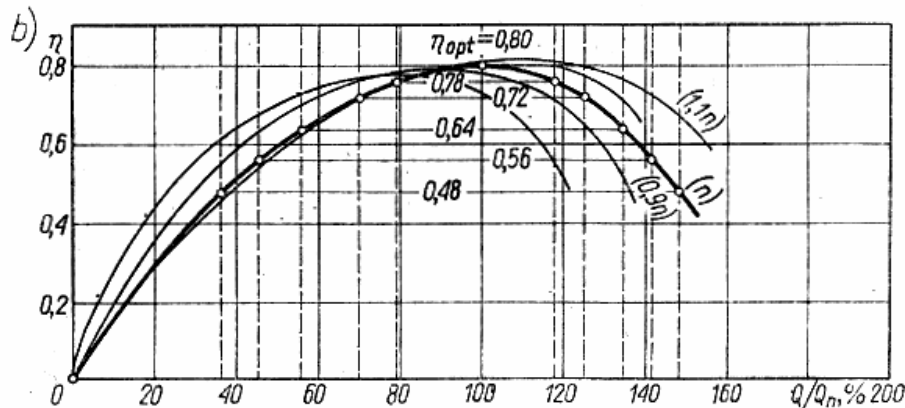
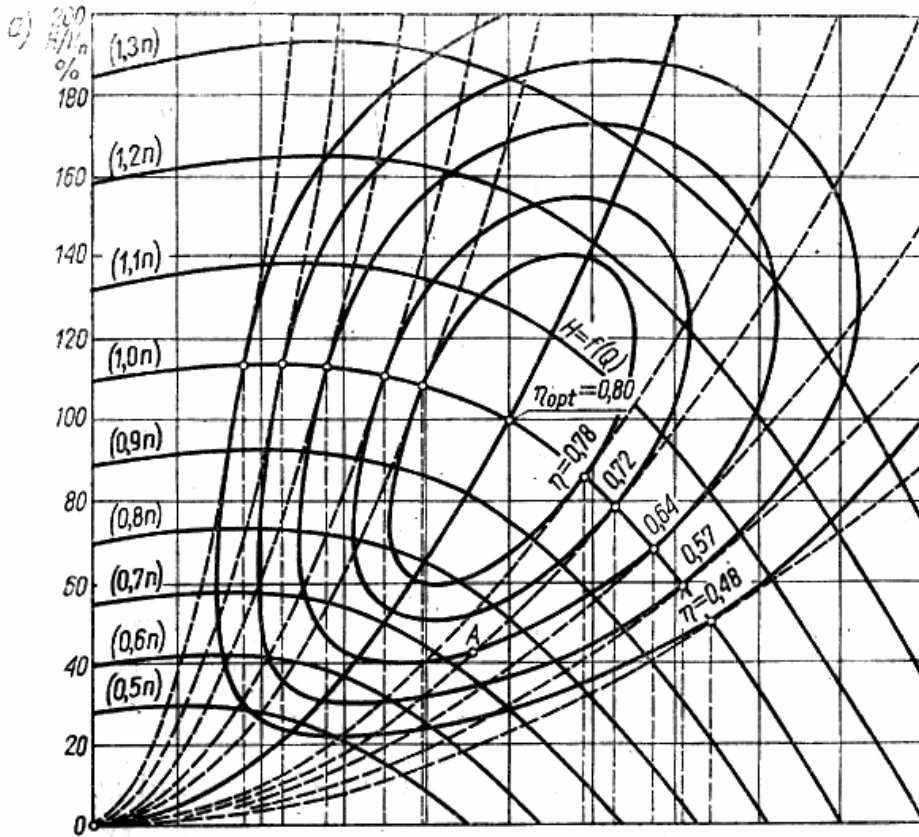
Na osi rzędnych – bezwymiarowa wysokość podnoszenia:

$$\frac{H}{H_n}$$

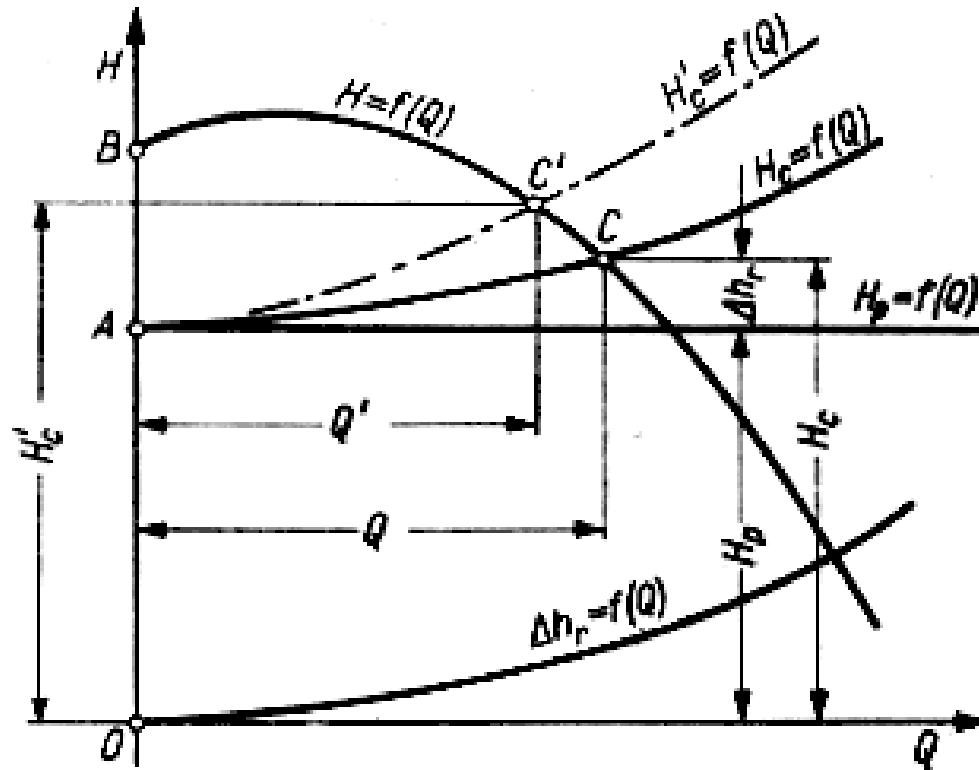
Na osi odciętych bezwymiarowa wydajność:

$$\frac{Q}{Q_n}$$

gdzie wielkości opatrzone indeksem n oznaczają nominalne parametry pracy pompy



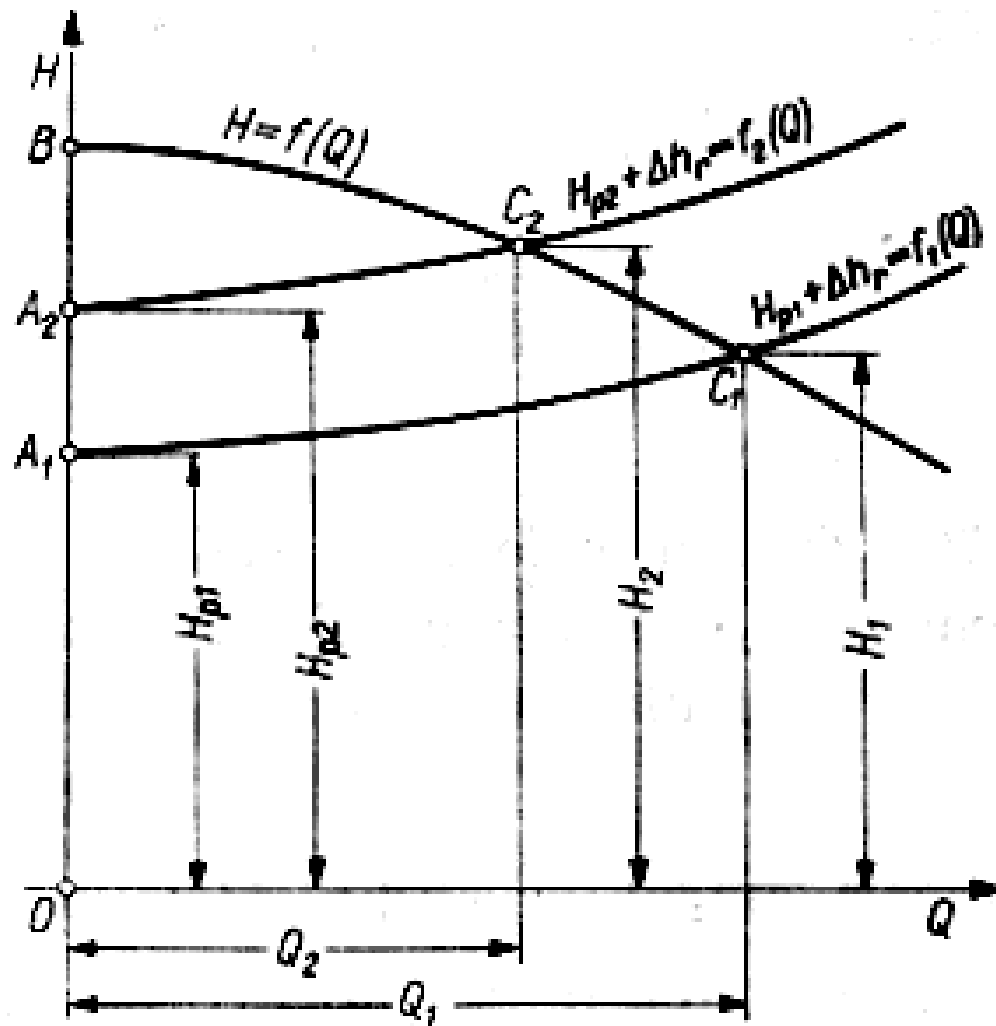
Praca pompy w układach pompowych



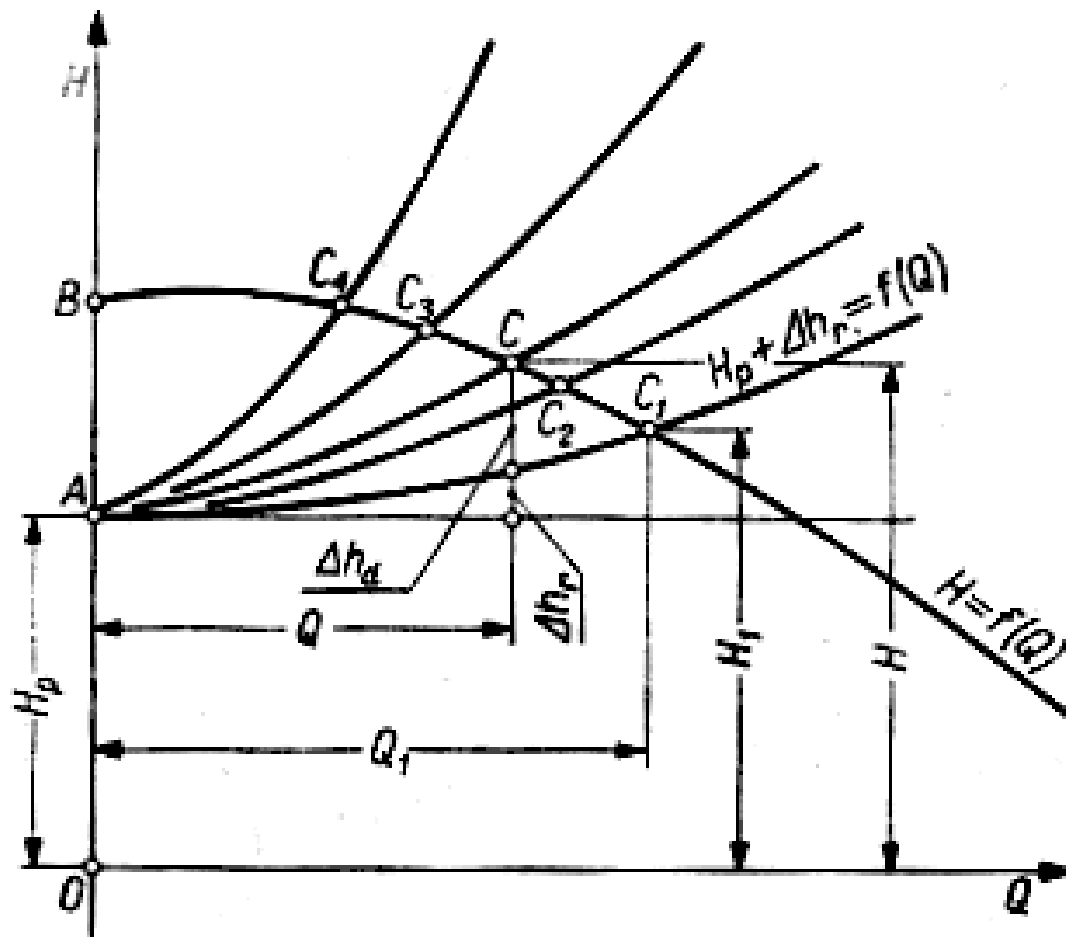
Wyznaczenie punktu pracy pompy o charakterystyce przepływu $H=f(Q)$ tłoczącej ciecz do przewodu o charakterystyce $H_p + \Delta h_p = f(Q)$

$$\Delta h_p = f(Q)$$

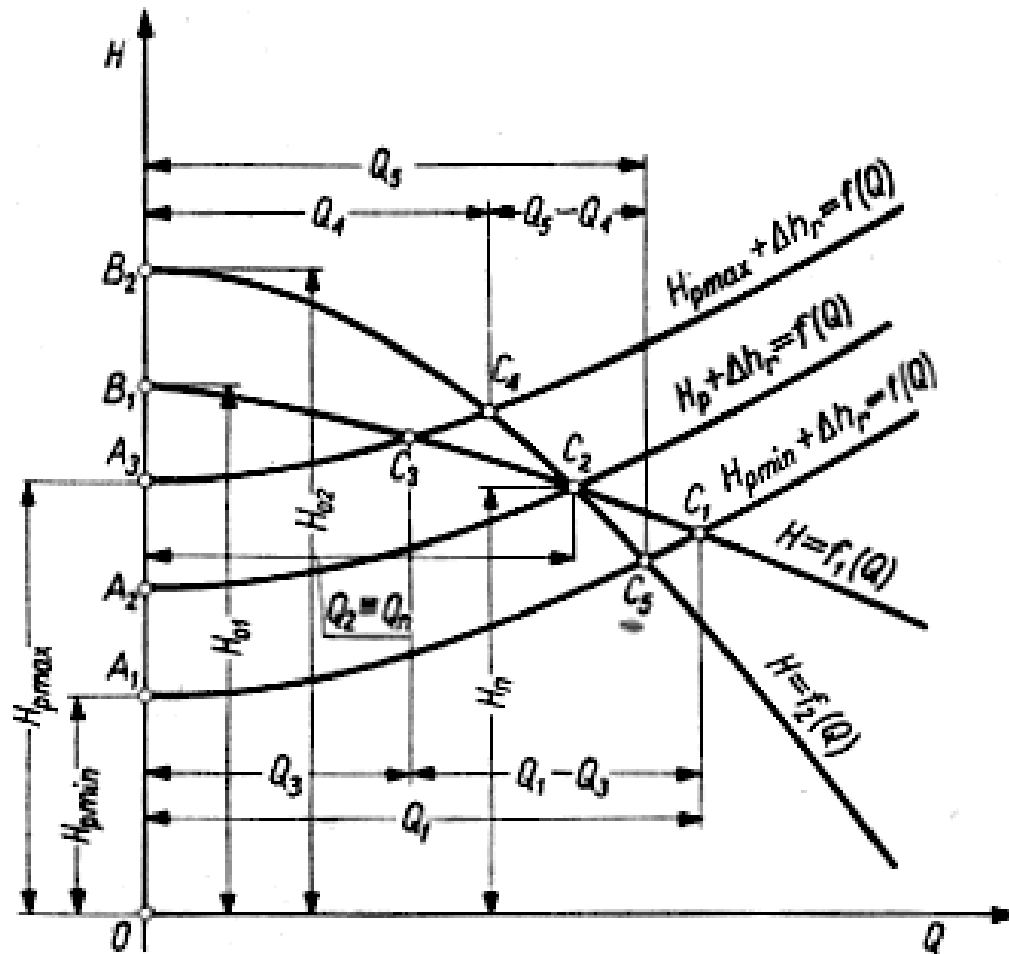
Charakterystyka przewodu przedstawiająca zależność strat przepływu od natężenia przepływu



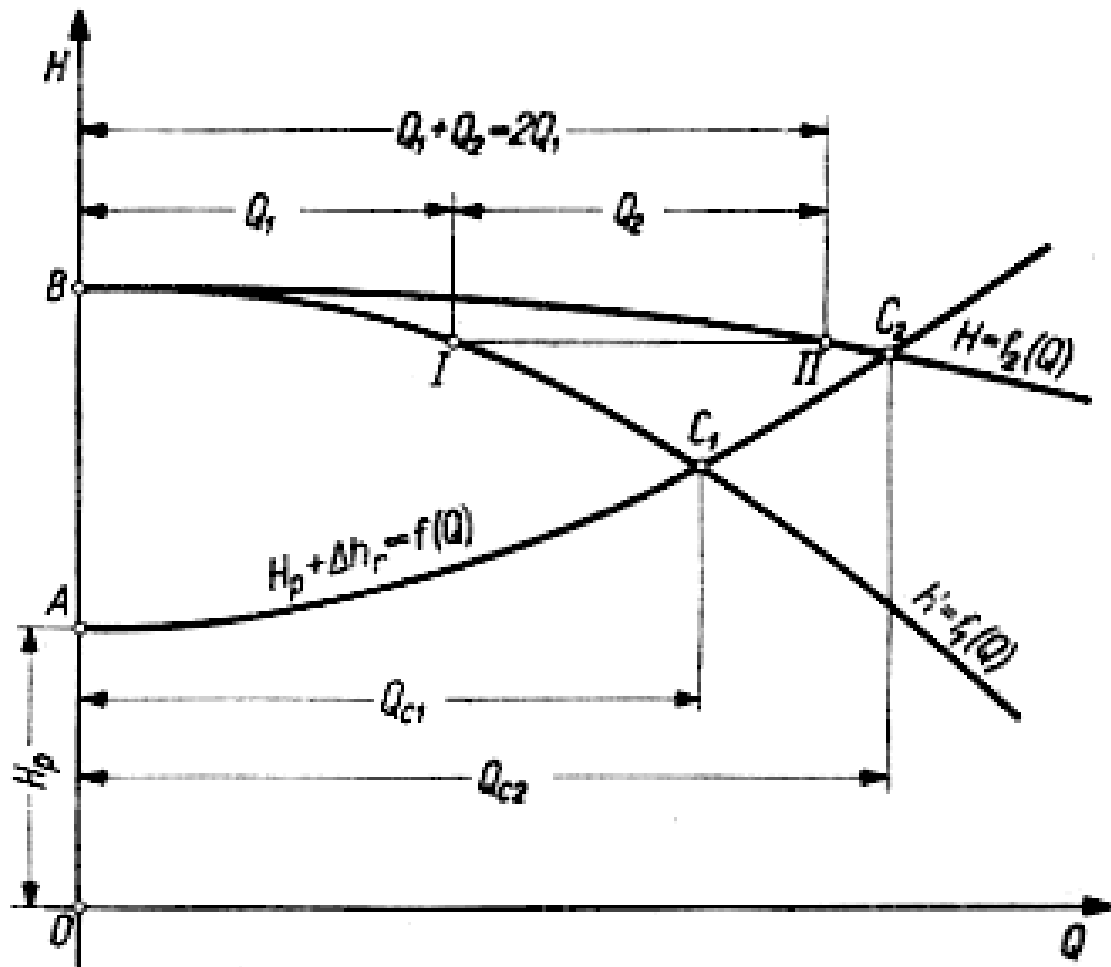
Zmiana położenia punktu pracy pompy wywołana zmianą statycznej wysokości podnoszenia



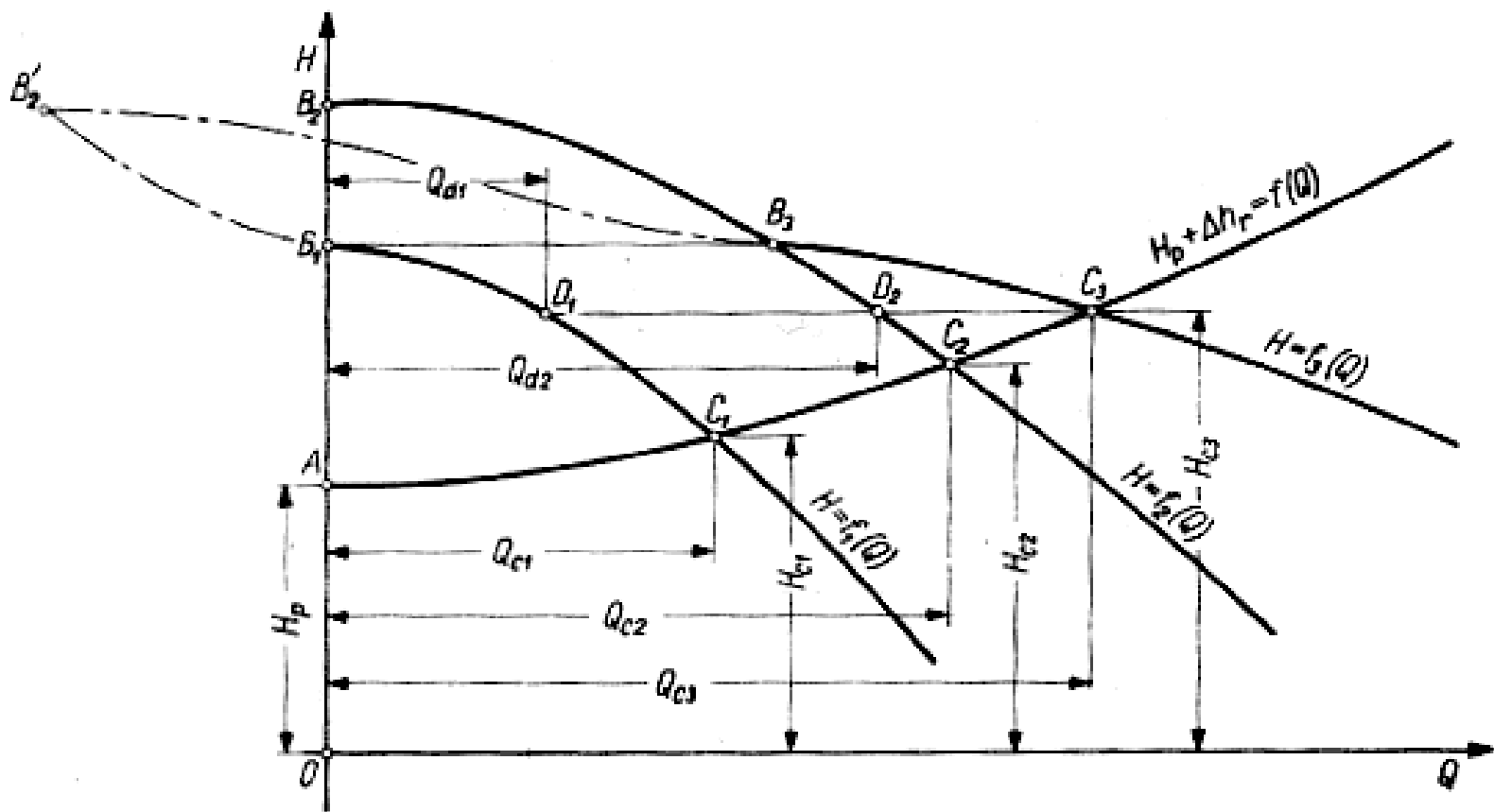
Zmiana położenia punktu pracy pompy wywołana regulacją natężenia przepływu przez dławienie zaworem tłocznym



Porównanie pracy pomp o płaskich i stromych charakterystykach $h=f(Q)$



Współpraca dwóch pomp o takich samych charakterystykach, połączonych równolegle i tłoczących do wspólnego przewodu



Współpraca dwóch pomp o różnych charakterystykach, połączonych równolegle i tłoczących do wspólnego przewodu