

Parametry układu pompowego oraz jego bilans energetyczny

3

3.1. Układ pompowy

Pompa może w zasadzie pracować tylko w połączeniu z przewodami i niezbędną armaturą, tworząc razem *układ pompowy*. W układzie tym pompa jest maszyną czynną, stąd określenie *pompa ssąca* lub *tłocząca*, w odróżnieniu od pozostałych elementów układu, które pełnią rolę bierną, a więc mogą mieć określenie jako *rurociąg ssawny*, *tłoczny* itp.

Na rys. 3.1 przedstawiono *najprostszy układ pompowy*. Układ składa się z pompy, zbiornika dolnego dopływowego (ssawnego) 1, przewodu dopływowego (ssawnego) 2 oraz z przewodu tłocznego 3 i zbiornika tłocznego (górnego) 4. Ogólnie rozróżniamy w układzie pompowym *stronę ssawną*, z której ciecz dopływa do pompy i *stronę tłoczną*, odprowadzającą ciecz pompowaną.

Istnieje duża różnorodność rozwiązań układów pompowych. Mogą one mieć tylko jedną z dwu stron — ssawną lub tłoczną, (rozdz. 1, rys. 1.41) i wtedy określamy *pompę* mianem *ssącej* lub *tłoczącej*.

Zbiorniki ssawny lub tłoczny mogą być również otwarte, wtedy ciśnienia w nich są jednakowe i równe ciśnieniu atmosferycznemu, czyli $p_d = p_b = p_g^{1)}$.

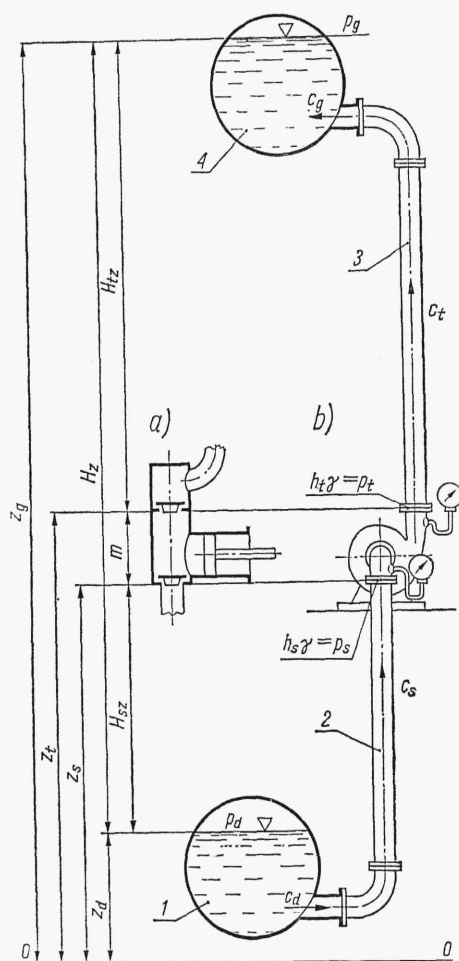
Niekiedy pompa jest posadowiona poniżej poziomu wody zbiornika dolnego, wtedy mówimy, że pracuje „z napływem”. W przeciwnym przypadku, jak na rys. 3.1 nazywamy pracę pompy „ze ssaniem”. Rodzaje układów pompowych wpływają na parametry pracy układu, a w konsekwencji i na parametry pracy pompy.

3.2. Parametry układu pompowego

Geometryczną (niwelacyjną) wysokością ssania H_{sz} układu pompowego nazywamy różnicę między wzniesieniem środka przekroju króćca ssawnego pompy z_s a poziomem wody w zbiorniku dolnym z_d , w odniesieniu do obranego poziomu odniesienia 0—0, czyli

$$H_{sz} = z_s - z_d \quad (3.1)$$

¹⁾ Pomijamy różnicę położenia zbiorników n.p.m.



Rys. 3.1
Schemat układu pompowego: a) z pompą wyporową (tłokową), b) z pompą wirową

Jeżeli oś pompy (w pompach poziomych) lub środkowy punkt wlotowej krawędzi łopatk (w pompach pionowych) znajduje się poniżej zwierciadła wody dolnej, wtedy pompa pracuje z napływem, zaś ze wzoru (3.1) otrzymamy ujemną geometryczną wysokość ssania — H_{sz} , którą nazywamy *geometryczną wysokością napływu* H'_{sz}

$$H'_{sz} = -H_{sz} \quad (3.2)$$

Geometryczną (niwelacyjną) wysokością tłoczenia układu pompowego H_{tx} nazywamy różnicę między poziomem z_g zwierciadła cieczy w zbiorniku górnym a środkiem przekroju wylotowego pompy z_t

$$H_{tx} = z_g - z_t \quad (3.3)$$

Geometryczną (niwelacyjną) wysokością podnoszenia H_z układu pompowego nazywamy sumę geometrycznych wysokości ssania H_{sz} , tłoczenia H_{tx} oraz różnicy poziomów środków przekrojów ssawnego i tłocznego m . Suma ta równa się całkowitej różnicy poziomów wody górnej i dolnej, niezależnie od rodzaju zbiorników (zamknięte lub otwarte)

$$H_z = H_{sz} + m + H_{tx} = z_g - z_d \quad (3.4)$$

Statyczną wysokość ssania układu pompowego (tzn. stałą, niezależną od natężenia przepływu) określa zależność

$$H_{st} = H_{sz} - \frac{p_d}{\gamma} \quad (3.5)$$

Statyczną wysokość tłoczenia układu pompowego określa się jako sumę wysokości geometrycznej tłoczenia H_{tz} i wysokości ciśnienia w zbiorniku górnym

$$H_{ts} = H_{tz} + \frac{p_g}{\gamma} \quad (3.6)$$

Wysokość statyczna podnoszenia układu jest sumą statycznych wysokości ssania i tłoczenia

$$H_{st} = H_{sz} - \frac{p_d}{\gamma} + m + H_{tz} + \frac{p_g}{\gamma} = H_z + \frac{p_g - p_d}{\gamma} \quad (3.7)$$

Dynamiczną wysokością układu pompowego nazywamy sumę wysokości przyrostu prędkości cieczy $\frac{c_g^2 - c_d^2}{2g}$ oraz wysokość oporów przepływu po stronie ssawnej $\Sigma \Delta h_s$ i tłocznej $\Sigma \Delta h_t$

$$H_{dyn} = \frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} + \sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t \quad (3.8)$$

Całkowita (efektywna lub użyteczna) wysokość podnoszenia układu jest sumą wysokości statycznej H_{st} i dynamicznej H_{dyn}

$$H_r = H_z + \frac{p_g - p_d}{\gamma} + \sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t + \frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} = H_{st} + H_{dyn} \quad (3.9)$$

Natężenie przepływu Q jest to przepływ cieczy ze zbiornika dolnego do górnego lub ze strony ssawnej do tłocznej występujący w wyniku działania pompy włączonej w układ. Natężenie przepływu Q w układzie jest więc każdorazowo równe wydajności Q pompy (stąd ten sam symbol Q).

3.3. Charakterystyka wykreslna układu pompowego

W określonym układzie pompowym statyczna wysokość podnoszenia H_{st} jest wielkością stałą, niezależnie od zmiany natężenia przepływu Q . Natomiast dynamiczna wysokość podnoszenia H_{dyn} zmienia się wg paraboli wraz ze zmianą natężenia przepływu Q , gdyż zgodnie z warunkiem ciągłości przepływu (wzór (2.1)) $c \sim Q$, więc

$$\frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} = \text{const } Q^2 \quad (3.10)$$

oraz zgodnie z zależnością (2.20)

$$\Sigma \Delta h_s + \Sigma \Delta h_t = \text{const } Q^2 \quad (3.11)$$