

### 3.4. Bilans energetyczny układu pompowego

Dla układu pompowego przedstawionego na rys. 3.1 zapotrzebowanie jednostkowej energii  $E_t$ , potrzebnej dla podniesienia 1 kg masy cieczy o gęstości  $\varrho$  ze zbiornika dolnego 1 do zbiornika górnego 2, wyraża się wzorem

$$E_t = \Delta E_z + \Delta E_p + \Delta E_r + \Delta E_k \quad (3.13)$$

przy czym różnica (przyrost) energii położenia

$$\Delta E_z = (z_g - z_d)g = gH_z \quad (3.14)$$

przyrost energii (ciśnienia) w układzie odpowiadającym różnicy ciśnień zbiornika górnego i dolnego

$$E_p = \frac{p_g - p_d}{\varrho} \quad (3.15)$$

energia na pokonanie pracy tarcia przy przepływie cieczy

$$\Delta E_r = g(\sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t) \quad (3.16)$$

przyrost energii kinetycznej cieczy w układzie

$$\Delta E_k = \frac{c_g^2 - c_d^2}{2} \quad (3.17)$$

Po podstawieniu do równania (3.13) otrzymamy

$$E_1 = gH_z + \frac{p_g - p_d}{\varrho} + g\left(\sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t\right) + \frac{c_g^2 - c_d^2}{2} \quad (3.18)$$

Ponieważ

$$E_1 = gH \quad (3.19)$$

więc po podstawieniu do wzoru (3.18) i skróceniu przez  $g$  otrzymamy wyrażenie

$$H = H_z + \frac{p_g - p_d}{\gamma} + \left(\sum \Delta h_s + \sum \Delta h_t\right) + \frac{c_g^2 - c_d^2}{2g} \quad (3.20)$$

odpowiadające użytecznej wysokości podnoszenia  $H_r$  układu określonej wzorem (3.9).

Taką wysokość podnoszenia musi mieć pompa pracująca w układzie.

### 3.5. Bilans ciepło-przepływowy układu pompowego

Rozpatrzmy schematyczny układ pompowy przedstawiony na poniższym szkicu (zaleca się równoczesne przestudiowanie rozdz. 4).

$$m, v, p_1, t_1, h_1 \rightarrow \begin{array}{c} \uparrow P_{mr} \\ \boxed{\phantom{0}} \\ \uparrow P_w \end{array} \rightarrow m, v, p_2, t_2, h_2$$

gdzie:  $m = Q/v$  — masowe natężenie przepływu w pompie,  $v$  — objętość właściwa czynnika pompowanego (w przybliżeniu niezmienna dla cieczy),  $p_1$  i  $p_2$  — ciśnienia na dopływie i wypływie z pompy,

$h_1$  i  $h_2$  — entalpia czynnika na dopływie i wypływie z pompy,  $P_w$  — moc dostarczona do pompy przez silnik napędowy,  $P_{str}$  — moc tracona na zewnątrz pompy.

Całkowity przyrost energii czynnika w obrębie pompy wynosi

$$P_i = m(h_2 - h_1) \quad (3.21)$$

oraz

$$P_w = P_i + P_{str} \quad (3.22)$$

W przybliżeniu można przyjąć, że

$$P_{str} = P_w(1 - \eta_m) \quad (3.23)$$

Z zależności (3.22) wynika

$$P_i = P_w - P_{str} = P_w - P_w(1 - \eta_m) = P_w \eta_m \quad (3.24)$$

oraz

$$P_i = \frac{m(p_2 - p_1)v\eta_m}{\eta} = \frac{Q(p_2 - p_1)\eta_m}{\eta} = \frac{P_e \eta_m}{\eta} = \frac{P_e}{\eta_V \eta_h} \quad (3.25)$$

gdzie  $P_e$  — moc efektywnie zużyta na podniesienie energii hydrodynamicznej czynnika, określająca sprawność całkowitą pompy (patrz rozdz. 4).

Z powyższych rozważań wynika, że różnica mocy  $P_i$  pobranej przez czynnik i mocy pobranej  $P_e$  w pompie

$$\Delta P = P_i - P_e \quad (3.26)$$

może być wykorzystana dopiero poza pompą, np. w przypadku pompy zasilającej kocioł parowy zmniejszy zapotrzebowanie energii cieplnej paliwa. Można tu więc powiedzieć o zwiększeniu sprawności układu pompowego. Jest to jednak tylko parę procent mocy pompy zasilającej.