

### Power requirement for Water pump

Мощность насоса (на валу) с достаточной точностью может определяться по формуле

$$N_{\text{pump}} = \frac{q_{\text{mass}} \cdot v_{\text{evereg}} \cdot (p_{\text{out}} - p_{\text{in}}) \cdot 10^3}{\eta_{\text{pump\_ef}}}$$

где  $q_{\text{mass}}$  - массовый расход воды, кг/с;  $v_{\text{evereg}}$  - средний удельный объем воды, м<sup>3</sup>/кг;  $p_{\text{in}}$  и  $p_{\text{out}}$  - давление воды на входе и выходе насоса, МПа;  $\eta_{\text{pump\_ef}}$  - полный (эффективный) КПД насоса.

На повышение энергии воды в проточной части насоса влияют процессы учитываемые гидравлическими потерями (гидравлический КПД  $\eta_{\text{hydr}}$ ) и объемными потерями (объемный КПД  $\eta_{\text{vol}}$ ). Механический КПД учитывает потери энергии в подшипниках насоса  $\eta_{\text{mech}}$

В справочниках и в паспорте насоса указывается величина полного (эффективного) КПД насоса.

$$\eta_{\text{pump\_ef}} = \eta_{\text{mech}} \cdot \eta_{\text{hydr}} \cdot \eta_{\text{vol}}$$

Механический КПД  $\eta_{\text{mech}}$  составляет

0.985-0.99.

Example	$q_{\text{mass}} := 50$	кг/с	$t_{\text{in}} := 90$	°C
	$p_{\text{in}} := 0.2$	МПа	$\eta_{\text{pump\_ef}} := 0.85$	
	$p_{\text{out}} := 9$	МПа	$\eta_{\text{mech}} := 0.988$	

Удельный объем воды в насосе в первом приближении (в записи числа следует сохранять 7 разрядов справа от десятичного разделителя)

$$v_{\text{averag1}} := \text{wspVPT} \left( \frac{p_{\text{out}} + p_{\text{in}}}{2} \cdot 10^6, t_{\text{in}} + 273.15 \right) = 0.0010337 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Энтальпия воды на входе в насос

$$h_{\text{in}} := \text{wspHPT} \left( p_{\text{in}} \cdot 10^6, t_{\text{in}} + 273.15 \right) \cdot 10^{-3} = 377.069 \text{ кДж/кг}$$

Выполним уточнение величины среднего удельного объема воды в проточной части насоса

Увеличение энтальпии воды в насосе

$$\Delta h_{\text{liter}} := \frac{v_{\text{averag1}} \cdot (p_{\text{out}} - p_{\text{in}}) \cdot 10^3}{\frac{\eta_{\text{pump\_ef}}}{\eta_{\text{mech}}}} = 10.574 \text{ кДж/кг}$$

Энтальпии воды на выходе из насоса  $h_{\text{out}} := h_{\text{in}} + \Delta h_{\text{liter}} = 387.643 \text{ кДж/кг}$

Температура воды на выходе насоса  $t_{\text{out}} := \text{wspTPH} \left( p_{\text{out}} \cdot 10^6, h_{\text{out}} \cdot 10^3 \right) - 273.15 = 90.898 \text{ °C}$

Следовательно, температура воды на выходе из насоса больше, чем на входе.

Уточненное значение среднего удельного объема воды в насосе

$$v_{\text{averag2}} := \text{wspVPT} \left( \frac{p_{\text{out}} + p_{\text{in}}}{2} \cdot 10^6, \frac{t_{\text{in}} + t_{\text{out}}}{2} + 273.15 \right) = 0.0010341 \quad \text{м}^3/\text{кг}$$

Мощность насоса (на соединительной муфте)

$$N_{\text{pump}} := \frac{q_{\text{mass}} \cdot v_{\text{averag2}} \cdot (p_{\text{out}} - p_{\text{in}}) \cdot 10^3}{\eta_{\text{pump\_ef}}} = 535.279 \quad \text{кВт}$$

КПД электропривода (электродвигателя и редуктора (при наличии))

$$\eta_{\text{el\_eng}} := 0.91$$

Необходимая мощность электродвигателя (без запаса)

$$N_{\text{el\_eng}} := \frac{N_{\text{pump}}}{\eta_{\text{el\_eng}}} = 588.218 \quad \text{кВт}$$

Примечание. Уточнять величину среднего удельного объема воды в насосе необходимо для высоконапорных насосов.