

### Power requirement for Water pump

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

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

где  $q_{\text{mass}}$  - массовый расход воды;  $v_{\text{evereg}}$  - средний удельный объем воды;  $p_{\text{in}}$  и  $p_{\text{out}}$  - давление воды на входе и выходе насоса;  $\eta_{\text{pump\_ef}}$  - 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	$q_{\text{mass}} := 50 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$t_{\text{in}} := 90 \text{ } ^\circ\text{C}$
	$p_{\text{in}} := 0.2 \cdot \text{МПа}$	$\eta_{\text{pump\_ef}} := 0.85$
	$p_{\text{out}} := 9 \cdot \text{МПа}$	$\eta_{\text{mech}} := 0.988$

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

▶ Reference: <http://tw.t.mpei.ru/rbtp/MC-WSP/M15/wspV1PT.xmcdz>

$$v_{\text{averag1}} := \text{wspV1PT}\left(\frac{p_{\text{out}} + p_{\text{in}}}{2}, t_{\text{in}}\right) = 0.0010337 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

Энтальпия воды на входе в насос

▶ Reference: <http://tw.t.mpei.ru/rbtp/MC-WSP/M15/wspH1PT.xmcdz>

$$h_{\text{in}} := \text{wspH1PT}(p_{\text{in}}, t_{\text{in}}) = 377.069 \cdot \text{кДж/кг}$$

Выполним уточнение величины среднего удельного объема воды в проточной части насоса

Увеличение энтальпии воды в насосе

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

Энтальпии воды на выходе из насоса

$$h_{\text{out}} := h_{\text{in}} + \Delta h_{\text{liter}} = 387.643 \cdot \text{кДж/кг}$$

Температура воды на выходе насоса

☞ Reference: <http://twf.mpei.ac.ru/rbtp/MC-WSP/M15/wspT1PH.xmcdz>

$$t_{\text{out}} := \text{wspT1PH}(p_{\text{out}}, h_{\text{out}}) = 90.889 \cdot \text{°C}$$

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

Уточненное значение среднего удельного объема воды в насосе

$$v_{\text{averag2}} := \text{wspV1PT}\left(\frac{p_{\text{out}} + p_{\text{in}}}{2}, \frac{t_{\text{in}} + t_{\text{out}}}{2}\right) = 0.0010341 \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

Мощность насоса (на соединительной муфте)

$$N_{\text{pump}} := \frac{q_{\text{mass}} \cdot v_{\text{averag2}} \cdot (p_{\text{out}} - p_{\text{in}})}{\eta_{\text{pump\_ef}}} = 535.277 \cdot \text{kW}$$

КПД электропривода (электродвигателя и редуктора (при наличии))

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

Необходимая мощность электродвигателя (без запаса)

$$N_{\text{el\_eng}} := \frac{N_{\text{pump}}}{\eta_{\text{el\_eng}}} = 588.217 \cdot \text{kW}$$

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