

Практичне заняття

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

Питання для повторення

1. Визначення теоретичної і фактичної подачі насоса. Розрахункові формули.
2. Визначення напору насоса. Розрахункові формули.
3. Визначення корисної потужності насоса і розрахунок необхідної потужності двигуна.
4. ККД насоса. Що характеризує кожний з складових його компонентів?

Мета заняття – набуття навичок і умінь з визначення розрахункових параметрів відцентрового насоса

Умови задач

1. Визначити фактичну подачу насоса, якщо діаметр робочого колеса D_2 , ширина лопатки на виході β_2 , частість обертів n , кут між переносною і абсолютною швидкостями α_2 , кут загибу лопатки β_2 , об'ємний коефіцієнт корисної дії насоса η_o (табл. 2).
2. Визначити напір, який розвиває насос, якщо розрідження на вході в насос В, тиск на виході М, швидкість води на вході C_1 , на виході – C_2 , а різниця між цапкою манометра і віссю насоса - Z (табл. 1).
3. Визначити корисну потужність насоса, який подає Q м³/с при напорі Н (табл. 1).
4. Визначити необхідну потужність електродвигуна при безпосередньому з'єднанні з валом насоса, якщо подача дорівнює Q , напір Н, об'ємний ККД - η_o , гідравличний ККД - η_z , а механічний $\eta_m = 0,9$ (табл. 1).
5. Визначити об'єм рідини, циркулюючої в насосі, якщо подача дорівнює Q , а об'ємний ККД - η_o (табл. 1).

6. Визначити гідравлічні втрати в насосі, якщо гідравлічний ККД дорівнює η_e , а розвиваємий ним напір - H (табл. 1).

7. Визначити повний ККД насоса, який має напір H і продуктивність Q , якщо відомо, що втрати потужності ΔN , в насосі циркулює об'єм рідини ΔQ , (табл. 1).

Приклади розв'язання типових задач

Перший тип задачі. Дано: $D_2 = 200$ мм, $\beta_2 = 2$ мм, $n = 720$ об/хв, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\eta_o = 0.9$, $\beta_2 = 45^\circ$. Визначити фактичну подачу насоса.

Розв'язання

Трикутник швидкостей показано на рис. 1.

$$Q_\phi = Q_T \cdot \eta_o;$$

$$Q_T = \pi \times D_2 \times \beta_2 \times \psi_2 \times C_{2r}$$

Так, як $\alpha_2 = \beta_2 = 45^\circ$, то

$$C_{2r} = C_{2u} = U_2/2 = \pi D_2 n / 2 \cdot 60 = 3.14 \cdot 0.2 \cdot 720 / 120 = 3.76 \text{ м/с.}$$

Тоді

$$Q_T = 3.14 \cdot 0.2 \cdot 0.02 \cdot 0.9 \cdot 3.76 = 0.0425 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_\phi = 0.0425 \cdot 0.9 = 0.038 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Другий тип задачі. Дано: $B = 0.05$ мПа, $M = 0.5$ мПа, $C_1 = 1$ м/с, $C_2 = 2$ м/с, $Z = 1$ м. Визначити напір, який розвиває насос.

Розв'язання

Відповідно до умов задачі можливі два випадки установки вимірювальних приладів, від чого залежить розв'язання задачі:

- вакууметр знаходиться на осі, а манометр – вище осі насосу (рис. 2);
- вакууметр знаходиться на осі, а манометр нижче осі насосу (рис. 3).

В першому випадку

$$H = M + B + Z + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = 0.5 \cdot 98.1 + 0.05 \cdot 98.1 + \frac{2^2 - 1^2}{9.81 \cdot 2} + 1 = 55.11 \text{ м}$$

В другому випадку

$$H = M + B - Z + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = 0.5 \cdot 98.1 + 0.05 \cdot 98.1 + \frac{2^2 - 1^2}{9.81 \cdot 2} - 1 = 53.11 \text{ м}$$

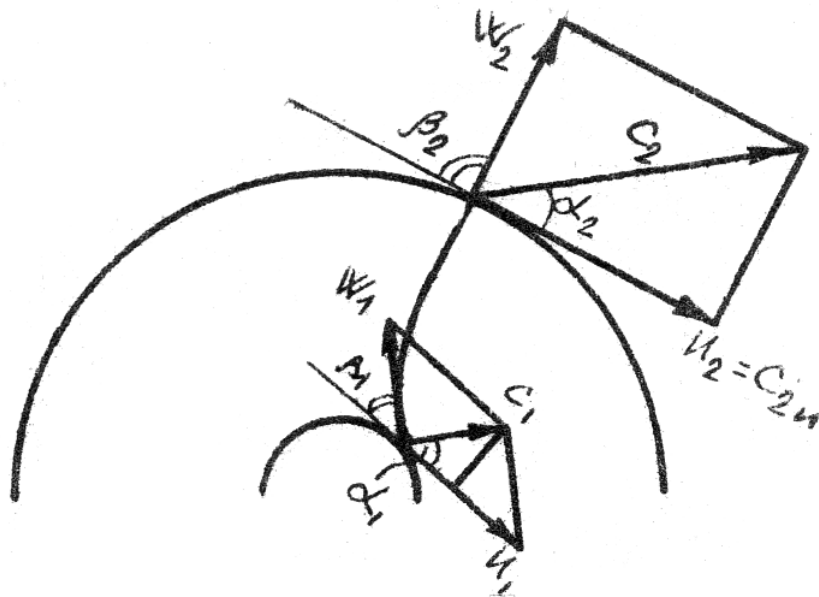


Рис. 1

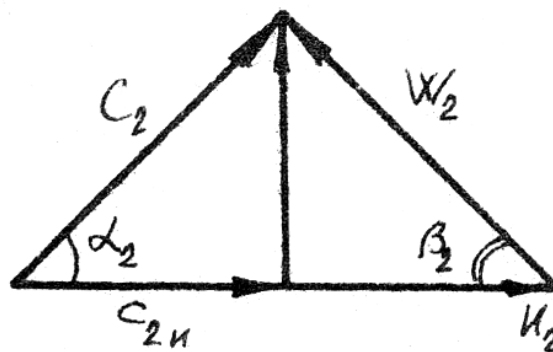


Рис. 2

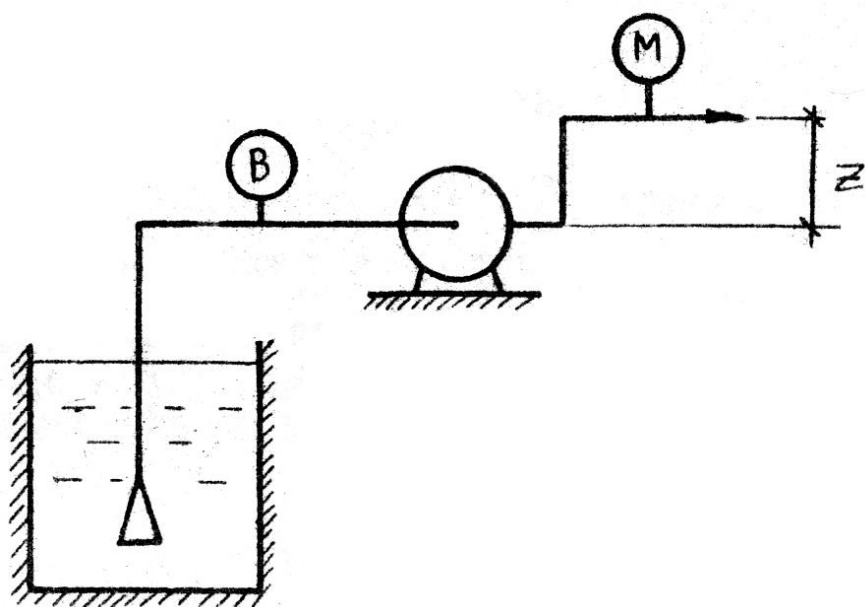


Рис. 3

Випадок 2

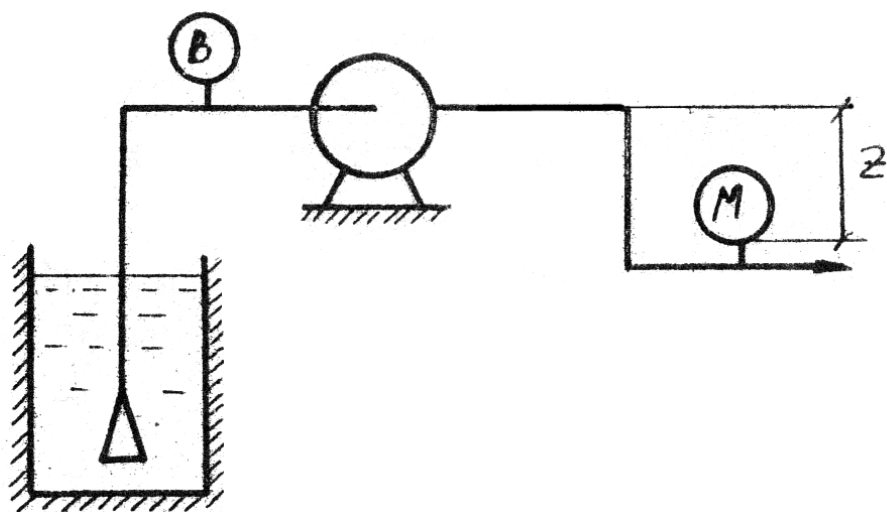


Рис. 4

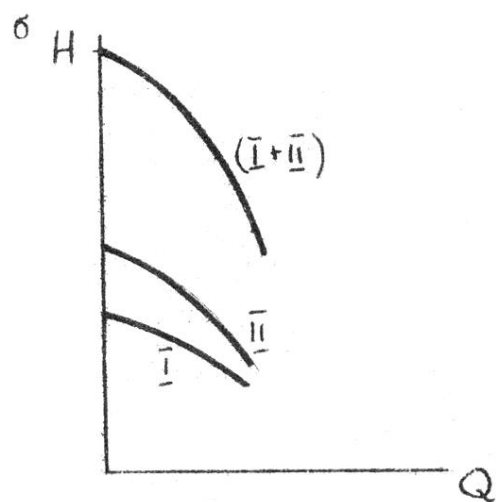
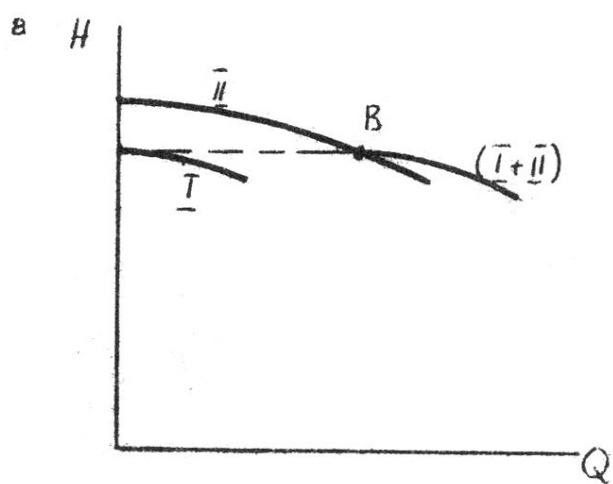


Рис. 5

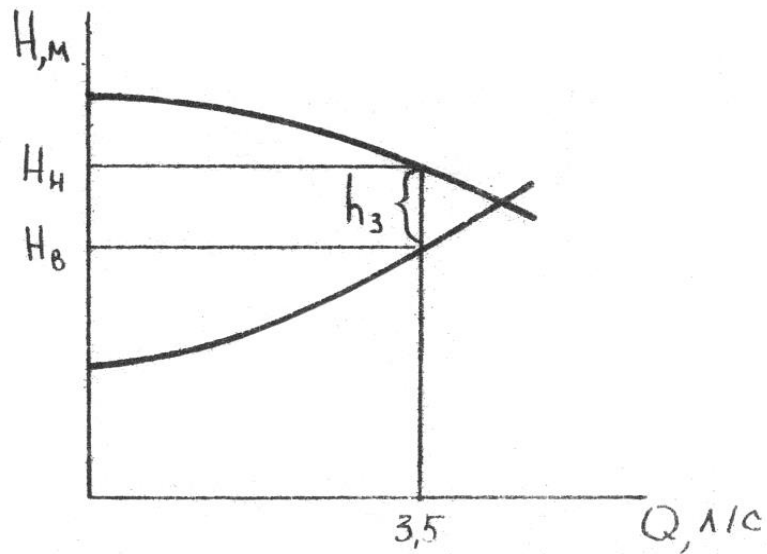


Рис. 6

Третій тип задачі. Дано $Q=1 \text{ м}^3/\text{с}$, $H=0,2 \text{ МПа}$. Визначити корисну потужність насоса.

Розв'язання

$$N_{\text{дв}} = K \rho g Q H / 1000 \eta = K \rho g Q H / (1000 \eta_{\Gamma} \eta_0 \eta_M)$$

$$N_{\text{дв}} = 1,05 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,56 \cdot 0,25 \cdot 98,1 / 1000 \cdot 95 \cdot 90 \cdot 0,9 / 10000 = 183,8 \text{ кВт.}$$

Четвертий тип задачі. Визначити корисну потужність електродвигуна при сполученні з валом насоса, якщо $Q=0,56 \text{ м}^3/\text{с}$; $H=2,5 \text{ атм}$; $\eta_{\Gamma}=0,95 \dots 0,95$; $\eta_M=0,9 \dots 0,97$; $\eta_0=0,95 \dots 0,98$; $K=1,05$.

$$N_{\text{дв}} = \frac{K \gamma \times Q \times H}{102 \times \eta} = K \frac{\gamma \times Q \times H}{102 \times \eta_0 \times \eta_M \times \eta_{\Gamma}} = 1,05 \frac{1 \times 560 \times 25}{102 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,95} = 173 \text{ кВт}$$

П'ятий тип задачі. Дано: $Q=600 \text{ л/с}$, $\eta_0=0,95$. Визначити об'єм рідини, циркулюючої в насосі.

Розв'язання

Виходячи з того, що

$$\eta_o = Q / (Q + \Delta Q),$$

знаходимо

$$\Delta Q = Q(1 - \eta_o) / \eta_o = 600 \cdot \frac{1 - 0.95}{0.95} = 30 \text{ л/с},$$

Шостий тип задачі. Дано: $H=90$ м, $\eta_r=90\%$. Визначити гідравлічні втрати в насосі.

Розв'язання

$$h_r = H(1 - \eta_r) / \eta_r = 90 \cdot \frac{1 - 90/100}{90/100} = 10 \text{ м},$$

Сьомий тип задачі. Дано: $H=120$ м, $Q=600$ л/с, $h_r=10$ м, $\Delta N=3\%$, $\Delta Q=30$ л/с. Визначити повний ККД насоса.

Розв'язання

$$\eta_m = (100 - 3) / 100 = 0.97$$

$$\eta_r = H / (H + h_r) = 120 / (120 + 10) = 0.92$$

$$\eta_o = Q / (Q + \Delta Q) = 600 / (600 + 30) = 0.95$$

$$\eta = 0.95 \cdot 0.97 \cdot 0.92 = 0.85$$

Література

1. Шевченко Т.О., Ярошенко Ю.В. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник. Харків : нац. ун-т міськ. госв ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2015. 195 с URL : <https://core.ac.uk/reader/33755331>.
2. Новохатній В.Г. Надійність водопостачання малих населених пунктів. П. ПНТУ, 2019. 102 с. URL : <https://www.twirpx.com/file/3063065/>.

4.Холоменюк М. В., А.В. Ткачук А. В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини: навч. посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 356 с.

5.Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори): підручник. Львів: Вища школа, 2005.338 с.