

## Практичне заняття

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

#### Питання для повторення

1. Визначити робочі характеристики відцентрового насоса. Який вигляд і чому повинна мати теоретична Q-H характеристика?
2. Чим пояснюється кривизна робочої характеристики насоса? Види робочих характеристик.
3. Аналітичний опис робочої характеристики відцентрового насоса.
4. Методика побудування сумарних робочих характеристик групи насосів, працюючих послідовно і паралельно.

Мета заняття – набути навички і уміння з аналітичного визначення характеристик відцентрових насосів.

#### Умови задач

1. Описати аналітично криву Q-H водопровідного насоса з характеристикою, відповідною насосу, приведеному в табл. 3.
2. Визначити аналітичне параметри робочої точки для насоса, приведеного в табл. 3, якщо геометрична висота підйому дорівнює  $H_r$ , а опір водоводу  $S_v$ .
3. Побудувати графік і описати аналітично характеристику групи двох паралельно працюючих насосів з характеристиками, які мають відповідні насоси, приведені в табл. 3.
4. Для умов попередньої задачі 3 визначити графічно параметри робочих точок насосів при їх паралельній роботі в групі, а також при самостійній роботі одного насоса, якщо геометрична висота підйому дорівнює  $H_r$ , опір одного водоводу  $S_v$ , а кількість водоводів - 2.

5. Побудувати графік і описати аналітичне характеристику групи двох послідовно працюючих насосів з характеристиками, які мають відповідні насоси, приведені в табл. 3.

#### Приклади розв'язання типових задач

**Перший тип задачі .** Дві точки графіка мають показники: перша точка  $Q_1= 2,6$  л/с,  $H_1= 30$  м; друга –  $Q_2=6.2$ л/с,  $H_2= 25$  м. Описати цю характеристику аналітично.

#### Розв'язання

Загальна формула характеристики Q-H має вигляд

$$H = a - vQ^2$$

Щоб визначити коефіцієнти  $a$  і  $v$ , знаходимо по характеристиці Q-H напори  $H_1$  і  $H_2$ , відповідні подачам  $Q_1$  і  $Q_2$ , одержимо систему рівнянь.

$$\begin{cases} H_1 = a - vQ_1^2 \\ H_2 = a - vQ_2^2 \end{cases}$$
$$\begin{cases} 30 = a - v2.6^2 \\ 25 = a - v6.2^2 \end{cases}$$

З цієї системи знаходимо, що

$$5 = 31,7v$$

$$v = 5/31,7 = 0,16$$

$$a = 30 + 0,16 \cdot 20,6^2 = 31,1 \text{ м}$$

**Другий тип задачі.** Для насоса, приведеного в попередній задачі, визначити аналітично параметри робочої точки, якщо  $H_{\Gamma}=20$ м, а  $S_{\text{в}}=0.25$  (для витрати в л/с).

### Розв'язання

Аналітичне рівняння, яким описується характеристика водоводу, матиме вигляд

$$H = H_r + SQ^2$$
$$H = 20 + 0.25Q^2$$

Параметри робочої точки визначаються рішенням систем рівнянь

$$\begin{cases} H = 31.1 - 0.16Q^2 \\ H = 20 + 0.25Q^2 \end{cases}$$

$Q=5.2\text{л/с}$ , а  $H = 26,76\text{м}$ .

**Третій тип задачі.** Відомі параметри двох точок характеристики насоса: першої  $Q_1=2.6\text{л/с}$ ,  $H_1=30\text{м}$ ; другої  $Q_2=6.2\text{л/с}$  і  $H_2=25\text{м}$ . Побудувати графік і описати аналітично характеристику двох паралельно працюючих насосів.

### Розв'язання

Аналітичне описання характеристики одного насоса має вигляд

$$H = a + vQ^2$$

При паралельній роботі напір залишається постійним, а подача збільшується в два рази. Тоді характеристика двох однакових паралельно працюючих насосів, описана через напір і подачу одного насоса, буде мати вигляд

$$H = a - v/(2Q^2) = a - 4vQ^2$$

Допустимо, що при  $H_1=30\text{м}$ ,  $Q_1=2.6\text{л/с}$ , а при  $H_2=25\text{м}$ ,  $Q_2=6.2\text{л/с}$ . Тоді одержимо систему рівнянь

$$30 = a - 4v \cdot 2,6^2$$

$$25 = a - 4v \cdot 6,2^2$$

Звідки

$$5 = 126,8v; \quad v = 0,04; \quad a = 31,1$$

Тоді

$$H = 31,1 - 0,04Q^2$$

Побудувати графічно сумарну характеристику двох паралельно працюючих насосів і нанести для перевірки на неї 4...5 точок, обчислених по аналітичному рівнянню.

**Четвертий тип задачі.** За умовами попередньої задачі визначити графічно параметри робочих точок насосів при їх паралельній роботі в групі, а також при самостійній роботі одного насоса, якщо геометрична висота підйому  $H_T=20\text{м}$ , опір одного водоводу  $S_v=0,25$  (для витрати 8 л/с, а кількість водоводів – 2)

Розв'язання

Характеристика сумісної роботи двох паралельно працюючих насосів будується за загальними правилами (див. лекції і підручники).

Щоб визначити, де будуть робочі точки, необхідно на графік нанести характеристики одного і двох водоводів. Характеристика одного водовода визначається рівнянням.

$$H = 20 + 0,25Q^2$$

Характеристику двох водоводів можна одержати, якщо абсциси для різних висот подвоїти.

Точки перетину відповідних характеристик насосів і водоводів будуть робочими точками, параметри котрих визначаються по графіку.

**П'ятий тип задачі** Описати аналітично характеристику групи двох послідовно працюючих насосів з характеристиками кожного за умовами третього типу задачі.

#### Розв'язання

При послідовній роботі двох насосів напір збільшується в 2 рази, а подача не змінюється. Тоді рівняння, яке описує таку роботу насосів, буде мати вигляд

$$2H = a - vQ^2$$

Тоді, якщо взяти насоси, приведені в попередній задачі, одержимо систему рівнянь

$$\begin{cases} 60 = a - v \cdot 2,6^2 \\ 50 = a - v \cdot 2,6^2 \end{cases}$$

Розв'язуючи цю систему, одержимо

$$10 = 31,7v$$

$$v = 0,32$$

$$a = 62,2$$

Таким чином, рівняння, яке описуватиме послідовно роботу розглянутих насосів, матиме вигляд

$$H = 62,2 - 0,32Q^2$$

#### Література

1. Шевченко Т.О., Ярошенко Ю.В. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник. Харків : нац. ун-т міськ. госва 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/>.
3. Епоян С.М. Применение центробежных устройств при подготовке питьевой воды из поверхностных источников / С.М. Епоян, А.С. Карагяур, С.П. Бабенко. Х. ХНУСА, 2016. 168 с.
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.

