

Тема 1.4 Характеристики зовнішньої мережі. Режими роботи турбомашин

План:

1.4.1 Характеристики зовнішньої мережі турбомашин.

1.4.2 Режими роботи турбомашин.

1.4.1 Турбомашини працюють на зовнішню мережу вентилятор на систему гірничих виробок шахти чи тупиковий вибій, насос на трубопровід.

Опорний конспект

1.4.1 Характеристика зовнішньої мережі представляє собою залежність між подачею і напором, який повинна розвивати турбомашина для руху рідини в зовнішній мережі. Напір, що створюється насосною установкою витрачається на підйом рідини на геометричну висоту H_r , створення швидкісного напору $H_{шв}$ і подолання втрат напору в зовнішній мережі H_z .

Швидкісний напір визначиться з рівняння $H_{шв} = \frac{v^2}{2g}$

Втрати напору складаються з місцевих і втрат напору по довжині.

Величина $R = \frac{(1+\xi)c}{2 \cdot g F^2}$ називається сталою мережі.

Рівняння характеристики зовнішньої мережі для насосів матиме вигляд (рис. 1):

$$H = H_r + R \cdot Q^2 \quad (1)$$

Для вентиляторів, які працюють без геометричної висоти подачі, рівняння матиме вигляд (рис. 2):

$$H = R \cdot Q^2 \quad (2)$$

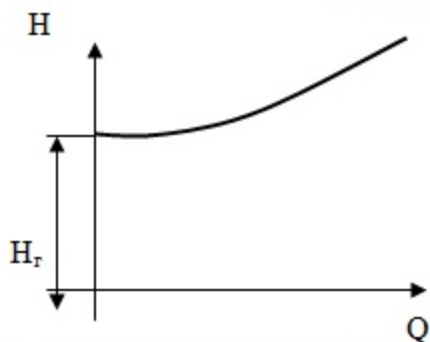


Рис. 1 Характеристика зовнішньої мережі для насосів

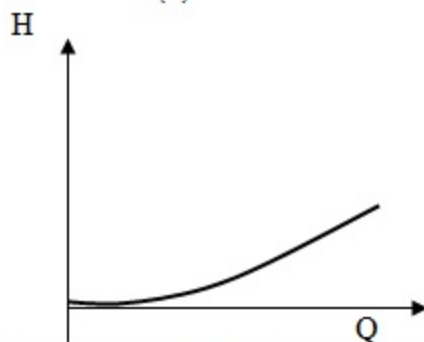


Рис. 2 Характеристика зовнішньої мережі для вентиляторів.

1.4.2 Робочий режим турбомашин— це точка перетину індивідуальної

характеристики турбомашин і характеристики зовнішньої мережі, які побудовані в однаковому масштабі.

Розрізняють чотири режими роботи турбомашин:

- 1 Сійкий (рис. 3)— якщо характеристики перетинаються в одній точці.
- 2 Оптимальний (рис. 4) — це сійкий режим роботи при максимальному К. К. Д.
- 3 Несійкий (рис. 5) — якщо характеристики перетинаються в двох і більше точках.
- 4 Режим роботи відсутній (рис. 6) — якщо характеристики не перетинаються.

Несійкий режим роботи або його відсутність свідчать про невірний вибір турбомашини для заданої геометричної висоти. Для усунення несійкого режиму роботи необхідно: збільшити частоту обертання вала в межах норми або збільшити число послідовно з'єднаних коліс.

Усунути несійкий режим роботи зміною характеристики мережі не можна, так як турбомашинна працює з визначеною геометричною висотою подачі.

В загальному випадку зміна режиму роботи може відбуватися:

- 1 Зміною характеристики зовнішньої мережі при постійній характеристиці турбомашини.
- 2 Зміною характеристики турбомашини при постійній характеристиці мережі.

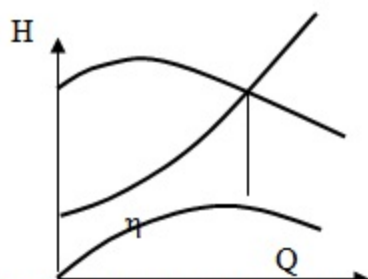


Рис.3 Сійкий режим роботи

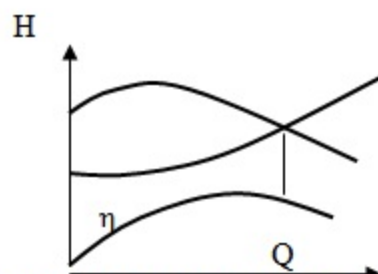


Рис.4 Оптимальний режим роботи

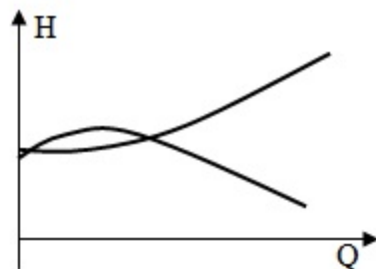


Рис.5 Несійкий режим роботи.

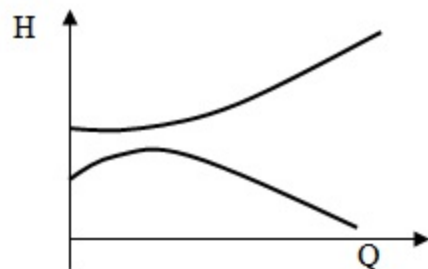


Рис.6 Режим роботи відсутній.

Контрольні запитання до теми 1.4:

1.4.1.1 Визначити сталу мережі R , якщо сумарний коефіцієнт опорів $\xi = 20$, діаметр

трубопроводу $d = 0,2$ м.

а) $10 \text{ c}^2/\text{м}^3$; б) $1087 \text{ c}^2/\text{м}^3$; в) $1,09 \text{ c}^2/\text{м}^3$.

1.4. 2 Насос подає воду на висоту 500 м, $Q = 300 \text{ м}^3/\text{с}$, стала мережі $R = 1000 \text{ c}^2/\text{м}^3$.

Побудувати характеристику зовнішньої мережі.

1.4.3.1 Оптимальний режим роботи турбомашини буде якщо:

а) характеристики турбомашини і зовнішньої мережі перетинаються в одній точці;

б) в двох і більше точках;

в) в одній точці, яка відповідає максимальному К.К.Д.

1.4.3.2 Нестійкий режим роботи можна усунути:

а) зміною характеристики турбомашини;

б) зміною характеристики зовнішньої мережі;

в) усунути неможливо.

Тема 1.5 Закони пропорційності

План:

1.5.1 Корисна потужність турбомашин і коефіцієнт корисної дії.

1.5.2 Закони пропорційності.

1.5.3 Коефіцієнт швидкохідності.

Опорний конспект

1.5.1 Корисна потужність турбомашин – це потужність, що надається рідині

$$N_k = \frac{Q \cdot H}{10^5} \text{ кВт}; \quad (3)$$

де Q – подача турбомашини, $\text{м}^3/\text{с}$, H – тиск турбомашини, Па.

Затрачена потужність – це потужність на валу двигуна N .

Коефіцієнт корисної дії турбомашини

$$\eta = \frac{N_k}{N}. \quad (4)$$

Отже потужність на валу двигуна турбомашини визначається за формулою

$$N = \frac{Q \cdot H}{10^5 \cdot \eta} \quad (5)$$

1.5.2 Дві турбомашини однієї серії, геометрично подібні, які мають робочі колеса діаметрами D_2 і D_2' , з однаковими кутами нахилу лопаток і працюючі на зовнішній мережі з однаковими характеристиками при частотах обертання n і n' . Для таких турбомашин справедливі наступні закони пропорційності

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'} \times \left(\frac{D_2}{D_2'} \right)^3; \quad (6)$$

$$\frac{H}{H'} = \left(\frac{n}{n'} \right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_2'} \right)^2; \quad (7)$$

$$\frac{N}{N'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_2'}\right)^5. \quad (8)$$

Закони пропорційності були експериментально встановлені акад. А.Рато і теоретично підтверджені акад. А.П.Германом.

Для однієї турбомашини, якщо $D_2 = \text{const}$

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'}; \frac{H}{H'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2; \frac{N}{N'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^3; \quad (9)$$

Для сталої частоти обертання $n = \text{const}$

$$\frac{Q}{Q'} = \left(\frac{D_2}{D_2'}\right)^3; \frac{H}{H'} = \left(\frac{D_2}{D_2'}\right)^2; \frac{N}{N'} = \left(\frac{D_2}{D_2'}\right)^5; \quad (10)$$

1.5.3 Класифікація турбомашин тільки по абсолютній величині напору і подачі не дає повної уяви про особливості конструкції турбомашин, так як одна і та ж турбомашинна може розвивати різні подачі і напори в залежності від частоти обертання вала і умов роботи. Тому введемо поняття – коефіцієнт швидкохідності. Коефіцієнтом швидкохідності називають частоту обертання умовної турбомашини, яка геометрично подібна даній, в якій для напору H_s подача дорівнює Q_s .

Для вентиляторів приймають $Q_s = 1 \text{ м}^3/\text{с}$, $H_s = 300 \text{ Па}$,

для насосів $Q_s = 0,075 \text{ м}^3/\text{с}$, $H_s = 1 \text{ м. вод. ст.}$

Отже коефіцієнт швидкохідності для вентиляторів дорівнює

$$n_s = \frac{12,9 \times n \times Q^{\frac{1}{2}}}{H^2}; \quad (11)$$

для насосів

$$n_s = \frac{3,65 \times n \times Q^{\frac{1}{2}}}{H^2}; \quad (12)$$

Розмірність Q в $\text{м}^3/\text{с}$, H в Па для вентиляторів і в м для насосів.

Контрольні запитання:

1.5.1.1 Визначити потужність на валу двигуна турбомашини, якщо подача $Q = 50 \text{ м}^3/\text{с}$, тиск $H = 3200 \text{ Па}$, К.К.Д. $\eta = 0,81$.

а) 10 кВт; б) 160 кВт. в) 200 кВт.

1.5.1.2 В одній турбомашині $D = \text{const}$, швидкість обертання зростає в 3 рази. Як зміниться потужність?

а) зростає в 27 раз; б) зменшиться в 3 рази; в) зростає в 3 рази.

1.5.2 В геометрично подібній турбомашині $n' = 2 \cdot n$; $D_2' = 2 \cdot D_2$; потужність $N = 10 \text{ кВт}$.

Чому дорівнює N' ?

а) 80 кВт; б) 2560 кВт; в) 320 кВт.

1.5.3 Визначити коефіцієнт швидкохідності для вентилятора, якщо $n = 1000 \text{ об/хв}$,

$$Q = 49 \text{ м}^3/\text{с}, \quad H = 2560 \text{ Па.}$$

а) 1411; б) 240; в) 142.