

EXCEL – obliczanie wartości wielkości fizycznych

WYZNACZENIE WIELKOŚCI CHARAKTERYSTYCZNEJ WYBRANYCH PARAMETRÓW POMPY CZERPAKOWEJ

Wielkości niezbędne do obliczeń:

| h_s | h_t | d_s | d_t | g | L |
|----------|----------|----------|----------|------------------------|----------|
| m | m | m | m | m/s² | m |
| 1,23 | 1,23 | 0,05 | 0,05 | 9,80665 | 1 |

| p_{ata} | t_{H2O} | ρ_{H2O} | $n_{n,st}$ |
|------------|-----------|-------------------------|----------------|
| hPa | °C | kg/m³ | obr/min |
| 1007 | 18 | 998 | 2960 |

Tabela z pomiarem:

| L.p | p_{mt} | p_{ms}^{ABS} | Q | F_m | n |
|-----|------------|----------------|------------------------|----------|-------------------------|
| | MPa | kPa (a) | m³/h | g | min⁻¹ |
| 1. | 0,127 | 98,2 | 6,55 | 793 | 887 |

Zmierzona wartość wielkości fizycznej posłużyła do obliczenia wielkości charakterystycznej określającej parametr pracy pompy czepakowej:

1. Moc na wale pompy P_w W

Moc została określona na podstawie pomiaru prędkości obrotowej i momentu na wale pompy modelowej. Silnik napędowy został umocowany wahliwie, co umożliwiło pomiar momentu poprzez pomiar siły nacisku na końcu dźwigni, o znanej długości, zamontowanej do podstawy silnika.

$$P_w = \varpi \cdot M_w$$

gdzie:

ω – prędkość kątowna wału pompy, rad/s,

M_w – moment na wale pompy, Nm.

Prędkość kątowną obliczono z zależności:

$$\varpi = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Moment na wale przedstawia zależność:

$$M_w = F_m \cdot g \cdot L$$

gdzie:

L – długość ramienia, m,

F_m – wskazanie wagi, kg,

Podstawiając, moc na wale pompy wynosi:

$$P_w = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot F_m \cdot g \cdot L$$

2. Parametry hydrauliczne

- Wydajność Q , m³/s

Pomiar wydajności pompy modelowej był pomiarem bezpośrednim przeprowadzonym za pomocą przepływomierza elektromagnetycznego.

- Wysokość podnoszenia H_e , m

Wysokość podnoszenia pompy modelowej została wyznaczona poprzez pomiar ciśnienia na ssaniu i tłoczeniu z uwzględnieniem dynamicznej wysokości podnoszenia oraz w oparciu o różnicę poziomów manometrów.

- Ciśnienia na ssaniu i tłoczeniu

$$p_{s,obl} = p_{ms}^{ABS} + h_s \cdot \rho_{H_2O} \cdot g$$

$$p_{t,obl} = p_{mt} + h_t \cdot \rho_{H_2O} \cdot g + p_{ata}$$

gdzie:

$p_{(s,t),obl}$ – obliczone ciśnienie absolutne, Pa,

p_{ata} – ciśnienie otoczenia, Pa,

p_{ms}^{ABS} – ciśnienie absolutne ssania (zmierzone manometrem), Pa,

p_{mt} – ciśnienie manometryczne tłoczenia, Pa,

$h_{s,t}$ – wysokość zainstalowania manometrów, m,

ρ_{H_2O} – gęstość pompowanej cieczy, kg/m³,

g – przyspieszenie ziemskie, m/s².

- Wysokość ssania:

$$H_s = \frac{p_{s,obl}}{\rho_{H_2O} \cdot g} + \frac{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_s^2} \right)^2}{2 \cdot g}$$

- Wysokość tłoczenia

$$H_t = \frac{p_{t,obl}}{\rho_{H_2O} \cdot g} + \frac{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_t^2} \right)^2}{2 \cdot g}$$

gdzie:

d_s – średnica rurociągu w miejscu pomiaru ciśnienia ssania, m,

d_t – średnica rurociągu w miejscu pomiaru ciśnienia tłoczenia, m,

- Wysokość efektywna pompy

$$H_e = H_t - H_s$$

- Moc hydrauliczna

$$P_h = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot H_e \cdot Q$$

3. Sprawność pompy η , %

Sprawność pompy modelowej wyznaczono, jako stosunek oddawanej mocy hydraulicznej do pobieranej mocy na wale pompy:

$$\eta = \frac{P_h}{P_w} \cdot 100\%$$

Obliczone, na podstawie zaprezentowanych zależności, wielkości charakterystyczne należy przeliczyć na stałą prędkość obrotową (nominalną), co jest spowodowane tym, iż prędkość obrotowa zmieniała się podczas pomiarów. Do jej wyznaczenia użyto wzorów podobieństwa hydrodynamicznego:

- wydajność $\frac{Q}{Q_{st}} = \frac{n}{n_{n,st}} \quad Q_{st} =$
- wysokość podnoszenia $\frac{H_e}{H_{e,st}} = \frac{n^2}{n^2_{n,st}} \quad H_{e,st} =$
- moc na wale pompy $\frac{P_w}{P_{w,st}} = \frac{n^3}{n^3_{n,st}} \quad P_{w,st} =$

Z uwagi na to, iż zmieniły się wartości Q oraz H_e , zmiany te należy uwzględnić przy obliczeniu mocy hydraulicznej oraz sprawności:

$$P_{h,st} = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot H_{e,st} \cdot Q_{st} \quad \eta_{st} = \frac{P_{h,st}}{P_{w,st}} \cdot 100\%$$

- Wyniki:

| P_s | P_t | H_s | H_t | H_e | Q | F_m | M_w | ω |
|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|-------|-------|----------|
| Pa | Pa | m | m | m | m ³ /s | kg | Nm | rad |
| 110238 | 239738 | 11,307 | 24,539 | 13,232 | 0,00182 | 0,793 | 7,777 | 92,9 |

| $H_{e,st}$ | Q_{st} | $P_{h,st}$ | $P_{w,st}$ | η_{st} (waga) |
|------------|-------------------|------------|------------|--------------------|
| m | m ³ /h | kW | kW | % |
| 147,352 | 21,858 | 8,756 | 26,844 | 32,62 |