

Практичне заняття

ЗАКОН ПОДІБНОСТІ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ

Питання для повторення

- 1.Що таке робоча точка?
- 2.Яким способом можливо змінити положення робочої точки?
- 3.Закон подібності. Зміст і область використання.

Мета заняття – набуття навичок і умінь з розрахунків робочих характеристик насосів при зміні частоти обертів робочого колеса.

Умови задач

1. Визначити подачу насоса при зміні числа обертів з n_1 до n_2 , якщо першопочаткова подача була Q_1 (табл. 1).
2. Насос з колесом діаметром D_1 розвиває напір H_1 . Визначити напір насосу при обточці колеса на 10 % (табл. 1).
3. Яким повинно бути число обертів у одного з геометрично подібних насосів, якщо перший з них при частоті обертів n_1 і діаметрі D_1 розвиває напір H_1 , а другий при діаметрі D_2 розвиває напір H_2 (табл. 1),
4. Подача, одного з двох геометрично подібних насосів Q_1 . Визначити подачу другого, якщо співвідношення частоти обертів n/n_1 , а співвідношення діаметрів D/D_1 (табл. 1).
5. Визначити напір насоса при зміні числа обертів робочого колеса, якщо один з напорів H_1 , а співвідношення частоти обертів n/n_1 (табл. 1).
6. Визначити необхідну потужність на валу насосного агрегату після зменшення числа обертів насоса, який забезпечує витрату Q_1 при напорі H_1 , якщо співвідношення частоти обертів n/n_1 , а коефіцієнт корисної дії η (табл.1).

Приклади розв'язання типових задач

Перший тип задачі. Дано: $n_1=2900$ об/хв, $n_2=1450$ об/хв, $Q_1=500$ л/с.
Визначити Q_2 .

Розв'язання

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2$$

$$Q_2 = Q_1 n_2 / n_1 = 500 \cdot 1450 / 2900 = 250 \text{ л/с.}$$

Другий тип задачі. Дано: $D_1=400$ мм, $H_1=50$ м. Визначити напір насоса при обточці колеса на 10%.

Розв'язання

$$H_o / H_1 = (D_o / D_1)^2$$

$$H_o = H_1 (D_o / D_1)^2 = H_1 \left(\frac{0.9 D_1}{D_1} \right)^2 = 0.81 H_1 = 0.81 \cdot 50 = 40.5 \text{ м}$$

Третій тип задачі. Дано: $n_1=1450$ об/хв., $D_1=0.4$ м, $H_1=20$ м, $H_2=30$ м, $D_2=350$ мм. Визначити n_2 .

Розв'язання

$$H_1 / H_2 = (n_1 D_1)^2 / (n_2 D_2)^2$$

$$n_2 = n_1 D_1 \cdot \sqrt{H_2 / H_1} / D_2 = 1450 \cdot 0.4 \cdot \sqrt{30 / 20} / 0.35 = 2030 \text{ об/хв}$$

Четвертий тип задачі. Дано: $Q_1=0.5$ м³/с, $n/n_1=0.9$, $D/D_1=1.2$. Визначити подачу другого насоса.

Розв'язання

$$Q / Q_1 = (n / n_1) \cdot (D / D_1)^3$$

Вважаючи на те, що з двох насосів 0,5м³/с може подавати як більший, так і менший насос, може бути дві відповіді.

$$Q_1 = Q(n_1/n)(D_1/D)^3 = 0.5 \cdot (1/0.9) \cdot (1/1.2)^3 = 0.322 \text{ м}^3/\text{с}$$

якщо 0,5 м³/с подає менший насос

$$Q = Q_1(n/n_1)(D/D_1)^3 = 0.5 \cdot 0.9 \cdot 1.2^3 = 0,778 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таблиця 1 – Дані до практичного заняття

Номер варіанту	Марка насоса	Подача, Q_1 , л/с	Подача, Q_2 , л/с	n_1 , об/хв	n_2 , хв.	D_1 , мм	D_2 , мм	H_1 , м	H_2 , м	H_r , м	S_B (для Q в $м^3/с$)
1	Д200-95	42	60	2950	1450	280	240	104	90	75	5000
2	Д320-70	60	92	2950	1450	242	221	80	64	48	2000
3	Д200-36_	42	70	1450	960	350	315	31	40	17	5000
4	Д320-50	70	100	1450	960	405	382	54.	46	28	2000
5	Д500-65	111	167	1450	960	465	434,	70	57	33	1000
6	Д630-90 .	150	200	1450	960	525	502	94	89	70	500
7	Д800-57	160	270	1450	960	432	408	62	48	34	200
8	Д1250-65 .	250	350	1450	960	460	421	70	64	40	200
9	Д1250-125	280	480	1450	960	625	600	135	96	91	400
10	Д500-36	110	170	960	1450	525	500	42	34	20	500
11	Д800-26	180	280	960	1450 °	460	420	30	24	9	200
12	Д1000-40	225	375	960	1450	540	510	43,5	35	21	100
13	Д2000-21	350	600	960	1450	460	415	25	17	14	10
14	Д2000-100	400	650	970	1450	855	811	107	86	74	30
15	Д2500-62	540	780	960	1450	700	684	66	56	44	20

16	Д3200-33	680	1000	960	1450	550	516	44	28	19	10
17	Д3200-75	650	1000	960	1450	765	721	81	67	60,	10
18	Д4000-95.	1000	1400	960	1450	860	834	100	84	65	10
19	Д1250-14	325	425	750	980	460	412	17	15.	12	20
20	Д2000-34	420	640	730	980	700	670	37	28	20	20
21	Д2500-17 .	500	775	730	980	550	515	20	16	10,6	10
22	Д12500-45	550	825	730	980	765	714	45	34	26	12
23	Д3200-55	760	1200	730	980	850	821	57	44	32	10
24	Д5000-32	1100	1500	730	980	690	650	31	25	21	2
25	Д6300-27	1300	1950	730	980	740	700	33	22,5	16	2

П'ятий тип задачі. Дано: $H_1=40$ м, $n/n_1=0.5$. Визначити напір насосу H .

Розв'язання

Як і в попередній задачі тут можливо два варіанти:

- якщо напір $H_1=40$ м забезпечується меншим насосом;
- якщо напір $H_1=40$ м забезпечується більшим насосом.

Виходячи з співвідношення

$$H / H_1 = (n / n_1)^2$$

одержимо: в першому випадку

$$H = H_1(n / n_1)^2 = 40 \cdot 0,5^2 = 10 \text{ м}$$

в другому випадку

$$H_1 = H(n_1 / n)^2 = 40 \cdot (1 / 0,5)^2 = 160 \text{ м}$$

Шостий тип задачі. Дано: $Q_1=1388$ л/с, $H_1=0,3$ МПа, $n/n_1=0.5$, $\eta=0.8$.
Визначити подачу і напір насоса.

Розв'язання

Потужність на валу насоса визначається формулою

$$N = \frac{\rho g Q_1 H_1}{1000} = \frac{1000 \cdot 9.81 \cdot 1388.9 \cdot 30}{1000 \cdot 0.8} = 511 \text{ кВт}$$

Зміна споживаємої потужності при зміні кількості обертів визначається із залежності

$$N / N_1 = (n / n_1)^3$$

$$N = N_1(n / n_1)^3 = 511 \cdot 0.5^3 = 63.9 \text{ кВт}$$

При цьому подача насоса

$$Q/Q_1 = (n/n_1)$$

$$Q = Q_1(n/n_1) = 1388.9 \cdot 0.5 = 694 \text{ л/с}$$

Напір насоса

$$H/H_1 = (n/n_1)^2$$

$$H = H_1(n/n_1)^2 = 30 \cdot 0.5^2 = 7.5 \text{ м}$$

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.