

Практичне заняття

Визначення робочих характеристик насосів другого підйому

Питання для повторення

1. Яку можливість дає обладнання насосних станцій відцентровими насосами, що мають
2. здатність до саморегулювання?
3. Від чого залежить напір насосної
4. станції другого підйому?
5. При яких умовах можуть бути визначені втрати напору в комунікаціях насосних станцій?

Мета заняття – набуття навичок і умінь з визначення робочих характеристик насосного обладнання різного типу.

1. Визначити повний, динамічний і статичний напори насоса з робочим колесом діаметром D_2 при частоті обертання n , якщо кут між абсолютною і переносною швидкостями на виході із робочого колеса α_2 , кут між відносною швидкістю і дотичною в точці виходу із колеса β_2 . Рідина підводиться без закручення. Побудувати графік зміни H_d і $H_{ст}$ при зміні β_2 від β_2 до $2\beta_2$ (табл.1).

2. Визначити повний, динамічний і статичний напори насоса з робочим колесом на виході D_2 , на вході D_1 , з частістю обертання n , якщо абсолютна швидкість на вході C_1 , а кути між відповідними швидкостями α_1 , β_1 , β_2 (табл.1).

Таблиця 1 - Вихідні дані до практичних занять

Но- мер варі- анту	Діа- метр коле- са D_1 ,мм	Діа- метр коле- са D_2 мм	Ши- рина лопат- ки b_2 ,мм	Кіль- кість обер- тів n об/хв	α_1 , град	α_2 град	U_2 м/с	D_1 мм	β_1 град	β_2 град	C_1 м/с
1	1600	360	60	1450	12	15	18	150	12	30	0.8
2	550	405	65	980	11	25	9	120	20	45	1.0
3	570	200	37	2900	10	27	12	200	25	30	0.9
4	553	250	40	1450	8	16	14	200	22	40	1.2
5	405	250	21	980	14	30	10	150	12	35	0.8
6	350	600	20	2900	9	40	13	120	15	40	1.5
7	525	300	24	1450	13	35	16	180	25	30	1.0
8	380	600	27	980	11	30	15	110	22	45	0.9
9	190	450	23	2900	8	33	11	60	25	45	1.2
10	204	480	41	1450	10	35	17	80	15	32	0.9

11	180	400	40	980	12	27	8	90	20	40	1.3
12	192	400	24	2900	14	28	17	90	25	45	0.9
13	105	350	20	1450	9	29	12	40	22	32	1.2
14	115	300	37	980	11	17	10	40	12	28	1.0
15	162	300	35	2900	8	20	11	50	22	38	0.8
16	148	380	40	1450	14	24	12	50	25	40	1.4
17	168	320	44	980	11	26	14	500	20	36	0.9
18	315	520	30	2900	12	19	16	100	12	36	1.4
19	290	500	21	1450	13	18	15	100	15	30	0.8
20	128	250	61	980	9	27	16	40	25	45	1.0
21	204	400	53	2900	10	29	10	70	22	45	1.4
22	360	520	62	1450	8	36	14	130	12	34	0.9
23	185	450	41	980	11	40	10	70	220	42	1.5
24	170	340	57	2900	14	39	14	60	17	38	1.3
25	106	400	38	1450	13	37	11	35	15	27	0.8

Продовження таблиці 1

C ₂ м/с	Q, м ³ /с	H, м	h, м	η _о , %	B, МПа	M, МПа	Z, м	□Q, л/с	□N, %	η _о , %
20	1.2	30	2.0	97	0.05	0.3	0.5	60	2	90
50	1.4	35	3.5	95	0.04	0.35	1.5	65	4	91
40	1.6	25	3.0	96	0.03	0.25	1	70	5	92
50	0.5	24	3.0	97	0.02	0.30	2	25	3	93
30	0.3	40	3.5	95	0.04	0.50	2.5	15	1	94
60	0.6	15	2.0	96	0.02	0.4	0.5	30	3	95
60	1.4	46	3.0	95	0.05	0.2	2.5	65	4	90
30	0.2	20	2.5	96	0.02	0.7	1.5	10	3	91
40	0.1	30	2.5	95	0.03	0.3	2	5	2	92
20	0.5	70	7.0	96	0.02	0.35	1	25	5	93
60	0.3	30	3.0	95	0.05	0.25	2	15	2	94
50	0.6	35	3.0	95	0.03	0.15	0.5	30	3	95
40	0.6	60	6.2	96	0.04	0.45	2.5	30	4	90
30	0.2	45	5.7	95	0.05	0.46	1	10	2	91
20	0.4	15	2.0	94	0.04	0.2	2.5	20	5	92
40	0.1	45	3.5	95	0.02	0.3	1.5	5	3	93
20	1.4	62	6.5	95	0.03	0.3	2	65	2	94
60	1.6	45	3.5	97	0.05	0.35	1	70	3	95
500	0.2	50	4.2	94	0.02	0.6	1.5	10	2	90
40	0.4	80	7.5	96	0.04	0.45	2.5	20	4	91
30	0.7	15	2.0	95	0.03	0.15	1.5	35	5	92
30	1.0	17	2.5	95	0.04	0.45	0.5	50	3	93
20	0.2	80	7.5	96	0.04	0.65	2	10	5	94
60	0.7	40	5.0	96	0.05	0.45	1	35	2	95

40	1.0	45	3.8	95	0.03	0.5	0.5	50	4	90
----	-----	----	-----	----	------	-----	-----	----	---	----

3. За умовами попередньої задачі визначити повний, динамічний і статичний напори, якщо швидкість на виході із робочого колеса C_2 , а кут між абсолютною і переносною швидкостями α_2 (табл. 2).

4. За умовами попередньої задачі визначити теоретичну подачу насосів, якщо ширина лопатки β_2 .

Приклади розв'язання типових задач

1 тип задачі. . Дано: $D_2 = 400$ мм, $n = 2950$ об/хв, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\beta_2 = 45^\circ$. Рідина підводиться до робочого колеса без закручення. Визначити повний, динамічний і статичний напори насоса. Побудувати графіки $H_g = f(\beta_2)$ і $H_c = f(\beta_2)$ при зміні від $\beta_2 = 45^\circ$ до $\beta_2 = 90^\circ$.

Розв'язання

Як видно з рис. 2.5

$$C_{2u} = C_{2r} = U / 2$$

U_2 рівняється

$$U_2 = \pi D^2 n / 60 = 3.14 \cdot 0.4 \cdot 2950 / 60 = 61.75 \text{ м/с}$$

$$C_{2u} = 61.76 / 2 = 30.88 \text{ м/с}$$

Динамічна складова повного напору визначається за формулою

$$H_g = C_{2u}^2 / 2g = 30.88^2 / 2 \cdot 9.81 = 48.59 \text{ м}$$

а статичний напір

$$H_c = H_T - H_g = 194.34 - 48.59 = 145.75 \text{ м}$$

Для того, щоб побудувати графіки $H_g = f(\beta_2)$ і $H_c = f(\beta_2)$ необхідно розрахувати їх значення для проміжних величин кута β_2 . Враховуючи, що для $\beta_2 = 45^\circ$ напори уже відомі і достатньо буде знайти H_g і H_c при кутах $\beta_2 = 60^\circ$ і $\beta_2 = 90^\circ$.

на виході

на вході

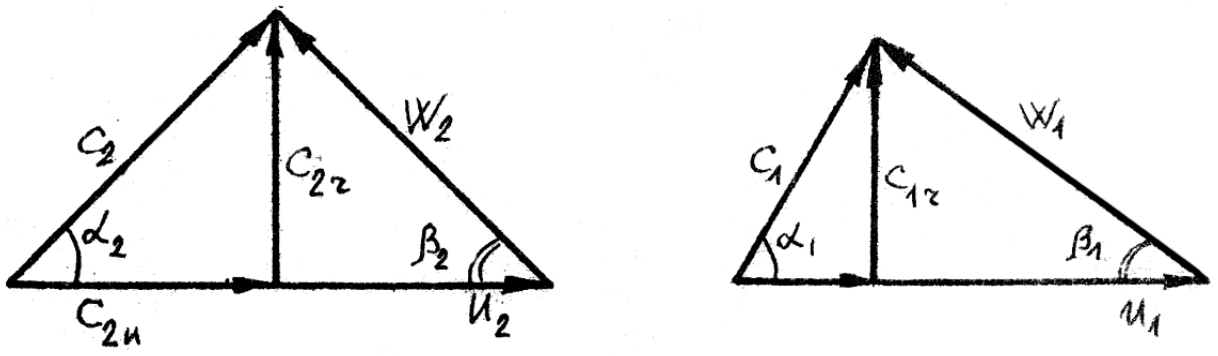


Рис. 2.4

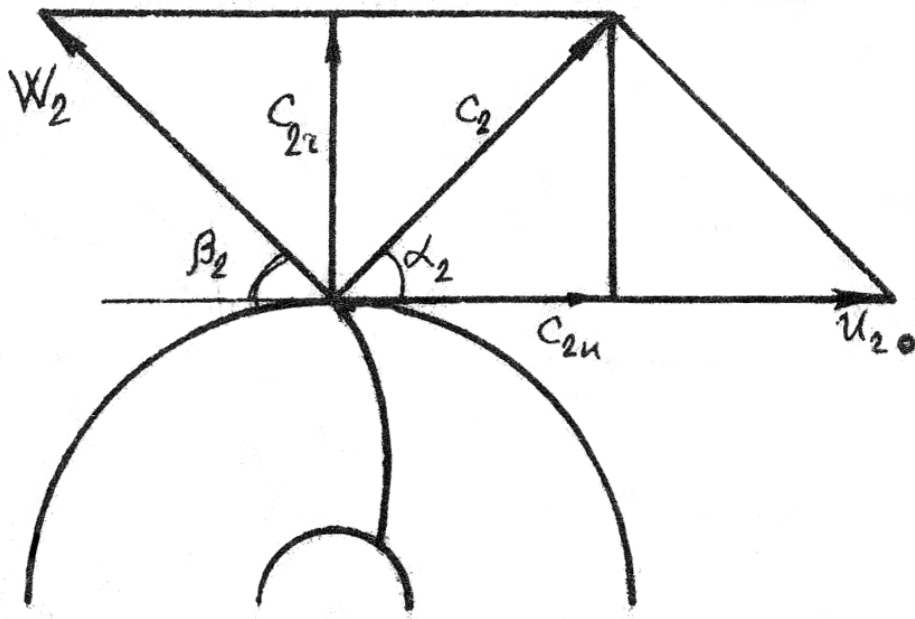


Рис. 2.5

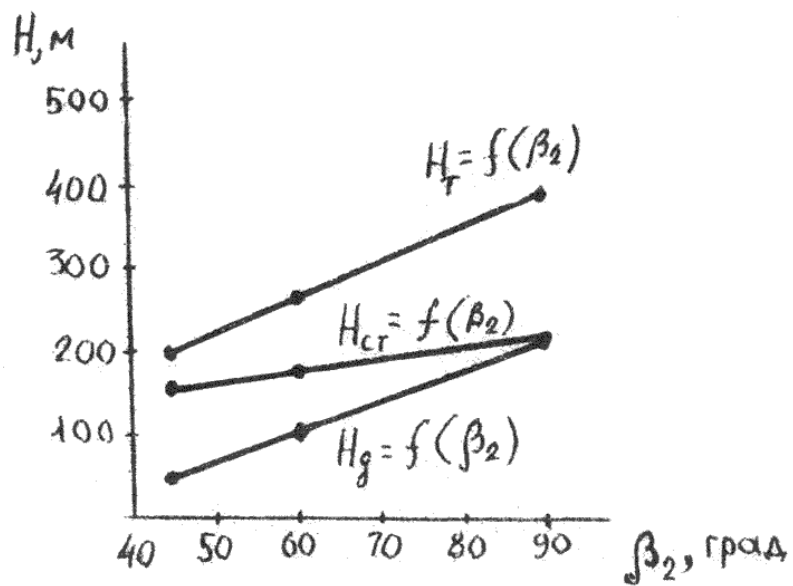


Рис. 2.6

При $\alpha_2=60^\circ$

$$C_{2u} = U_2 - C_{2r} \cdot \operatorname{ctg}60^\circ$$

Враховуючи, що $C_{2u}=C_{2r}$, одержимо

$$C_{2u} = U_2 / (1 + \operatorname{ctg}60^\circ) = 61.76 / (1 + 0.577) = 39.16 \text{ м/с}$$

Тоді

$$H_T = U_2 C_{2u} / g = 61.76 \cdot 39.16 / 9.81 = 246.5$$

$$H_g = 39.16^2 / 2 \cdot 9.81 = 78.2 \text{ м}$$

$$H_c = H_T - H_g = 246.5 - 78.2 = 174.3 \text{ м}$$

При $\alpha_2=90^\circ$

$$C_{2u} = U_2 = 61.76 \text{ м/с}$$

$$H_g = H_c = 0.5 H_T = 0.5 \cdot 61.76^2 / 9.81 = 194.3 \text{ м}$$

По одержаним значенням будуються залежності $H_g=f(\alpha_2)$ і $H_c=f(\alpha_2)$ (рис.2.6).

2 тип задачі. Дано: $D_2=0.3\text{м}$, $D_1=0.1\text{м}$, $n=2950$ об/хв, $C_1=1.5$ м/с, $\alpha_1=45^\circ$, $b_1=45^\circ$, $b_2=90^\circ$. Визначити повний, динамічний і статичний напори.

Розв'язання

Паралелограми на вході і на виході з робочого колеса показані на рис.2.7.

Повний напір визначається залежністю

$$H_T = (U_2 C_{2u} - U_1 C_{1u}) / g$$

$$U_2 = \pi D_2 n / 60 = 3.14 \cdot 0.3 \cdot 2950 / 60 = 46.3 \text{ м/с}$$

$$U_1 = \pi D_1 n / 60 = 3.14 \cdot 0.1 \cdot 2950 / 60 = 15.4 \text{ м/с}$$

Так як $\beta_2=90^\circ$, $C_{2u}=U_2=46.3 \text{ м/с}$

Зважаючи на те, що $\alpha_1=45^\circ$

$$H_T = (46.3 \cdot 46.3 - 15.4 \cdot 7.7) / 9.81 = 206.4 \text{ м}$$

Динамічний напір

$$H_g = C_{2u}^2 / 2g = 46.3^2 / 2 \cdot 9.81 = 109.3 \text{ м}$$

Статичний напір

$$H_c = H_T - H_g = 206.4 - 109.3 = 97.1 \text{ м}$$

Дев'ятий тип задачі. При умовах попередньої задачі визначити повний, динамічний і статичний напори, якщо $\alpha_2=25^\circ$, а $C_2=60 \text{ м/с}$.

Розв'язання

$$C_{2u} = C_2 \cdot \cos 25^\circ = 60 \cdot 0.91 = 54.4 \text{ м/с}$$

$$H_g = C_{2u}^2 / 2g = 54.4^2 / 2 \cdot 9.81 = 150.8 \text{ м}$$

$$H_T = (U_2 C_{2u} - U_1 C_{1u}) / g = (46.3 \cdot 54 - 15.4 \cdot 7.7) / 9.81 = 245 \text{ м}$$

$$H_c = H_T - H_g = 245 - 150.8 = 94.2 \text{ м}$$

Дев'ятий тип задачі. При умовах попередньої задачі визначити повний, динамічний і статичний напори, якщо $\beta_2=25^\circ$, а $C_2=60 \text{ м/с}$.

Розв'язання

$$C_{2u} = C_2 \cdot \cos 25^\circ = 60 \cdot 0.91 = 54.4 \text{ м/с}$$

$$H_g = C_{2u}^2 / 2g = 54.4^2 / 2 \cdot 9.81 = 150.8 \text{ м}$$

$$H_T = (U_2 C_{2u} - U_1 C_{1u}) / g = (46.3 \cdot 54 - 15.4 \cdot 7.7) / 9.81 = 245 \text{ м}$$

$$H_c = H_T - H_g = 245 - 150.8 = 94.2 \text{ м}$$

3 тип задачі. За умовами попередньої задачі визначити теоретичну подачу насосів, якщо ширина лопатки $\beta_2=0.02$ м.

Розв'язання

Теоретична подача

$$Q_T = \omega V = \pi D_2 b_2 C_{2r}$$

$$C_{2r} = C_2 \sin 25^\circ = 60 \cdot 0.423 = 25.4 \text{ м/с}$$

$$Q_T = 3.14 \cdot 0.3 \cdot 0.02 \cdot 25.4 = 0.482 \text{ м}^3 / \text{с}$$

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.

