

Практичне заняття

Тема заняття: визначення основних параметрів поршневого компресору.

Мета заняття: навчитись визначати основні параметри тиску, об'єму; температури роботи та кількості відведеної теплоти при стисненні поршневого компресору.

Задача 1 Визначити об'єм стислого повітря, роботу яка витрачається в компресорі при ізотермічному стисненні, кількість відведеної від повітря теплоти, якщо:

Вихідні дані	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_1, \text{м}^3$	3,5	4,2	2,5	3,5	4,5	5	6	3,3	3,8	5,2
$p_1, \text{МПа}$	0,1	0,1	0,13	0,11	0,101	0,1	0,103	0,1	0,1	0,103
$p_2, \text{МПа}$	0,6	0,7	0,4	0,3	0,7	0,8	0,9	0,55	0,65	0,7

Задача 2 Визначити об'єм стиснутого повітря, температуру повітря наприкінці стиснення і роботу, яка витрачається в компресорі при адіабатному стиснення, якщо:

Вихідні дані	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_1, \text{м}^3$	2,3	3,0	4,0	3,0	4,2	4,8	3,8	5,0	5,0	3,2
$p_1, \text{МПа}$	0,1	0,1	0,101	0,1	0,1	0,103	0,1	0,1	0,103	0,101
$p_2, \text{МПа}$	0,6	0,7	0,8	0,5	0,75	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6
$t_1, ^\circ\text{C}$	20	15	10	25	10	5	15	20	15	10
k	1,4	1,25	1,3	1,3	1,25	1,2	1,4	1,35	1,25	1,4

Задача 3 Визначити початковий об'єм повітря, кінцевий тиск, роботу та кількість теплоти при політропному стисненні повітря в компресорі, якщо:

Вихідні дані	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_2, ^\circ\text{C}$	110	100	110	120	100	110	130	110	100	120
$t_1, ^\circ\text{C}$	0	10	0	10	15	20	18	15	10	0
$V_2, \text{м}^3$	1,2	2,1	3,1	1,8	1,4	3,2	2,8	2,5	4,0	3,5
$p_1, \text{МПа}$	0,1	0,101	0,102	0,103	0,1	0,101	0,1	0,1	0,103	0,1
n	1,25									

Приклад розрахунку

Визначити роботу, кінцеву температуру і кількість відведеної теплоти при теоретичному процесі стиснення 1 м^3 повітря за ізотермою, адіабатою і політропою одноступеневого поршневого компресора, якщо:

$p_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $p_2 = 0,4 \text{ МПа}$, $t_1 = 15 ^\circ\text{C}$, $n = 1,25$.

Рішення

1 Процес з ізотермічним стисненням.

Використовуємо формулу
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}$$

де, $\frac{p_2}{p_1} = E$ – ступінь підвищення тиску.

Визначаємо об'єм повітря наприкінці стиснення:

$$V_2 = V_1 \frac{p_2}{p_1} = 1 \frac{0,1 \times 10^6}{0,4 \times 10^6} = 0,25 \text{ м}^3$$

Температура повітря в процесі стиснення постійна, тобто

$$t_1 = t_2 = 15 ^\circ\text{C}$$

Відкіля за формулою

$$T = 273 + t$$

або $T_1 = T_2 = 273 + 15 = 288K$

Робота, яка витрачається в компресорі $L_{к.из} = 138600 Дж / м^3$

2 Процес з адіабатним стисненням.

Об'єм повітря наприкінці стиснення визначаємо відповідно формули

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k$$

де $k = 1,4$ – показник адіабати

$$V_2 = V_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{k}} = 1 \left(\frac{0,1 \times 10^6}{0,4 \times 10^6} \right)^{\frac{1}{1,4}} = 0,371 м^3$$

Температуру повітря наприкінці стиснення визначаємо за формулами:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} ; \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} ;$$

Відповідно вихідних даних

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = 288 \left(\frac{0,4 \times 10^6}{0,1 \times 10^6} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 428K$$

Відповідно $t_2 = T_2 - 273 = 428 - 273 = 155^0 C$

Робота, яка витрачається в компресорі,

$$L_{к.ад} = \frac{k}{k-1} p_1 V_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1,4}{1,4-1} 0,1 \times 10^6 \times 1 \left[\left(\frac{0,4 \times 10^6}{0,1 \times 10^6} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} - 1 \right] = 169400 Дж / м^3$$

3 Процес з політропним стисненням.

Об'єм повітря наприкінці стиснення визначаємо за формулою

$$V_2 = V_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{n}} = 1 \left(\frac{0,1 \times 10^6}{0,4 \times 10^6} \right)^{\frac{1}{1,25}} = 0,33 м^3$$

Температура наприкінці стиснення відповідно

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 288 \left(\frac{0,4 \times 10^6}{0,1 \times 10^6} \right)^{\frac{1,25-1}{1,25}} = 380K$$

або $t_2 = T_2 - 273 = 380 - 273 = 107^0 C$.

Робота, яка витрачається в компресорі, визначається за формулою:

$$L_{к.пол.} = \frac{n}{n-1} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1,25}{1,25-1} (0,4 \times 10^6 \times 0,33 - 0,1 \times 10^6 \times 1) = 160000 Дж / м^3$$

Кількість відведеної теплоти

$$Q = m C_v \frac{n-k}{n-1} (T_2 - T_1),$$

де, m – маса повітря; $C_v = 0,7243 \frac{кДж}{кг \cdot K}$ – середня теплоємність повітря при $t = 0 \div 200^0 C$

Знаходимо масу повітря, використовуючи формулу $pV = mRT$ де, $R = 287 \frac{Дж}{кг \cdot K}$ – газова постійна повітря

$$\text{Відповідно } m = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{0,1 \times 10^6 \times 1}{287 \times 288} = 1,21 кг$$

Визначаємо

$$Q = 1,21 \times 0,7243 \frac{1,25-1,4}{1,25-1} (380 - 288) = -48,38 \frac{кДж}{м^3}$$