

2.2 Цикл Карно

2.2.1 Пример решения

Исходные данные

1 кг воздуха совершает цикл Карно (рисунок 2) в пределах температур 627 и 27 °С, причем наибольшее давление 60 бар, а наименьшее 1 бар. Определить состояние воздуха в характерных точках цикла, работу, термический КПД цикла и количество подведенного и отведенного тепла.

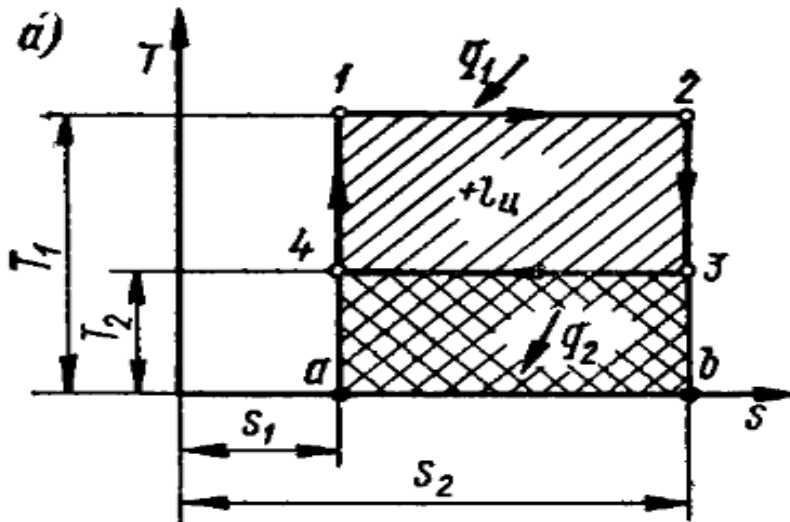


Рисунок 2.2 – Прямой цикл Карно на Ts диаграмме

Решение:

- для точки 1 $p_1=60$ бар, $T_1=900$ К

$$v_1=(T_1 \times R)/p_1=(900 \times 287)/(60 \times 10^5)=0,043 \text{ м}^3/\text{кг}$$

- для точки 2 $T_1=T_2=900$ К так как 1-2 изотермический процесс по линии 2-3 (адиабате) находим, $p_3=1$ бар

$$\frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{p_2}{p_3}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \frac{p_2}{p_3} = \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad p_2 = p_3 \times \left(\frac{T_2}{T_3}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad p_2 = 1 \times \left(\frac{900}{300}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 46,8 \text{ бар}$$

по линии 1-2 (изотерме) находим

$$p_1 \times v_1 = p_2 \times v_2 \quad v_2 = (p_1 \times v_1)/p_2 = (60 \times 10^5 \times 0,043)/(46,8 \times 10^5) = 0,055 \text{ м}^3/\text{кг}$$

- для точки 3 $p_3=1$ бар, $T_3=300$ К

$$v_3=(T_3 \times R)/p_3=(300 \times 287)/(1 \times 10^5)=0,861 \text{ м}^3/\text{кг}$$

- для точки 4 $T_4=300$ К

по линии 4-1 (адиабате) находим

$$\frac{p_1}{p_4} = \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad p_4 = p_1 / \left(\frac{T_1}{T_4}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad p_4 = (60 \times 10^5) / \left(\frac{900}{300}\right)^{\frac{1,4}{1,4-1}} = 1,284 \text{ бар}$$

по линии 3-4 (изотерме) находим

$$p_3 \times v_3 = p_4 \times v_4 \quad v_4 = (p_3 \times v_3)/p_4 = (1 \times 10^5 \times 0,861)/(1,284 \times 10^5) = 0,671 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Термический КПД

$$\eta_i = (T_1 - T_2) / T_1 = 600 / 300 = 0.667$$

Определяем подводимую теплоту

$$q_1 = R \times T_1 \times \ln(v_2 / v_1) = 287 \times 900 \times \ln(0,055 / 0,043) = 63,6 \text{ кДж/кг}$$

Определяем отводимую теплоту

$$q_2 = R \times T_3 \times \ln(v_3 / v_4) = 287 \times 300 \times \ln(0,861 / 0,671) = 21,5 \text{ кДж/кг}$$

Работа цикла

$$l_0 = q_1 - q_2 = 63,6 - 21,5 = 42,1 \text{ кДж/кг}$$

Термический КПД

$$\eta_i = l_0 / q_1 = 42,1 / 63,6 = 0.662$$

2.2.2 Задания по вариантам

Вариант 1

Исходные данные

1 кг воздуха совершает цикл Карно (рисунок 2.2) в пределах температур t_1 и t_2 °С, причем наибольшее давление p_1 бар, а наименьшее p_2 бар. Определить состояние воздуха в характерных точках цикла, работу, термический КПД цикла и количество подведенного и отведенного тепла. Некоторые данные выбираются по варианту из таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Данные для решения задачи

№	t_1	t_2	p_1	p_2
	°С		бар	
1	2	3	4	5
1	527	27	50	0,9
1	2	3	4	5
2	507	17	45	0,8
3	717	7	55	0,7
4	617	37	30	0,6
5	657	27	20	1
6	777	47	25	1,2
7	577	17	57	1,4
8	557	27	59	1,3
9	757	47	58	1,1
10	597	17	49	0,9
11	697	27	38	0,85
12	607	37	60	1,15

