

1. В гладкотрубном теплообменном аппарате, имеющем площадь теплообменной поверхности F утилизируется теплота влажных газов. Тепло используется для подогрева воды. Определить тепловую нагрузку, которую можно передать в теплообменнике. Термическим сопротивлением стенки труб пренебречь.

Исходные данные:

Площадь теплообменной поверхности, $m^2 - F=20$

Температура воды на входе в теплообменник $^{\circ}C - t_1$

Температура воды на выходе из теплообменника, $^{\circ}C - t_2$

Температура газов входе в теплообменник, $^{\circ}C - t_3$

Влагосодержание газов на входе в теплообменник (кг/кг) – x_3

Температура газов на выходе из теплообменника, $^{\circ}C - t_4$

Влагосодержание газов на выходе из теплообменника (кг/кг) – x_4

Коэффициент теплоотдачи со стороны воды $Вт / (m^2 \cdot K) - \alpha_1$

Коэффициент теплоотдачи со стороны влажных газов при сухом теплообмене $Вт / (m^2 \cdot K) - \alpha_2 = 30$

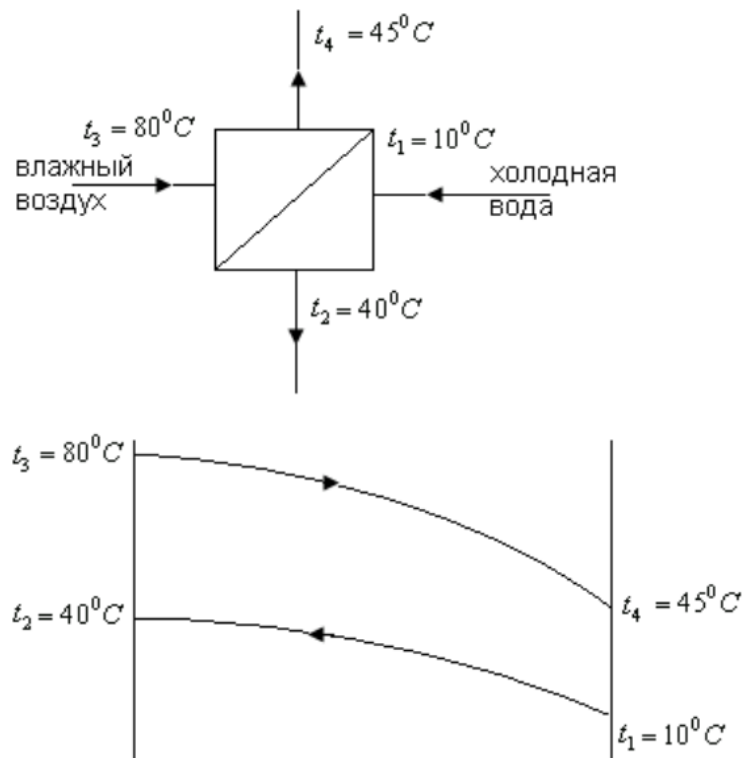
Теплота парообразования, $кДж/кг - r_0 = 2500$

Теплоемкость сухого воздуха, $кДж/(кг \cdot K) - c_p = 1$

Теплоемкость пара, $кДж/(кг \cdot K) - c_{п} = 1,807$

1	t_1	t_2	t_3	x_3	t_4	x_4	α_1
2	10,0	40,0	80,0	0,030	45,0	0,020	8000
3	10,3	40,3	80,5	0,034	45,3	0,024	8020
4	10,5	40,5	81,0	0,038	45,6	0,028	8040
5	10,8	40,8	81,5	0,042	45,9	0,032	8060
6	11,0	41,0	82,0	0,046	46,2	0,036	8080
7	11,3	41,3	82,5	0,050	46,5	0,040	8100
8	11,5	41,5	83,0	0,054	46,8	0,044	8120
9	11,8	41,8	83,5	0,058	47,1	0,048	8140
10	12,0	42,0	84,0	0,062	47,4	0,052	8160
11	12,3	42,3	84,5	0,066	47,7	0,056	8180
12	12,5	42,5	85,0	0,070	48,0	0,060	8200
13	12,8	42,8	85,5	0,074	48,3	0,064	8220
14	13,0	43,0	86,0	0,078	48,6	0,068	8240
15	13,3	43,3	86,5	0,082	48,9	0,072	8260
16	13,5	43,5	87,0	0,086	49,2	0,076	8280
17	13,8	43,8	87,5	0,090	49,5	0,080	8300
18	14,0	44,0	88,0	0,094	49,8	0,084	8320
19	14,3	44,3	88,5	0,098	50,1	0,088	8340
20	14,5	44,5	89,0	0,102	50,4	0,092	8360

21	14,8	44,8	89,5	0,106	50,7	0,096	8380
22	15,0	45,0	90,0	0,110	51,0	0,100	8400
23	15,3	45,3	90,5	0,114	51,3	0,104	8420
24	15,5	45,5	91,0	0,118	51,6	0,108	8440
25	15,8	45,8	91,5	0,122	51,9	0,112	8460
26	16,0	46,0	92,0	0,126	52,2	0,116	8480
27	16,3	46,3	92,5	0,130	52,5	0,120	8500
28	16,5	46,5	93,0	0,134	52,8	0,124	8520



Средняя логарифмическая разность температур в теплообменном аппарате (противоток)

$$\Delta t_B = t_3 - t_2$$

$$\Delta t_M = t_4 - t_1$$

$$\Delta t_{\text{лог}} = \frac{\Delta t_B - \Delta t_M}{\ln\left(\frac{\Delta t_B}{\Delta t_M}\right)}$$

Для того, чтобы найти коэффициент влаговыпадения, необходимо знать энтальпии влажного воздуха, которые можно найти из диаграммы или по формуле:

$$H_3 = c_p \cdot t_3 + x_3 \cdot (r_0 + c_{п} \cdot t_3), \left[\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$$

$$H_4 = c_p \cdot t_4 + x_4 \cdot (r_0 + c_{п} \cdot t_4), \left[\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right]$$

$$\text{Коэффициент влаговыпадения: } \zeta = \frac{H_3 - H_4}{c_p \cdot (t_3 - t_4)}$$

Коэффициент теплопередачи с учетом влаговыпадения:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot \zeta}}, \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right]$$

Тепловая нагрузка теплообменника с учетом влаговыпадения:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{лог}}, [\text{кВт}]$$

2. Сравнить эксергетический КПД двух теплообменных аппаратов, использующих для подогрева воды дымовыми газами

Исходные данные:

Температура подогрева воды дымовыми газами в интервале от T''_X до T'_X °С при помощи теплообменных аппаратов.

Температура дымовых газов на входе в первый теплообменный аппарат, °С – $T'_{Г1}$

Температура дымовых газов на выходе из первого теплообменного аппарата, °С – $T''_{Г1}$

Температура дымовых газов на входе во второй теплообменный аппарат, °С – $T'_{Г2}$

Температура дымовых газов на выходе из второго теплообменного аппарата, °С – $T''_{Г2}$

Температура, К – $T_0 = 273,15$.

№№	T''_X	T'_X	$T'_{Г1}$	$T''_{Г1}$	$T'_{Г2}$	$T''_{Г2}$
1	80	65	430	300	230	100
2	81	66	431	301	231	101
3	82	67	432	302	232	102
4	83	68	433	303	233	103
5	84	69	434	304	234	104
6	85	70	435	305	235	105
7	86	71	436	306	236	106
8	87	72	437	307	237	107
9	88	73	438	308	238	108
10	89	74	439	309	239	109
11	90	75	440	310	240	110
12	91	76	441	311	241	111
13	92	77	442	312	242	112
14	93	78	443	313	243	113
15	94	79	444	314	244	114
16	95	80	445	315	245	115
17	96	81	446	316	246	116

18	97	82	447	317	247	117
19	98	83	448	318	248	118
20	99	84	449	319	249	119
21	100	85	450	320	250	120
22	101	86	451	321	251	121
23	102	87	452	322	252	122
24	103	88	453	323	253	123
25	104	89	454	324	254	124
26	105	90	455	325	255	125
27	106	91	456	326	256	126
28	107	92	457	327	257	127
29	108	93	458	328	258	128

Решение:

Средние температуры холодного теплоносителя для обоих теплообменных аппаратов одинаковы и составляют

$$T_{X1} = \frac{T'_X - T''_X}{\ln\left(\frac{T'_X}{T''_X}\right)}, [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{X2} = \frac{T'_X - T''_X}{\ln\left(\frac{T'_X}{T''_X}\right)}, [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_{X1} = T_{X2}$$

Средняя температура горячего теплоносителя для первого теплообменного аппарата

$$T_{\Gamma1} = \frac{T'_{\Gamma1} - T''_{\Gamma1}}{\ln\left(\frac{T'_{\Gamma1}}{T''_{\Gamma1}}\right)}, [^{\circ}\text{C}]$$

Средняя температура горячего теплоносителя для второго теплообменного аппарата

$$T_{\Gamma2} = \frac{T'_{\Gamma2} - T''_{\Gamma2}}{\ln\left(\frac{T'_{\Gamma2}}{T''_{\Gamma2}}\right)}, [^{\circ}\text{C}]$$

Эксергетический КПД первого теплообменного аппарата

$$\eta_{E1} = \frac{1 - \frac{T_0}{T_{X1}}}{1 - \frac{T_0}{T_{\Gamma1}}}$$

Эксергетический КПД второго теплообменного аппарата

$$\eta_{E2} = \frac{1 - \frac{T_0}{T_{X2}}}{1 - \frac{T_0}{T_{Г2}}}$$