

**Исходные данные для практических занятий по курсу
«Технико-экономические основы расчета параметров и схем ТЭС и АЭС»**

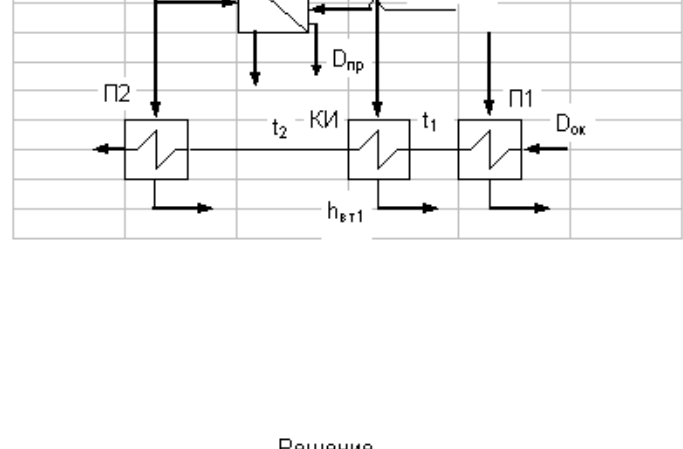
Тема № 1. Выбор оптимального температурного напора в испарителе.

№ п/п	$t_{гр}^n$, °C	$D_{ис}$, кг/с	$t_{вх,ки}$, °C	$D_{ок}$, кг/с	$\alpha_{пр}$	$K_{ис}$, кВт м ² · град	$K_{ки}$, кВт м ² · град	$C_{ис}$, руб/м ²	$C_{ки}$, руб/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	129,2	3,1	105,2	137,0	0,02	2,25	2,70	7700	5500
2	94,1	3,9	54,3	165,0	0,03	2,3	2,67	7500	5400
3	120,1	4,8	88,2	194,1	0,03	2,35	2,64	6600	4900
4	124,5	7,2	97,6	317,1	0,03	2,4	2,67	5700	4520
5	128,8	10,5	100,2	545,0	0,02	2,2	2,70	5200	4250
6	119,0	4,5	89,5	192,1	0,025	2,22	2,73	6700	4940
7	119,0	4,6	89,0	191,1	0,03	2,24	2,76	6800	4860
8	128,8	10,6	100,2	545,0	0,02	2,32	2,79	5150	4300
9	125,5	7,1	98,5	309,0	0,027	2,32	2,71	5750	4400
10	146,0	6,9	124,0	310,0	0,03	2,26	2,73	5800	4450
11	119,6	5,1	89,0	193,1	0,031	2,28	2,75	6300	4820
12	94,2	4,1	54,0	164,3	0,028	2,3	2,77	6800	5270
13	119,6	5,0	90,0	194,1	0,02	2,35	2,78	6350	4750
14	146,0	6,8	124,2	311,0	0,022	2,4	2,81	5850	4410
15	125,5	7,0	98,5	308,0	0,026	2,42	2,66	5900	4460
16	128,8	10,5	100,2	546,0	0,032	2,4	2,69	5200	4100
17	119,0	4,5	88,0	190,1	0,02	2,36	2,72	6550	4900
18	119,0	4,6	89,0	192,1	0,03	2,34	2,75	6700	4970
19	128,8	10,6	101,2	547,0	0,018	2,31	2,78	5100	4220
20	129,2	3,0	105,2	136,0	0,03	2,28	2,66	7750	5460

Исходные данные:

- Температура насыщения греющего пара: $t_{гр_н} := 119.6 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Расход основного конденсата через конденсатор испарителя: $D_{и} := 5.1 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{с}}$
- Температура основного конденсата на входе в конденсатор испарителя: $t_{вх_ки} := 89 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Расход основного конденсата через конденсатор испарителя: $D_{ок} := 193.1 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{с}}$
- Продувка испарителя: $\alpha_{пр} := 0.031$
- Коэффициент теплопередачи в испарителе: $k_{и} := 2.28 \cdot \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
- Коэффициент теплопередачи в конденсаторе испарителя: $k_{ки} := 2.75 \cdot \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
- Удельная стоимость испарителя: $C_{и} := 6300 \cdot \frac{\text{руб}}{\text{м}^2}$
- Удельная стоимость конденсатора испарителя: $C_{ки} := 4820 \cdot \frac{\text{руб}}{\text{м}^2}$
- Температура питательной воды: $t_{пв} := 104 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Давление питательной воды: $P_{пв} := 0.3 \cdot \text{МПа}$

Тепловая схема испарительной установки



Решение

Температурный напор в испарителе:
 $\Delta t_{и} = t_{гр_н} - t_{н_вт}$, где $t_{н_вт}$ - температура насыщения вторичного пара. ORIGIN := 1

Минимальное значение температурного напора испарителя 3-5 градуса. Задаю значениями температурного напора испарителя:

Определяем температуру насыщения вторичного пара:

Теплота парообразования при температурах насыщения вторичного пара:

$i := 1..25$ $\Delta t_{и} := \frac{i}{2} + 3.5$ $t_{н_вт} := t_{гр_н} - \Delta t_{и}$ $r_{вт} := \text{wspRST}[(t_{н_вт} + 273.15) \cdot \text{К}]$

$\Delta t_{и}$	$t_{н_вт}$	$r_{вт}$
1	4	2.214·10 ³
2	4.5	2.216·10 ³
3	5	2.217·10 ³
4	5.5	2.219·10 ³
5	6	2.22·10 ³
6	6.5	2.221·10 ³
7	7	2.223·10 ³
8	7.5	2.224·10 ³
9	8	2.225·10 ³
10	8.5	2.227·10 ³
11	9	2.228·10 ³
12	9.5	2.229·10 ³
13	10	2.231·10 ³
14	10.5	2.232·10 ³
15	11	2.233·10 ³
16	11.5	2.235·10 ³
17	12	2.236·10 ³
18	12.5	2.238·10 ³
19	13	2.239·10 ³
20	13.5	2.24·10 ³
21	14	2.242·10 ³
22	14.5	2.243·10 ³
23	15	2.244·10 ³
24	15.5	2.246·10 ³
25	16	2.247·10 ³

Тепловой баланс для конденсатора испарителя: $Q_{ки} = D_{ок} \cdot c_{р_воды} \cdot (t_2 - t_1) = D_{и} \cdot r_{вт}$

Теплоёмкость воды: $c_{р_воды} = 4.187 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

Тепловая нагрузка конденсатора испарителя: Температура конденсата на выходе из конденсатора испарителя:

$Q_{ки} := D_{и} \cdot r_{вт}$ $t_2 = t_{вх_ки} + \frac{D_{и} \cdot r_{вт}}{D_{ок} \cdot c_{р_воды}}$

$Q_{ки}$	t_2
1	103
2	103
3	103
4	103
5	103
6	103
7	103
8	103
9	103
10	103
11	103.1
12	103.1
13	103.1
14	103.1
15	103.1
16	103.1
17	103.1
18	103.1
19	103.1
20	103.1
21	103.1
22	103.1
23	103.2
24	103.2
25	103.2

среднелогарифмический напор КИ равняется: Значения площадей теплообменивающей поверхности КИ:

$\Delta t_{ср_лог_ки} := \frac{t_2 - t_{вх_ки}}{\ln\left(\frac{t_{н_вт} - t_{вх_ки}}{t_{н_вт} - t_2}\right)}$ $F_{ки} := \frac{Q_{ки}}{k_{ки} \cdot (\Delta t_{ср_лог_ки} \cdot \text{К})}$

$\Delta t_{ср_лог_ки}$	$F_{ки}$
1	18.76
2	18.23
3	17.7
4	17.16
5	16.63
6	16.09
7	15.55
8	15.01
9	14.46
10	13.91
11	13.36
12	12.81
13	12.24
14	11.68
15	11.1
16	10.52
17	9.93
18	9.33
19	8.71
20	8.07
21	7.41
22	6.7
23	5.95
24	5.09
25	4.01

Энтальпии воды и пара вторичного теплоносителя в испарителе и питательной воды:

$h'_{вт} := \text{wspHSST}[(t_{н_вт} + 273.15) \cdot \text{К}]$ $h_{вт} := \text{wspHSWT}[(t_{н_вт} + 273.15) \cdot \text{К}]$

$h_{пв} := \text{wspHPT}[P_{пв}, (t_{пв} + 273.15) \cdot \text{К}]$ $h_{пв} = 436.1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Значения тепловой нагрузки испарителя:

$Q_{и} := D_{и} \cdot (h'_{вт} - h_{пв}) + \alpha_{пр} \cdot D_{и} \cdot (h'_{вт} - h_{пв})$

$h'_{вт}$	$h_{вт}$	$Q_{и}$
1	485.1	1.155·10 ⁴
2	483	1.155·10 ⁴
3	480.9	1.154·10 ⁴
4	478.7	1.154·10 ⁴
5	476.6	1.153·10 ⁴
6	474.5	1.153·10 ⁴
7	472.4	1.152·10 ⁴
8	470.3	1.152·10 ⁴
9	468.1	1.151·10 ⁴
10	466	1.151·10 ⁴
11	463.9	1.151·10 ⁴
12	461.8	1.151·10 ⁴
13	459.7	1.151·10 ⁴
14	457.6	1.151·10 ⁴
15	455.4	1.149·10 ⁴
16	453.3	1.148·10 ⁴
17	451.2	1.148·10 ⁴
18	449.1	1.148·10 ⁴
19	447	1.147·10 ⁴
20	444.9	1.147·10 ⁴
21	442.7	1.146·10 ⁴
22	440.6	1.146·10 ⁴
23	438.5	1.145·10 ⁴
24	436.4	1.145·10 ⁴
25	434.3	1.145·10 ⁴

Значения площадей теплообменивающей поверхности испарителя:

$F_{и} := \frac{Q_{и}}{k_{и} \cdot (\Delta t_{и} \cdot \text{К})}$

$F_{и}$	Стоимостные показатели:
1	$K_{ки} := F_{ки} \cdot C_{ки}$ $K_{и} := F_{и} \cdot C_{и}$ $K_{иу} := (K_{ки} + K_{и}) \cdot 1.85$
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

$K_{ки}$	$K_{и}$	$K_{иу}$
1	7.979·10 ⁶	1.671·10 ⁷
2	7.09·10 ⁶	1.513·10 ⁷
3	6.379·10 ⁶	1.387·10 ⁷
4	5.797·10 ⁶	1.286·10 ⁷
5	5.312·10 ⁶	1.203·10 ⁷
6	4.901·10 ⁶	1.135·10 ⁷
7	4.55·10 ⁶	1.078·10 ⁷
8	4.245·10 ⁶	1.03·10 ⁷
9	3.978·10 ⁶	9.904·10 ⁶
10	3.743·10 ⁶	9.57·10 ⁶
11	3.534·10 ⁶	9.294·10 ⁶
12	3.346·10 ⁶	9.07·10 ⁶
13	3.178·10 ⁶	8.892·10 ⁶
14	3.025·10 ⁶	8.758·10 ⁶
15	2.887·10 ⁶	8.667·10 ⁶
16	2.76·10 ⁶	8.619·10 ⁶
17	2.644·10 ⁶	8.612·10 ⁶
18	2.538·10 ⁶	8.616·10 ⁶
19	2.439·10 ⁶	8.764·10 ⁶
20	2.348·10 ⁶	8.934·10 ⁶
21	2.263·10 ⁶	9.192·10 ⁶
22	2.184·10 ⁶	9.573·10 ⁶
23	2.111·10 ⁶	1.015·10 ⁷
24	2.042·10 ⁶	1.107·10 ⁷
25	1.977·10 ⁶	1.282·10 ⁷

