

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахункового завдання

на тему:

«Термодинамічний розрахунок парогазової установки»

з курсів «Технічна термодинаміка», «Теоретичні основи теплотехніки»,

«Енергетичні установки»

для студентів енергетичних і машинобудівних спеціальностей всіх форм
навчання

Харків

НТУ «ХПІ»

2019 р.

Зміст

ВСТУП	
1 ОПИС СХЕМИ УСТАНОВКИ.....	5
2 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ	7
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ У ХАРАКТЕРНИХ ТОЧКАХ ЦИКЛУ ПАРОТУРБІННОЇ ЧАСТИНИ УСТАНОВКИ.....	9
4 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ У ХАРАКТЕРНИХ ТОЧКАХ ЦИКЛУ ГАЗОТУРБІННОЇ ЧАСТИНИ УСТАНОВКИ.....	10
5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІЧНОГО К.К.Д. ЦИКЛУ ПАРОГАЗОВОЇ	11
6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ РОБОЧИХ ТІЛ УСТАНОВКИ.....	12
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	13
ДОДАТКИ.....	14

ВСТУП

Ефективність роботи теплоенергетичних установок багато в чому визначається методом спалювання палива, досконалістю й правильністю вибору теплових та електричних систем, теплогенеруючого та теплосилового обладнання. Енергозбереження й оптимізація систем виробництва й розподілу теплової й електричної енергії, корегування енергетичних і теплових балансів дозволяють поліпшити перспективи розвитку теплоенергетики й підвищити техніко-економічні показники.

Альтернативи енергозбереженню в цей час, безумовно, немає. Тому актуальним є використання в теплоенергетиці комбінованих енергоустановок, які забезпечують більш ефективне використання теплового потенціалу органічного палива, ціна якого останнім часом постійно зростає. Тому знання принципів роботи, методів розрахунку теплоенергетичного обладнання дозволяють визначити втрати й намітити ефективні шляхи їхнього зниження. Покриття дефіциту енергії варто здійснювати за рахунок таких її джерел, які мали би унікальні властивості: були поновлювальними, екологічно чистими. Розв'язанню завдань енергозбереження в теплоенергетичних циклах присвячені ці методичні вказівки.

Розглянута одна з найбільш складних теплотехнічних систем теплосилової установки з використанням парогазового циклу. Така система містить парогенеруючу та паротурбінну установки, парогазову установку, теплові мережі та теплообмінні пристрої. Відповідно, методичні вказівки містять шість пов'язаних між собою розділів. Перший розділ присвячений опису схеми парогазової установки (ПГУ), у другому розділі подано основні вихідні дані. Третій та четвертий розділи присвячені визначенню параметрів у характерних точках циклу паротурбінної та парогазової установки. П'ятий та шостий розділи присвячені визначенню термічного ККД комбінованого циклу парової та парогазової установки та визначенню витрат робочих тіл для паротурбінної та газотурбінної установок з заданою потужністю.

1 ОПИС СХЕМИ УСТАНОВКИ

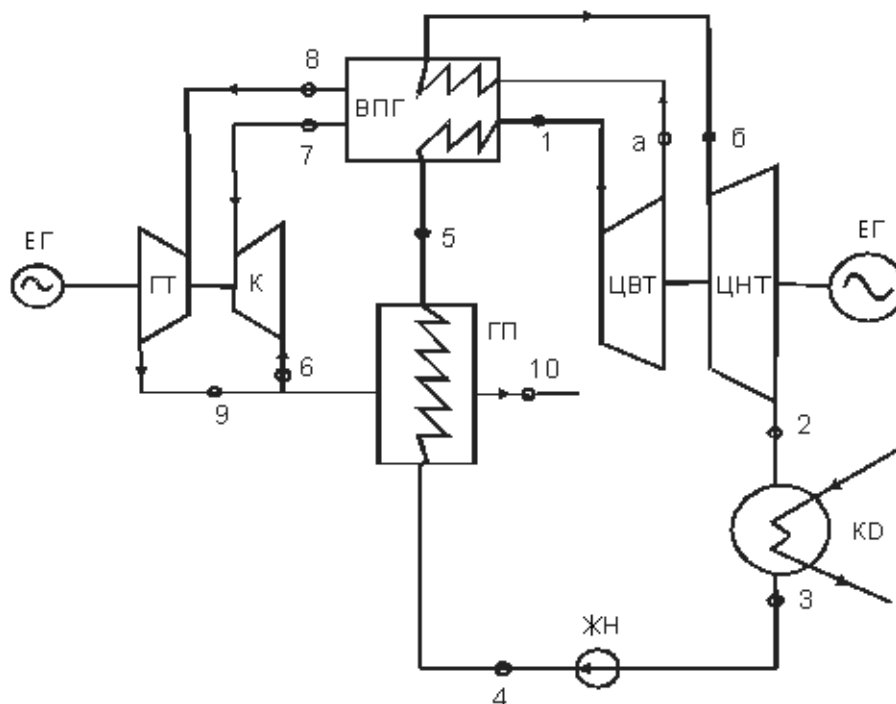


Рисунок 1 – Схема парогазової установки:

1–10 — характерні розрахункові точки термодинамічних процесів циклу ПГУ.

На рис. 1 наведена схема парогазової установки [2, 4], для якої паровий цикл щодо газового циклу є утилізаційним, тобто для виробництва робочого тіла (водяна пара) парової турбіни використовуються продукти горіння, які утворилися в камері згоряння, що входить у комплекс високотемпературного парогенератора.

У парогазовій установці атмосферне повітря стискується компресором К і подається в камеру згоряння високотемпературного парогенератора ВПГ. Сюди ж подається паливо. Продукти згоряння віддають своє тепло на процес паротворення й надходять у газову турбіну ГТ. Отриману у ВПГ водяну пару направляють в парову турбіну ПТ, на одному валу з якою розташований електрогенератор ЕГ змінного струму. Після розширення в циліндрі високого тиску ЦВТ пара надходить у вторинний пароперегрівник ВПП, де його температура підвищується до початкової.

Потім пара розширюється в циліндрі низького тиску ЦНТ і направляється в конденсатор КД, де повністю конденсується. Живильна вода після живильного насоса ЖН подається в газовий підігрівник ГП, де джерелом теплоти є продукти згоряння, відпрацьовані в газовій турбіні.

Таким чином, бінарний цикл парогазової установки з двома турбінами складається із двох контурів: газовий цикл ГТУ й пароводяний цикл ПСУ.

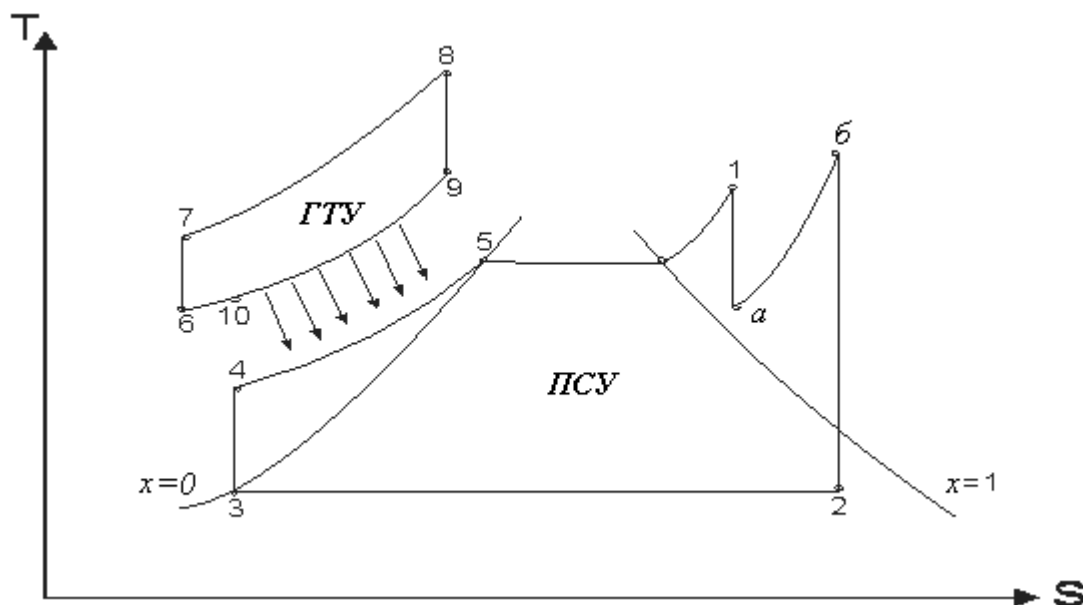


Рисунок 2 – Бінарний цикл парогазової установки в $T - S$ діаграмі

Цикл ГТУ складається з наступних процесів:

- 6–7 – адіабатне стискання повітря в компресорі;
- 7–8 – ізобарне підведення теплоти в камері згоряння ВПГ;
- 8–9 – адіабатне розширення робочого тіла в газовій турбіні;
- 9–10 – ізобарний відвід частини теплоти в газовому підігрівнику продуктами згоряння, відпрацьованими в турбіні;
- 10–6 – ізобарний відвід теплоти в навколишній простір.

Цикл паросилової установки:

- 1–а–б–2 – адіабатне розширення водяної пари в турбіні;
- 2–3 – ізобарний відвід теплоти в конденсаторі (конденсація пари);
- 3–4 – адіабатне стискання живильної води в насосі;
- 4–5 – підведення теплоти до живильної води в ГП;
- 5–1 – процес паротворення у ВПГ і перегрів пари в пароперегрівнику.

2 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

Крім основних параметрів представлених у табл. 1, приймаємо значення параметрів і показників ефективності окремих елементів установки:

$\lambda = 4$ – ступінь стиску повітря в компресорі;

$\pi = 4$ – ступінь розширення продуктів згоряння в газовій турбіні;

$\kappa = 1,4$ – показник адіабати;

$C_{p_r} = 1,2$ кДж/кг \cdot К – середня масова теплоємність продуктів згоряння;

$\eta_k = 0,88$ – к.к.д. компресора;

$\eta_{oi_{п.т}} = 0,8$ – відносний внутрішній к.к.д. парової турбіни;

$\eta_{oi_{г.т}} = 0,85$ – відносний внутрішній к.к.д. газової турбіни;

$\eta_m = 0,99$ – механічний к.к.д. газової й парової турбіни;

$\eta_{er} = 0,98$ – к.к.д. електрогенератора;

$\eta_{в.пт} = 0,91$ – к.к.д. високотемпературного парогенератора;

$Q_H = 39 \cdot 10^3$ кДж/м³ – нижча теплотворна здатність палива;

$P_6 = 0,2 \cdot P_1$ бар – тиск у вторинному пароперегрівнику;

$t_6 = t_1$ °С – температура пари після ВПП.

Таблиця 1 – Вихідні режимні параметри циклу ПГУ

№ варіанта	P ₁ , бар	t ₁ , °C	P ₂ , бар	P ₆ , бар	t ₆ , °C	t ₈ , °C	t ₁₀ , °C	N ₃ , МВт
1	50	400	0,04	1,0	3	450	100	50
2	55	410	0,045	1,0	5	455	98	60
3	60	420	0,05	1,0	7	458	96	70
4	65	430	0,04	1,0	10	462	94	80
5	70	440	0,045	1,0	12	465	92	90
6	75	450	0,05	1,0	15	468	90	100
7	80	460	0,04	1,0	18	470	88	110
8	85	470	0,045	1,0	20	473	86	120
9	90	480	0,05	1,0	22	476	84	130
10	95	490	0,04	1,0	25	480	82	140
11	100	500	0,045	1,0	3	482	80	150
12	95	490	0,05	1,0	5	485	82	160
13	90	480	0,04	1,0	7	488	84	170
14	85	470	0,045	1,0	10	490	86	180
15	80	460	0,05	1,0	12	492	88	190
16	75	450	0,04	1,0	15	495	90	200
17	70	440	0,045	1,0	18	498	92	210
18	65	430	0,05	1,0	20	500	94	220
19	60	420	0,04	1,0	22	502	96	230
20	55	410	0,045	1,0	25	505	98	240
21	50	400	0,05	1,0	5	508	100	250
22	60	410	0,04	1,0	7	510	98	260
23	70	420	0,045	1,0	10	512	96	270
24	80	430	0,05	1,0	12	515	94	280

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ У ХАРАКТЕРНИХ ТОЧКАХ ЦИКЛУ ПАРОТУРБІННОЇ ЧАСТИНИ УСТАНОВКИ

Для визначення параметрів пари необхідно побудувати процес розширення пари в паровій турбіні (рис. 3) [1, 3].

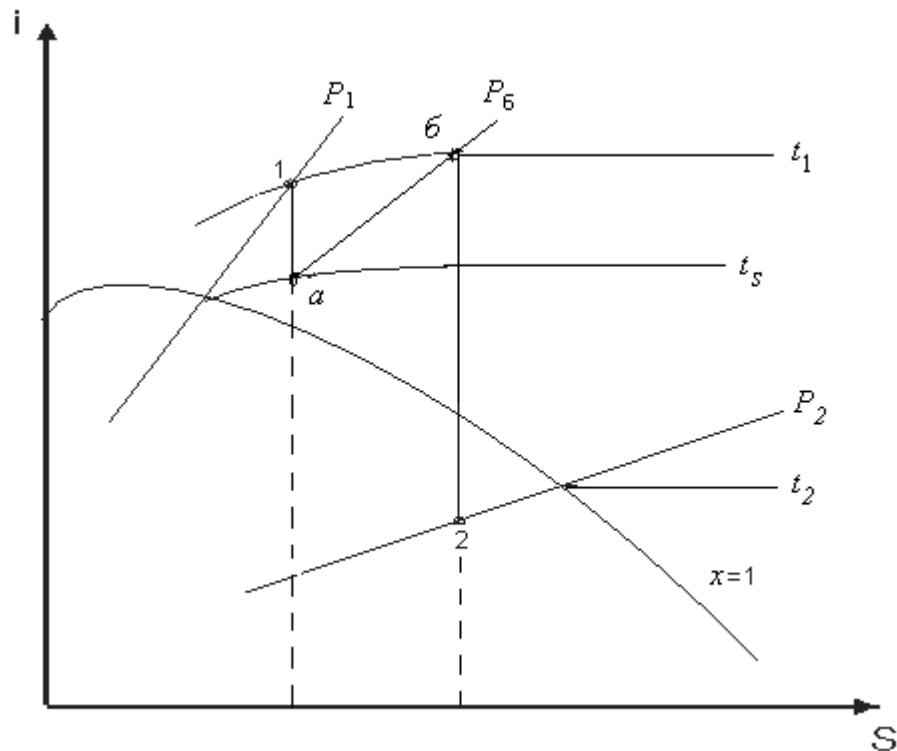


Рисунок 3 – Процес розширення пари в паровій турбіні

За $i-S$ діаграмою водяної пари визначаємо значення ентальпії пари в характерних точках 1, а, б, 2 циклу: $i_1, i_a, i_б, i_2$; температуру пари на виході з турбіни – t_2 , температуру насичення $t_s = f(P_1)$ при тиску P_1 – з таблиць насиченої пари. Ентальпію конденсату визначаємо за формулою

$$i_3 = C_{pB} \cdot t_2,$$

де $C_{pB} \approx 4,19$ кДж/кг·К – середня питома масова теплоємність води при постійному тиску.

Ентальпію живильної води після живильного насоса приймаємо рівною

$$i_3 = i_4.$$

Якщо живильна вода нагрівається в газовому підігрівнику до температури насичення t при тиску P_1 , то ентальпія живильної води перед ВПГ i_5 буде дорівнювати:

$$i_5 = C_{pв} \cdot t_5,$$

де $t_5 = t_n$ – температура насичення при P_1 .

4 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ У ХАРАКТЕРНИХ ТОЧКАХ ЦИКЛУ ГАЗОТУРБІННОЇ ЧАСТИНИ УСТАНОВКИ

Знайдемо значення параметрів робочого тіла в термодинамічних процесах, які створюють цикл ГТУ [1].

Тиск повітря за компресором

$$P_7 = P_6 \cdot \lambda.$$

Температура повітря за компресором

$$T_7 = T_6 \cdot \lambda^{\frac{k-1}{k}}.$$

Температура продуктів згоряння за газовою турбіною

$$T_9 = T_8 / \pi^{\frac{k-1}{k}}.$$

З рівняння теплового балансу визначимо величину m як відношення витрати газів D_r до витрати пари D_n

$$D_r (i_9 - i_{10}) = D_n (i_5 - i_n),$$

$$m = \frac{D_r}{D_n} = \frac{i_5 - i_4}{i_9 - i_{10}} = \frac{i_5 - i_4}{C_{pг} (T_9 - T_{10})}.$$

5 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІЧНОГО К.К.Д. ЦИКЛУ ПАРОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Знайдемо енергетичні параметри циклу ГТУ для характерних робочих процесів, які відносяться до 1 кг робочого тіла.

Адіабатна робота розширення 1 кг пари у ЦВТ

$$l_{a_1} = (i_1 - i_a).$$

Адіабатна робота розширення 1 кг пари в ЦНТ

$$l_{a_2} = (i_6 - i_2).$$

Адіабатна робота розширення 1 кг продуктів згоряння в ГТ

$$l_{a.g} = C_{p.g} (T_8 - T_9).$$

Адіабатна робота стиску 1 кг повітря в компресорі

$$l_{a.k} = C_{p.пов} (T_7 - T_6).$$

де $C_{p.пов} = 1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$.

Термічний к.к.д. циклу парогазової установки

$$\eta_t = \frac{l_{a_1} + l_{a_2} + (l_{a.g} - l_{a.k}) \cdot m}{q_1 + q_2 + q_3 \cdot m},$$

де q_1 – кількість теплоти, яка підведена до живильної води у ВПГ, кДж/кг,

$$q_1 = i_1 - i_5,$$

q_2 – кількість теплоти, кДж/кг, яка підведена до пари у вторинному пароперегрівнику (ВПП) при $P = \text{const}$:

$$q_2 = i_6 - i_a,$$

q_3 – кількість теплоти, яка підведена до газу при постійному тиску у ВПГ, кДж/кг,

$$q_3 = i_8 - i_7 = C_{p.g} \cdot t_8 - C \cdot t_7,$$

де i_7 – ентальпія повітря на вході у ВПГ (кДж/кг); i_8 – ентальпія продуктів згоряння на вході у ВПГ, кДж/кг; t_7 , t_8 – температури повітря й продуктів згоряння, °С.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ РОБОЧИХ ТІЛ

Складемо систему рівнянь:

$$N_{\text{э}} = N_{\text{п}} + N_{\text{г}} - \text{електрична потужність установки}; \quad (1)$$

$N_{\text{п}}$ – потужність паротурбінної частини установки, кВт;

$$N_{\text{п}} = D_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{oi п.т}} \cdot \eta_{\text{ер}} (1_{\text{а}_1} + 1_{\text{а}_2}), \quad (2)$$

$N_{\text{г}}$ – потужність газотурбінної частини установки;

$$N_{\text{г}} = D_{\text{г}} \eta_{\text{ер}} (1_{\text{а.г}} \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{oi г.т}} - 1_{\text{а.к}} / \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{к}}), \quad (3)$$

$$D_{\text{г}} = D_{\text{п}} \cdot m.$$

Вирішуємо спільно систему рівнянь (1–2–3), з якої визначаємо $D_{\text{п}}$, а потім – $D_{\text{г}}$, кг/с.

Витрата палива V визначимо з рівняння теплового балансу, складеного для високотемпературного парогенератора, кг/с:

$$\eta_{\text{в.пг}} \cdot V \cdot Q_{\text{н}} = D_{\text{п}} (q_1 + q_2) + D_{\text{г}} \cdot q_3.$$

Звідси знайдемо витрату палива:

$$V = \frac{D_{\text{п}} (q_1 + q_2) + D_{\text{г}} \cdot q_3}{\eta_{\text{в.пг}} \cdot Q_{\text{н}}}.$$

Таким чином, у результаті розрахунків визначені режимні параметри та енергетичні характеристики ГТУ з комбінованим циклом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алабовский А.М. Техническая термодинамика и теплопередача / А.М. Алабовский, И.А. Недужий. – К. Вища школа, 1980 г.
2. Беляев Н.М. Термодинамика / Н.М. Беляев. – М. Вища школа, 1987 г.
3. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике / О.М. Рабинович. – М. Машиностроение, 1973.
4. Паровые и газовые турбины / под ред. А.Г. Костюка и В.В. Фролова. – М. Энергоатомиздат, 1985 г.
5. Бурлянда О.Ф. Технічна термодинаміка.– Київ.: Техніка. 2001. – 320 с.

Додаток А

Насичена пара і вода на лінії насичення (по температурі)[3]

t, °C	Тиск, МПа	Питомий об'єм,		Теплота пароутворення кДж/кг	Ентальпія, кДж/кг	
		м ³ /кг вода	пара		вода	пара
20	0,002334	0,0010017	57,833	2453,8	83,86	2537,7
40	0,00738	0,0010078	19,548	2406,5	167,45	2574
60	0,00199	0,0010171	7,6807	2358,4	251,09	2609,5
80	0,04736	0,0010292	3,4104	2300,9	334,92	2643,8
100	0,10133	0,0010437	1,6738	2257,2	419,06	2676,3
120	0,19854	0,0010606	0,89202	2202,9	503,07	2706,6
140	0,36136	0,0010801	0,50875	2144,9	589,1	2734,0
160	0,61804	0,0011022	0,30685	2082,2	675,5	2757,7
180	1,0027	0,0011275	0,19381	2014,0	763,1	2777,1
200	1,5551	0,0011567	0,12714	1939,0	852,4	2791,4
220	2,3201	0,001190	0,08602	1856,2	943,7	2799,9
240	3,348	0,0012291	0,05964	1764,0	1037,6	2801,6
260	4,694	0,0012756	0,04212	1660,2	1135,0	2795,2
280	6,4191	0,0013324	0,0301	1541,6	1237,0	2778,6
300	8,5917	0,0014041	0,02162	1403,0	1345,4	2748,4
320	11,290	0,0014995	0,01544	1236,2	1463,4	2699,6
340	14,608	0,001639	0,01078	1025,5	1596,8	2622,3

Додаток Б
Насичена пара і вода на лінії насичення (по тиску)[3]

Тиск, МПа	t, °C	Питомий об'єм, м ³ /кг		Теплота пароутворення кДж/кг	Ентальпія, кДж/кг	
		вода	пара		вода	пара
1	2	3	4	5	6	7
0,001	6,92	0,001	129,9	2484	29,32	21513
0,002	17,514	0,0010014	66,97	2459	73,52	2533
0,003	24,097	0,0010028	45,66	2444	101,04	2545
0,004	28,979	0,0010041	34,81	2433	121,42	2554
0,005	32,88	0,0010053	28,19	2423	137,83	2561
0,01	45,84	0,00101	14,68	2392	191,9	2584
0,02	60,08	0,001017	7,647	2358	251,4	2609
0,03	69,12	0,001022	5,226	2336	289,3	2625
0,04	75,88	0,0010264	3,994	2318	317,7	2636
0,05	81,35	0,0010299	3,239	2304	340,6	2645
0,10	99,64	0,0010432	1,694	2258	417,4	2675
0,15	111,38	0,0010527	1,159	2226	467,2	2693
0,20	120,23	0,0010605	0,8854	2202	504,8	2707
0,25	127,43	0,0010672	0,7185	2182	535,4	2717
0,30	133,53	0,0010733	0,6057	2164	561,4	2725
0,35	138,88	0,0010786	0,5241	2148	584,5	2732
0,40	143,62	0,0010836	0,4624	2133	604,7	2738
0,50	151,84	0,0010927	0,3747	2109	640,1	2749

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7
0,60	158,84	0,0011007	0,3156	2086	670,5	2757
0,70	164,96	0,0011081	0,2728	2067	697,2	2764
0,80	170,42	0,0011149	0,2403	2048	720,9	2769
0,90	175,35	0,0012131	0,2149	2031	742,8	2774
1,00	179,88	0,0011273	0,1946	2015	726,7	2778
1,20	187,95	0,0011385	0,1633	1987	798,3	2785
1,30	191,6	0,0011438	0,1512	1973	814,5	2787
1,40	195,04	0,001149	0,1408	1960	830,0	2790
1,50	198,28	0,0011539	0,1317	1947	844,6	2792
1,60	201,36	0,0011586	0,1238	1935	858,3	2793
1,70	204,30	0,0011632	0,1167	1923	871,6	2795
1,80	207,10	0,0011678	0,1104	1912	884,4	2796
1,90	209,78	0,0011722	0,1047	1901	896,6	2798
2,00	212,37	0,0011766	0,0996	1891	908,5	2799
2,10	214,84	0,0011809	0,09492	1880	919,8	2800
2,20	217,24	0,0011851	0,09068	1870	930,9	2801
2,30	219,55	0,0011892	0,08679	1860	941,5	2801
2,40	221,77	0,0011932	0,08324	1850	951,8	2802
2,60	226,03	0,0012012	0,07688	1831	971,7	2803
2,80	230,04	0,0012088	0,07141	1813	990,4	2803
3,00	233,83	0,0012163	0,06665	1796	1008,3	2804
3,20	237,44	0,0012239	0,06246	1778	1025,3	2803

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7
3,40	240,88	0,0012310	0,05875	1761	1041,9	2803
3,60	244,16	0,0012380	0,05543	1745	1057,3	2802
3,80	247,31	0,0012450	0,05246	1729	1072,7	2802
4,00	250,33	0,0012520	0,04977	1713	1087,5	2801
5,00	263,91	0,0012857	0,03944	1640	1154,4	2794
6,00	275,66	0,0013185	0,03243	1570,8	1213,9	2785
7,00	285,80	0,001351	0,02737	1504,9	1267,4	2772
8,00	294,98	0,0013838	0,02352	1441,1	1317	2758
9,00	303,32	0,0014174	0,02048	1379,3	1363,7	2743
10,0	310,96	0,0014521	0,01803	1317	1407,7	2725
12,0	324,63	0,001527	0,01426	1193,5	1491,1	2685
14,0	336,63	0,001611	0,01149	1066,9	1570,8	2638
16,0	347,32	0,001710	0,009318	932	1650	2582
18,0	356,96	0,001837	0,0075	778,2	1732	2510
20,0	356,71	0,002040	0,00585	583	1827	2410

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розрахункового завдання «Термодинамічний розрахунок парогазової установки»
з курсів «Технічна термодинаміка», «Теоретичні основи
теплотехніки», «Енергетичні установки»
для студентів енергетичних і машинобудівних спеціальностей всіх форм навчання

Укладач ЄНА Світлана Василівна

Відповідальний за випуск проф. Ганжа А.М.
Роботу до видання рекомендував проф. Ромашов Ю.В.

В авторській редакції

План 2019 р., поз. 20

Підп. до друку
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 0,72.

РЕЦЕНЗІЯ НА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ НА ТЕМУ:
«ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПАРОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ»
З КУРСІВ «ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА», «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ
ТЕПЛОТЕХНІКИ», «ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ТЕС»

Єна С.В.

Дисципліни «Технічна термодинаміка», «Теоретичні основи теплотехніки», «Енергетичні установки ТЕС» є одними з основних предметів підготовки фахівців-теплоенергетиків і фахівців машинобудівельних спеціальностей. При вивченні названих курсів студенти отримують знання основних законів молекулярної фізики, циклів роботи енергетичних установок, законів розповсюдження теплової енергії принципів роботи і розрахунку теплотехнічного обладнання, засвоюють сучасні розрахункові методики.

У рецензованих методичних вказівках подано опис принципової схеми парогазової установки, методику визначення параметрів у характерних точках циклу паротурбінної і газотурбінної частин установки, принципи побудови процесу розширення пари у паровій турбіні в (i-S) діаграмі. Наведено також формули для обчислення термічного коефіцієнта корисної дії циклу, потужності паротурбінної та газотурбінної частин парогазової установки та витрат робочих тіл. У додатках до методичних вказівок наведені довідкові дані, достатні для виконання розрахункових завдань.

Матеріал викладено в доступній формі, чіткою технічною мовою, методично грамотно, методики розрахунку повністю відповідають сучасним стандартам.

Таким чином, дані методичні вказівки можуть бути використані як для самостійного вивчення матеріалу з даної теми, так і для виконання контрольних робіт та розрахункових завдань за вказаною темою і відповідних розділів в курсовому і дипломному проектуванні. Тому вважаю доцільним рекомендувати видання методичних вказівок.

Рецензент

Доцент кафедри теплотехніки та
енергоефективних технологій

Пугачова Т.М..

ВИСНОВОК

Про можливість публікації

Методичних вказівок до виконання розрахункового завдання на тему:
«Термодинамічний розрахунок парогазової установки»

Єни С.В.

Подані на рецензію методичні вказівки старшого викладача кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій Єни С.В. розроблені для виконання розрахункового завдання за курсами «Технічна термодинаміка», «Теоретичні основи теплотехніки», «Енергетичні установки ТЕС». Зміст завдання містять опис схеми установки, вихідні дані для розрахунку за варіантами, розрахункову частину, додатки та список літератури.

До розрахункової частини входять завдання з визначення параметрів у характерних точках циклу паротурбінної та газотурбінної частин установки, термічного коефіцієнта корисної дії циклу, потужності паротурбінної та газотурбінної частин установки та витрат робочих тіл. В змісті завдань можна прослідити міждисциплінарний зв'язок курсів, які викладаються на кафедрі.

Для здійснення обчислень запропоновані сучасні методики, виконання розрахункових завдань сприяє кращому засвоєнню теоретичного матеріалу з дисциплін «Технічна термодинаміка», «Теоретичні основи теплотехніки», «Енергетичні установки ТЕС».

Запропоновані розрахункові завдання є завершеною навчально-методичною роботою, яка рекомендується мною для опублікування і використання в якості необхідного матеріалу для виконання розрахункових завдань студентами енергетичних і машинобудівельних спеціальностей всіх форм навчання

Технічний експерт
Редакційної ради НТУ «ХП»
д.т.н., професор

Ю.В.Ромашов