

Индивидуальное расчетное задание по дисциплине «Возобновляемые источники энергии»

Работа выполняется в отдельной тетради. На обложке указывается название дисциплины, специальность, курс, фамилия и инициалы студента. При выполнении расчетного задания условия задач переписываются в рабочую тетрадь полностью. Задания, требующие привлечения диаграмм, схем, графиков, должны быть проиллюстрированы соответствующими рисунками с пояснениями для всех изображенных на них элементов. Формулы должны быть снабжены ссылками на использованную литературу и пояснениями всех используемых в них обозначений. В расчетной части задания необходимо придерживаться международной системы единиц (СИ).

Задание № 1. Расчет солнечной электростанции башенного типа

На солнечной электростанции башенного типа, работающей по циклу Ренкина, установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность F_{Γ} м². Коэффициент отражения гелиостата R . Максимальная облученность зеркала гелиостата E_{Γ} .

Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность E_{np} . Коэффициент поглощения приемника A . Степень черноты приемника ε_{np} .

В приемнике нагревается, испаряется и перегревается рабочее тело (вода) до температуры t_0 . Давление рабочего тела составляет p_0 . Полученный перегретый пар направляется в турбину мощностью N_3 . Давление пара за турбиной составляет p_k . Относительный внутренний КПД турбины η_{oi}^m . Механический КПД $\eta_m=0,975$. КПД электрогенератора $\eta_e=0,985$. Работой насоса, потерями тепла при его транспортировке, собственными нуждами – пренебречь. Температура окружающей среды $t_{oc} = 30$ °C.

Определить:

- расход пара на турбину D_0 , кг/с;
- площадь поверхности приемника F_{np} и тепловые потери в нем $Q_{ном}$, вызванные излучением и конвекцией. Принять, что конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения;
- энергию, полученную приемником от солнца через гелиостаты (кВт).
- количество гелиостатов – n , шт;

- как изменится мощность СЭС, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые преобразователи с КПД $\eta_{\phi\phi}=0,141$, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

Исходные данные для первого задания представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Исходные данные для задания № 1, варианты 1-10

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность гелиостата, $F_g, \text{ м}^2$	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, R	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность зеркала гелиостата, $E_g, \text{ Вт/м}^2$	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{\text{пр}}, \text{ МВт/м}^2$	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,5	2,0	1,9	2,1	1,9
Коэффициент поглощения приемника, A	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,95	0,96	0,97	0,95	0,95
Степень черноты приемника, $\varepsilon_{\text{пр}}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,97	0,94	0,94	0,93	0,95	0,94
Начальная температура пара, $t_0, \text{ }^\circ\text{C}$	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление пара, $p_0, \text{ МПа}$	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, $N_{\text{э}}, \text{ МВт}$	1,05	3	1,1	5	2	1,2	4,0	1,0	5,5	4,0
Конечное давление пара, $p_k, \text{ кПа}$	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4
Относит. внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Таблица 2 – Исходные данные для задания № 1, варианты 11-20

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Поверхность гелиостата, $F_g, \text{ м}^2$	54	51	68	65	62	69	66	63	60	67
Коэффициент отражения гелиостата, R	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82
Максимальная облученность зеркала гелиостата, $E_g, \text{ Вт/м}^2$	595	580	605	600	610	595	580	605	600	610
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{\text{пр}}, \text{ МВт/м}^2$	2,44	2,14	2,24	2,34	2,64	2,54	2,04	1,94	2,14	1,94
Коэффициент поглощения приемника, A	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты приемника, $\varepsilon_{\text{пр}}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура пара, $t_0, \text{ }^\circ\text{C}$	450	480	470	400	445	450	455	435	465	485
Начальное давление пара, $p_0, \text{ МПа}$	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Мощность СЭС, $N_{э}$, МВт	2,05	3,5	1,5	5,5	2,5	1,4	3,4	2,0	4,5	4,2
Конечное давление пара, p_k , кПа	6	6,5	3	3,5	4,2	6	6,5	3	3,5	4,2
Относит. внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Таблица 3 – Исходные данные для задания № 1, варианты 21-30

Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Поверхность гелиостата, F_g , m^2	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, R	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность зеркала гелиостата, E_g , $Вт/м^2$	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{пр}$, $МВт/м^2$	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,54	2,0	1,9	2,15	1,95
Коэффициент поглощения приемника, A	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты приемника, $\varepsilon_{пр}$	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура пара, t_0 , $^{\circ}C$	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление пара, p_0 , МПа	9	12,5	11,5	13,5	14,5	12,7	11,7	14,5	16,2	12,6
Мощность СЭС, $N_{э}$, МВт	4,5	3	2,5	1,55	4,2	3,2	2,5	2,0	5,5	4
Конечное давление пара, p_k , кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4
Относит. внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Задание № 2. Расчет системы солнечного теплоснабжения здания

На крыше здания установлен пластинчатый приемник солнечной энергии проточного типа, который имеет поверхность F , m^2 . Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$. Облученность приемника E . Приемник освещается солнцем в течение суток $\tau_{осв}$. В приемнике нагревается рабочее тело (вода) от температуры $t_{в1}$ до температуры $t_{в2}$. Вода направляется в систему теплоснабжения здания, тепловой мощностью $Q_{т.сн}$ и в аккумулятор тепловой энергии.

Определить:

- расход воды через приемник $G_{в}$, кг/с;
- расходы воды в систему теплоснабжения $G_{т.сн}$ и в аккумулятор $G_{ак}$, кг/с;
- площадь поверхности приемника F , m^2 ;
- емкость аккумулятора V , m^3 .

Исходные данные для второго задания представлены в таблицах 4-6.

Таблица 4 – Исходные данные для задания № 2, варианты 1-10

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника E , Вт/м ²	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Температура воды на входе $t_{в1}$, °С	32	45	27	40	30	45	37	25	30	19
Температура воды на выходе, $t_{в2}$, °С	45	53	45	55	54	56	49	55	50	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения $Q_{т.сн}$, кВт	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Период освещения приемника $\tau_{осв}$, час	5	6	4	6	7	5	6	7	5	4

Таблица 5 – Исходные данные для задания № 2, варианты 11-20

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76
Максимальная облученность приемника E , Вт/м ²	450	475	480	485	490	400	410	420	515	505
Температура воды на входе $t_{в1}$, °С	35	44	24	41	34	41	38	21	19	18
Температура воды на выходе, $t_{в2}$, °С	48	58	47	56	55	58	52	53	45	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения $Q_{т.сн}$, кВт	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	1,1	1,6	2,1	2,6	3,1
Период освещения приемника $\tau_{осв}$, час	7	6	4	6	7	5	6	7	5	4

Таблица 6 – Исходные данные для задания № 2, варианты 21-30

Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника E , Вт/м ²	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Температура воды на входе $t_{в1}$, °С	32	45	27	40	30	45	37	25	30	19
Температура воды на выходе, $t_{в2}$, °С	45	53	45	55	54	56	49	55	50	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения $Q_{т.сн}$, кВт	1,2	1,3	2,2	2,7	3,1	3,2	4,1	4,3	5,1	5,2
Период освещения приемника $\tau_{осв}$, час	4	6	7	5	6	4	6	7	5	6

Задание № 3. Расчет тепловой схемы геотермальной электростанции бинарного типа

Геотермальная электростанция состоит из двух турбин:

- первая турбина работает на насыщенном водяном паре, полученном в расширителе. Электрическая мощность – $N_3^{пт}$;
- вторая турбина работает на насыщенном паре хладона-R11, который испаряется за счёт тепла воды, отводимой из расширителя.

Вода из геотермальных скважин с давлением $p_{гв}$ температурой $t_{гв}$ поступает в расширитель. В расширителе образуется сухой насыщенный пар с давлением p_p . Этот пар направляется в паровую турбину. Оставшаяся вода из расширителя идёт в испаритель, где охлаждается на $\Delta t_e''$ и закачивается обратно в скважину. Температурный напор в испарительной установке $\delta t_{и}=20$ °С. Рабочие тела расширяются в турбинах и поступают в конденсаторы, где охлаждаются водой из реки с температурой $t_{хв}$. Нагрев воды в конденсаторе $\Delta t_{в}=10$ °С, а недогрев до температуры насыщения $\delta t_{к}=5$ °С.

Относительные внутренние КПД турбин $\eta_{oi}^{пт} = \eta_{oi}^{хт} = 0,8$. Электромеханический КПД турбогенераторов $\eta_{эм}= 0,95$.

Определить:

- электрическую мощность турбины, работающей на хладоне – $N_3^{хт}$ и суммарную мощность ГеоТЭС с учетом затрат энергии на насос, закачивающий геотермальную воду в скважину;
- расходы рабочих тел на обе турбины;
- расход геотермальной воды из скважины;
- КПД ГеоТЭС.

Исходные данные для третьего задания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные для задания № 3

Вариант	$N_3^{пт}$, МВт	$p_{гв}$, МПа	$t_{гв}$, °С	p_p , МПа	$\Delta t_{в}''$, °С	$t_{хв}$, °С
1	1	15	160	0,25	40	5
2	2	16	165	0,26	50	6
3	2,5	17	170	0,27	60	7
4	3	18	165	0,28	45	8
5	3,5	19	160	0,29	55	9
6	3,0	20	155	0,30	65	10
7	2,5	21	150	0,20	42	6
8	2	22	155	0,21	43	7
9	1,5	23	170	0,22	45	8
10	3,0	24	160	0,23	48	9
11	2,5	25	170	0,31	47	5

Вариант	$N_3^{\text{пр}}, \text{МВт}$	$p_{\text{ГВ}}, \text{МПа}$	$t_{\text{ГВ}}, ^\circ\text{C}$	$p_p, \text{МПа}$	$\Delta t_{\text{В}}^{\text{н}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{XB}}, ^\circ\text{C}$
12	2	26	160	0,24	49	6
13	1,5	27	155	0,26	59	7
14	2	28	150	0,28	60	10
15	2,5	29	155	0,22	54	9
16	3	30	170	0,21	56	5
17	2,5	20	150	0,23	58	6
18	3	19	170	0,27	57	10
19	3,5	18	140	0,22	52	8
20	3,0	17	165	0,23	58	9
21	2,5	16	150	0,31	55	5
22	2	15	160	0,24	65	6
23	1,5	14	155	0,26	42	7
24	2	13	150	0,28	43	10
25	2,5	12	155	0,22	45	9
26	3	11	145	0,21	48	5
27	2,5	10	150	0,23	47	6
28	3	15	145	0,27	57	10
29	3,5	18	150	0,22	47	8
30	3,0	17	165	0,23	49	9