

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухов Тимур Александрович

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 17:27:48

Уникальный программный ключ: «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению расчетного-графической работы
по дисциплине «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ
ЭНЕРГИИ»

для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника Передача и распределение электрической энергии в системах
электроснабжения

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции	
2.	Формулировка задания и ее объем	
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	
4.	Рекомендации по выполнению задания	
5.	План-график выполнения задания	
6.	Критерии оценивания работы	
7.	Порядок защиты работы	
	Список рекомендуемой литературы	

Введение

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» является выполнение расчетно-графической работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

При изучении курса студенты приобретают необходимые знания об основных методах расчета и физических процессах, с которыми приходится встречаться в теории электрических цепей, машин и электронике.

Цель, задачи и реализуемые компетенции

Основной целью изучения дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» является получение знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения промышленных и гражданских объектов, а также объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

Задачей дисциплины является изучение физических основ формирования режимов электропотребления, освоение основных методов расчёта интегральных характеристик режимов и определения расчётных нагрузок, показателей качества электроснабжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

При выполнении контрольной работы реализуются следующие компетенции:

Код	Формулировка
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов.
	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов

Формулировка задания и ее объем.

Задание №1

На солнечной электростанции башенного типа установлено гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность F_r м². Коэффициент отражения гелиостата $R_{отр}$. Максимальная облученность зеркала гелиостата.

Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность $E_{пр}$. Коэффициент поглощения приемника $A_{пол}$. Степень черноты приемника $\varepsilon_{пр}$

В приемнике нагревается и испаряется рабочее тело (вода) до температуры t_0 . Давление рабочего тела составляет p_0 . Полученный перегретый пар направляется в турбину мощностью N_Σ , работающую по циклу Ренкина. Давление пара за турбиной составляет p_k . Относительный внутренний КПД турбины η_{oi} . Механический КПД $\eta_m = 0,975$. КПД электрогенератора $\eta_\Sigma = 0,985$. Работой насоса, потерями тепла при его транспортировке, собственными нуждами – пренебречь.

Определить:

- расход пара на турбину, кг/с; D_0
- площадь поверхности приемника и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией. Принять, что конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения; $F_{пр}$ $Q_{пот}$
- энергию, полученную приемником от солнца через гелиостаты (кВт).
- количество гелиостатов $n_{гел}$;
- как изменится мощность СЭС, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые преобразователи с КПД $\eta_{фэ} = 0,141$, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

Исходные данные взять из таблицы 1 по вариантам.

Таблица 1 – Исходные данные для задачи №1

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность гелиостата, $\text{м}^2 F_2$	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	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_2 , 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	2,5	2,0	1,9	2,1	1,9
Коэффициент поглощения приемника, $A_{пол}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,95	0,96	0,97	0,95	0,95
Степень черноты приемника, $\varepsilon_{пр}$	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 , °С	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление пара, p_0 , МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, N_3 , МВт	1,05	3	1,1	5	2	1,2	4,0	1,0	5,5	4,0
Конечное давление пара, p_k , кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4
Относительный 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

Продолжение таблица 1

Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Поверхность гелиостата, $m^2 F_2$	54	51	68	65	62	69	66	63	60	67
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	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_2 , Вт/м ²	595	580	605	600	610	595	580	605	600	610
Максимальная энергетическая освещенность приемника, $E_{пр}$, 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, $A_{пол}$	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 , °С	450	480	470	400	445	450	455	435	465	485
Начальное давление пара, p_0 , МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, N_3 , 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
Относительный 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

Продолжение таблица 1

Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Поверхность гелиостата, $m^2 F_2$	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	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_2 , 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, $A_{пол}$	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 , °С	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_3 , 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
Относительный 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

На крыше здания установлен пластинчатый приемник солнечной энергии проточного типа, который имеет поверхность F , м^2 . Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{\text{пр}}$. Облученность приемника E . Приемник освещается солнцем в течение суток $\tau_{\text{осв}}$.

В приемнике нагревается рабочее тело (вода) от температуры в t_1 до температуры в t_2 . Вода направляется в систему теплоснабжения здания, тепловой мощностью $Q_{\text{т.сн}}$ и в аккумулятор тепловой энергии.

Определить:

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

Исходные данные взять из таблицы 2 по вариантам.

Таблица 2 – Исходные данные для задачи №2

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{\text{пр}}$	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, $t_{\text{в1}}$, $^{\circ}\text{C}$	32	45	27	40	30	45	37	25	30	19
Температура воды на выходе, $t_{\text{в2}}$, $^{\circ}\text{C}$	45	53	45	55	54	56	49	55	50	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{\text{т.сн}}$, 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
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
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

Геотермальная электростанция состоит из двух турбин:

- первая – работает на насыщенном водяном паре, полученном в расширителе. Электрическая мощность – $N_9^{пт}$;
- вторая – 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 t_e и закачивается обратно в скважину. Температурный напор в испарительной установке δt_n 20 °С. Рабочие тела расширяются в турбинах и поступают в конденсаторы, где охлаждаются водой из реки с температурой $t_{хв}$. Нагрев воды в конденсаторе в $\Delta t_e = 10$ °С, а недогрев до температуры насыщения к t 5 °С.

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

Определить:

- электрическую мощность турбины, работающей на хладоне – $N_9^{хт}$;
- 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 взять из таблицы 3 по вариантам.

Таблица 3 – Исходные данные для задачи №3

Вариант	$N_3^{\text{пт}}$, МВт	$p_{2\text{в}}$, МПа	$t_{2\text{в}}$, °C	p_p МПа	$\Delta t_B^{\text{н}}$, °C	$t_{\text{хв}}$, °C
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
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
31	4	19	140	0,31	59	9
32	4,5	12	145	0,24	60	5
33	5	14	150	0,26	54	6
34	5,5	15	155	0,28	56	10

Вариант	$N_3^{\text{пт}}$, МВт	$p_{\text{зв}}$, МПа	$t_{\text{зв}}$, °C	p_p МПа	$\Delta t_B^{\text{н}}$, °C	$t_{\text{хв}}$, °C
35	6	21	160	0,32	58	8
36	6,5	23	165	0,21	57	9
37	7	15	170	0,33	52	5
38	7,5	17	155	0,27	58	6
39	8	20	160	0,32	60	7

Общие требования к написанию и оформлению работы.

Основные требования к работе

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

Оформление по ГОСТу текста контрольной

Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;

- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;
- все пункты и разделы в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;
- названия разделов размещаются посередине строки, подразделы – с левого края;
- работа распечатывается в принтере на листах А4;
- текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).

Рекомендации по выполнению задания.

Указание к решению задачи №1

1. Изобразим схематично солнечную электростанцию башенного типа (рис. 1).

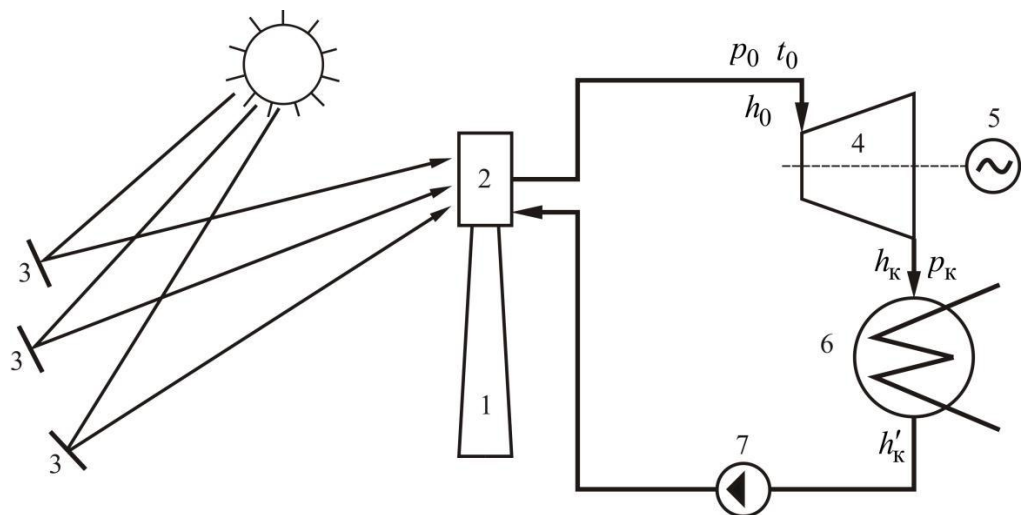


Рисунок 1 – Схема солнечной электростанции башенного типа:

1 – солнечная башня; 2 – приемник; 3 – гелиостаты; 4 – паровая турбина; 5 – электрогенератор; 6 – конденсатор; 7 – насос

2. Построим процесс расширения пара в турбине в $h - s$ диаграмме (рис. 2)

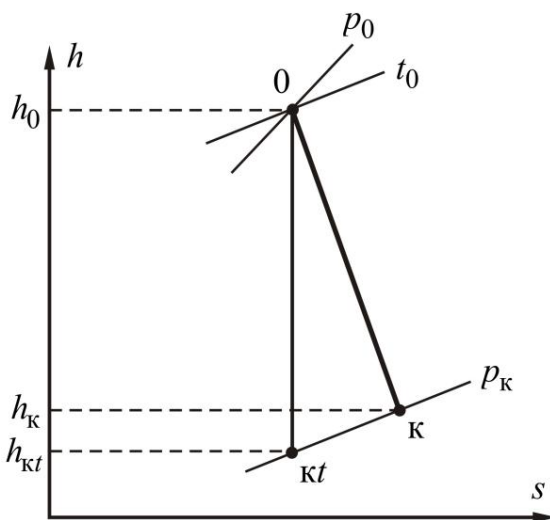


Рисунок 2. Процесс расширения пара в турбине в диаграмме: $h - s$

$0 - kt$ – теоретический процесс; $0 - k$ – действительный;

3. Теоретический (располагаемый) теплоперепад турбины:

$$H_o = h_o - h_{kt}, \text{ кДж/кг},$$

где h_o – энтальпия пара на входе в турбину – точка 0 (рис. 2).

Определяется из таблиц свойств воды и водяного пара по p_o и t_o .

h_{kt} – энтальпия пара на выходе из турбины в теоретическом процессе – точка -. Определяется из таблиц свойств воды и водяного пара по p_k и s_o (т.к. процесс 0- kt происходит при $s=\text{const}$).

4. Действительный теплоперепад турбины:

$$H_i = H_o * \eta_{oi}, \text{ кДж/кг}.$$

где η_{oi} – Относительный КПД турбины, известен по заданию.

5. Энтальпия пара на выходе из турбины в действительном процессе:

$$h_k = h_o - H_i, \text{ кДж/кг}.$$

6. По давлению p_k из таблиц свойств воды и водяного пара находим значение энтальпии конденсата h'_k .

7. Расход пара на турбину определяется из основного энергетического уравнения турбины:

$$D_o = \frac{1000 * N_\Sigma}{H_i * \eta_M * \eta_\Sigma}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

8. Расход тепла на турбоустановку:

$$Q_{\text{ту}} = D_o (h_o - h'_k), \text{ кВт}.$$

9. Удельные потери тепла с поверхности приемника солнечной энергии за счет излучения:

$$q_{\text{изл}} = c_o * \varepsilon_{\text{пр}} * \left(\frac{T_o}{100} \right)^4, \text{ Вт/м}^2$$

где $c_o = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ – степень излучения абсолютного черного тела (постоянная Стефана – Больцмана).

10. Из условия известно, что:

$$q_{\text{конв}} = 0,5 * q_{\text{изл}}.$$

$$\Delta q_{\text{пот}} = q_{\text{изл}} + q_{\text{конв}} = 1,5 * q_{\text{изл}}$$

11. Полная величина тепловых потерь приемника определяется по формуле:

$$\Delta Q_{\text{пот}} = \Delta q_{\text{пот}} * F_{\text{пр}},$$

где $F_{\text{пр}}$ – площадь поверхности приемника. Задаемся этой величиной в диапазоне $1/7 \text{ м}^2$

12. Количество тепла, полученное приемником от солнца через гелиостаты, определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{ту}} + \Delta Q_{\text{пот}},$$

13. Площадь поверхности приемника:

$$F'_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}}, \text{ м}^2$$

где $E_{\text{пр}}$ – максимальная энергетическая освещенность приемника, известна по заданию.

14. Погрешность вычислений:

$$\varepsilon = \left| \frac{F'_{\text{пр}} - F_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}} \right| * 100 \leq 1\%$$

Если расхождение между заданной и полученной величиной площади находится в допустимых пределах, то расчет считаем законченным. Если нет, то возвращаемся к п. 11, приняв $F'_{\text{пр}} = F_{\text{пр}}$.

15. Количество тепла, получаемое приемником от солнца через гелиостаты, можно рассчитать по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = E_r * n * F_r * R_{\text{отр}} * A_{\text{погл}}.$$

Тогда, количество гелиостатов:

$$n = \frac{Q_{\text{пр}}}{E_r * F_r * R_{\text{отр}} * A_{\text{погл}}}.$$

16. Мощность солнечной электростанции в случае, если вместо ПТУ применить кремниевые фотоэлементы, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов:

$$N_{\mathfrak{z}}^{\phi} = E_r * n * F_r * \eta_{\phi\mathfrak{z}}.$$

Указание к решению задачи №2

1. Изобразим схему системы солнечного теплоснабжения здания (рис. 3).

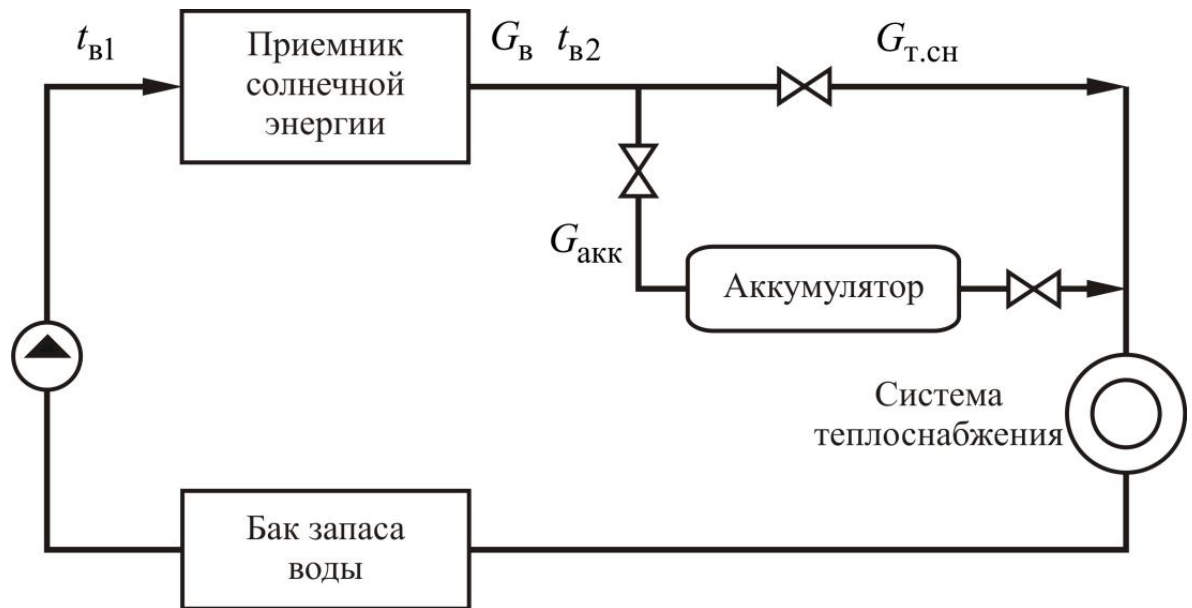


Рисунок 3 – Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения здания

2. Суточное потребление тепла системой теплоснабжения определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = 24 * 3600 * Q_{\text{Т.сн}}, \text{ Дж},$$

где 24 – количество часов в сутках;

3600 – число секунд в часе;

$Q_{\text{сут}}$ – мощность системы теплоснабжения рассматриваемого здания.

3. Тепло, воспринимаемое приемником солнечной энергии в течении периода освещенности, рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = E * \eta_{\text{пр}} * F * \tau_{\text{осн}} * 3600, \text{ Дж},$$

где E – облученность приемника,

$\eta_{\text{пр}}$ – коэффициент использования солнечной энергии приемником,

F – площадь поверхности приемника,

$\tau_{\text{осн}}$ – период освещения приемника солнцем в течении суток.

4. Тогда уравнение теплового баланса приемника солнечной энергии можно записать в виде:

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{пр}}$$

или

$$24 * Q_{\text{т.сн}} = E * \eta_{\text{пр}} * F * \tau_{\text{осн}}$$

5. Из этого уравнения можно определить площадь поверхности пластинчатого приемника солнечной энергии проточного типа F :

$$F = \frac{24 * Q_{\text{т.сн}}}{E * \eta_{\text{пр}} * \tau_{\text{осн}}}, \text{ м}^2$$

6. Расход воды через приемник солнечной энергии определяется по формуле:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}) * \tau_{\text{осн}} * 3600} = \frac{24 * Q_{\text{сут}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}) * \tau_{\text{осн}}}, \text{ кг/с},$$

где $c_p = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{К}$ – теплоемкость воды;

$t_{\text{в2}}, t_{\text{в1}}$ – начальная и конечная температура рабочего тела (воды) соответственно.

7. Расход воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{т.сн}} = \frac{Q_{\text{т.сн}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}})}, \text{ кг/с}.$$

8. Расход воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{акк}} = G_{\text{в}} - G_{\text{т.сн}}, \text{ кг/с}.$$

9. Емкость аккумулятора можно определить по формуле:

$$V = G_{\text{акк}} * \tau_{\text{осн}} * \frac{1}{\rho}, \text{ м}^3,$$

где $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды.

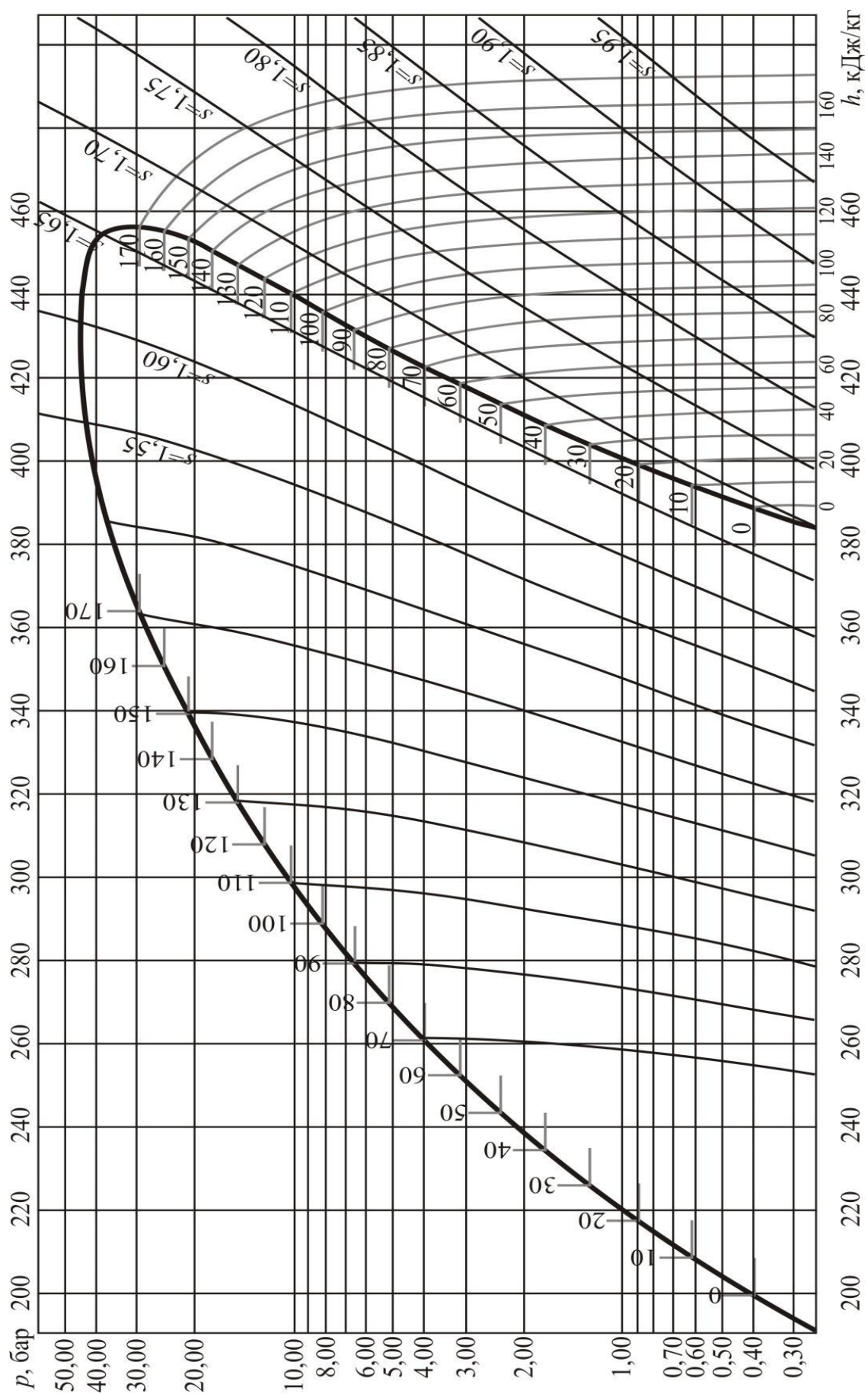


Рисунок 4 – $\lg p - h$ діаграма хладона R11

Указание к решению задачи №3

Изобразить принципиальную схему геотермальной станции бинарного типа (рис. 5).

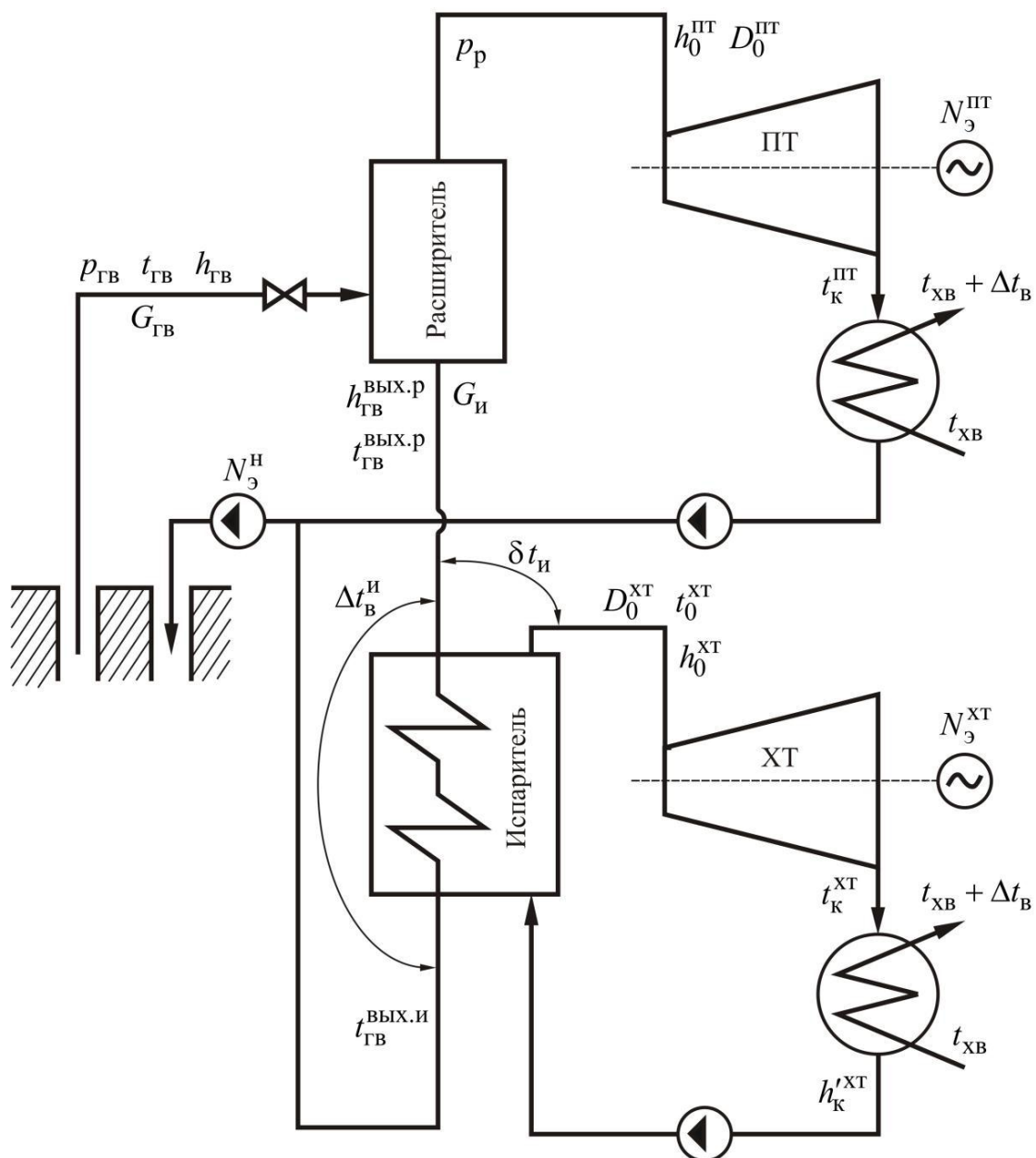


Рисунок 5 – Принципиальная схема геотермальной станции бинарного типа

План-график выполнения задания.

Работа над контрольной работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении семестра
4.	Написание контрольной работы	В течении семестра
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении семестра
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии

Критерии оценивания работы.

В целях повышения качества выполняемых РГР преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

Оценка «зачтено (отлично)» выставляется, если студент:

- представил расчетно-графическую работу в установленный срок и оформил ее в строгом соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную учебную и страноведческую литературу;
- при выполнении упражнений показал высокий уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, проявил творческий подход при ответе на вопросы, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие выводы;
- выполнил работу грамотно с точки зрения поставленной задачи, т.е. без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета.

Оценка «зачтено (хорошо)» выставляется, если студент:

- представил расчетно-графическую работу в установленный срок и оформил ее в соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную литературу;
- при выполнении упражнений показал хороший уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, практически правильно сформулировал ответы на поставленные вопросы, представил общее знание информации по проблеме;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.

Оценка «зачтено (удовлетворительно)» выставляется, если студент:

- представил работу в установленный срок, при оформлении работы допустил незначительные отклонения от изложенных требований;
- показал достаточные знания по основным темам контрольной работы;
- использовал рекомендованную литературу;
- выполнил не менее половины работы или допустил в ней а) не более двух грубых ошибок, б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) или не более двух-трех негрубых ошибок, г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

Оценка «незачтено (неудовлетворительно)» выставляется:

- когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «зачтено (удовлетворительно)» или если правильно выполнено менее половины работы;
- если студент не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.

Порядок защиты работы.

Написанная студентом расчетно-графическая работа сдается на кафедру в срок для рецензирования. Студент защищает расчетно-графическую работу до экзамена (зачета) перед преподавателем. Без защиты РГР студент к экзамену (зачету) не допускается.

Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, списана из литературных источников или у других авторов, если основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте содержатся ошибки, научный аппарат оформлен неправильно, текст написан небрежно.

В ходе защиты расчетно-графической работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита расчетно-графической работы может проходить в различных формах по усмотрению преподавателя:

- в форме индивидуальной беседы студента с руководителем по основным положениям работы;
- в форме индивидуальной защиты в присутствии всей группы студентов;
- в форме групповой защиты – одновременной защиты контрольной работы по одному направлению. В этом случае каждый следит за ходом рассуждений товарищей, дополняет, уточняет их, что, несомненно, усиливает работу мысли и способствует развитию экономического мышления.

Любая форма защиты расчетно-графической работы учит отстаивать свою точку зрения, убедительно аргументировать ее, что способствует перерастанию знаний в убеждения.

Список рекомендуемой литературы

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 229 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2717-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750>
2. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 459 с. : табл., граф., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2467-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>. Сибикин, М.Ю.
3. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. И. Ю. Чуенкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63104.html>