

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (11 декабря 2020)

### Дисциплина: «Введение в профессиональную деятельность»

Студенту необходимо:

1. Выполнить задачи №1-3.
2. Разместить выполненное задание в личном кабинете студента для проверки.

Вариант задания определяется по последней цифре номера зачётной книжки.

#### **Задача №1**

На солнечной электростанции башенного типа установлено  $n$  гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность  $F_2$  м<sup>2</sup>. Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность  $H_{np} = 2,5$  МВт/м<sup>2</sup>. Коэффициент отражения гелиостата  $R_2 = 0,8$ , коэффициент поглощения приемника  $A_{np} = 0,95$ . Максимальная облученность зеркала гелиостата  $H_2 = 600$  Вт/м<sup>2</sup>.

Определить площадь поверхности приемника  $F_{np}$  и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет  $t$  °С. Степень черноты приемника  $\epsilon_{np} = 0,95$ . Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

#### **Задача №2**

Считается, что действительный КПД  $\eta$  океанической ТЭС, использующей температурный перепад поверхностных и глубинных вод ( $T_1 - T_2$ ) =  $\Delta T$  и работающей по циклу Ренкина, вдвое меньше термического КПД установки, работающей по циклу Карно,  $\eta_i^k$ . Оценить возможную величину действительного КПД ОТЭС, рабочим телом которой является аммиак, если температура воды на поверхности океана  $t_1$ , °С, а температура воды на глубине океана  $t_2$ , °С. Какой расход теплой воды  $V$ , т/ч потребуется для ОТЭС мощностью  $N$  МВт?

Считать, что плотность воды  $\rho = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, а удельная массовая теплоемкость  $C_p = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К).

#### **Задача №3**

Как изменится мощность малой ГЭС, если напор водохранилища  $H$  в засушливый период уменьшится в  $n$  раз, а расход воды  $V$  сократится на  $m$  %? Потери в гидротехнических сооружениях, водоводах, турбинах и генераторах считать постоянными.

## ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЯ

Но- мер зада ч	Величины и единицы их измерения	Численные значения величин, выбираемые по последней цифре шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	$n$	243	253	263	273	283	293	303	313	323	333
	$F_r, \text{м}^2$	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
	$t, \text{°C}$	700	680	660	640	620	580	560	540	520	600
2	$N, \text{МВт}$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	$t_1, \text{°C}$	30	30	28	28	26	26	24	23	21	20
	$t_2, \text{°C}$	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
3	$n$	3	2	1,2	1,5	3	2	1,2	1,5	3	2
	$m$	30	10	20	30	50	30	10	20	40	20

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

*Первая задача посвящена использованию солнечной энергии на электростанции башенного типа с использованием гелиостатов, отражающих солнечные лучи на приемник, в котором, в конечном счете, получают перегретый водяной пар для работы в паровой турбине.*

*Энергия, полученная приемником от солнца через гелиостаты (Вт), может быть определена по уравнению:*

$$Q = R_z \cdot A_{np} \cdot F_z \cdot H_z \cdot n, \quad (1.1)$$

*где  $H_z$  - облученность зеркала гелиостата в  $\text{Вт}/\text{м}^2$  (для типичных условий  $H_z = 600 \text{ Вт}/\text{м}^2$ );*

*$F_z$  - площадь поверхности гелиостата,  $\text{м}^2$ ;*

*$n$  - количество гелиостатов;*

*$R_z$  - коэффициент отражения зеркала концентратора,  $R_z = 0,7 \div 0,8$ ;*

*$A_{np}$  - коэффициент поглощения приемника,  $A_{np} < 1$ .*

*Площадь поверхности приемника может быть определена, если известна энергетическая освещенность на нем  $H_{np} \text{ Вт}/\text{м}^2$ ,*

$$F_{np} = Q / H_{np} \quad (1.2)$$

*В общем случае температура на поверхности приемника может достигать  $t_{\text{ног}} = 1160 \text{ К}$ , что позволяет нагреть теплоноситель до  $700 \text{ °C}$ .*

Потери тепла за счет излучения в теплоприемнике можно вычислить по закону Стефана-Больцмана:

$$q_{\text{луч}} = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_o \cdot (T/100)^4, \text{ Вт/м}^2, \quad (1.3)$$

где  $T$  - абсолютная температура теплоносителя, К;

$\varepsilon_{\text{пр}}$  - степень черноты серого тела приемника;

$C_o$  - коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт / (м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>)

**Вторая задача** посвящена перспективам использования перепада температур поверхностных и глубинных вод океана для получения электроэнергии на ОТЭС, работающей по известному циклу Ренкина. В качестве рабочего тела предполагается использование легкокипящих веществ (аммиак, фреон). Вследствие небольших перепадов температур ( $\Delta T = 15 \div 26$  °С) термический КПД установки, работающей по циклу Карно, составляет всего 5-9 %. Реальный КПД установки, работающей по циклу Ренкина, будет вдвое меньше. В результате для получения доли относительно небольших мощностей на ОТЭС требуются большие расходы "теплой" и "холодной" воды и, следовательно, огромные диаметры подводных и отводящих трубопроводов.

Если считать теплообменники (испаритель и конденсатор) идеальными, то тепловую мощность, полученную от теплой воды  $Q_o$  (Вт) можно представить как

$$Q_o = \rho \cdot V \cdot C_p \cdot \Delta T, \quad (2.1)$$

где  $\rho$  - плотность морской воды, кг/м<sup>3</sup>;

$C_p$  - массовая теплоемкость морской воды, Дж/(кг · К);

$V$  - объемный расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$\Delta T = T_1 - T_2$  - разность температур поверхностных и глубинных вод (температурный перепад цикла) в °С или К.

В идеальном теоретическом цикле Карно механическая мощность  $N_0$  (Вт) может быть определена как

$$N_0 = \eta_t^k \cdot Q_o, \quad (2.2)$$

или с учетом (2.1) и выражения для термического КПД цикла Карно  $\eta_t^k$ :

$$N_0 = \rho \cdot C_p \cdot V \cdot (\Delta T)^2 / T_1 \quad (2.3)$$

**Третья задача** посвящена оценке изменения мощности малой ГЭС при колебаниях расхода воды и напора. Известно, что мощность ГЭС (Вт) можно определить по простому уравнению:

$$N = 9,81 \cdot V \cdot H \cdot \eta \quad (3.1)$$

где  $V$  - объемный расход воды в  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$H$  - напор ГЭС в м;

$\eta$  - КПД ГЭС, учитывающий потери в гидравлических сооружениях, водоводах, турбинах, генераторах. Для малых ГЭС  $\eta \approx 0,5$ .

КПД гидротурбин изменяется в пределах  $0,5 \div 0,9$ .