

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (20 ноября 2020)**

### **Дисциплина: «Введение в профессиональную деятельность»**

Студенту необходимо:

1. Выполнить задачи №1, №2.
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  $F_z$  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  $R_z = 0,8$ ; коэффициент поглощения приемника  $A_{np} = 0,95$ . Максимальная облученность зеркала гелиостата  $H_z = 600$  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  $t$ , °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).*

**ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЯ**

| Но-<br>мер<br>зада-<br>ч | Величины и<br>единицы их<br>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  |
|                          | $t, ^\circ \text{C}$                  | 700                                                             | 680 | 660 | 640 | 620 | 580 | 560 | 540 | 520 | 600 |
| 2                        | $N, \text{МВт}$                       | 10                                                              | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   |
|                          | $t_1, ^\circ \text{C}$                | 30                                                              | 30  | 28  | 28  | 26  | 26  | 24  | 23  | 21  | 20  |
|                          | $t_2, ^\circ \text{C}$                | 4                                                               | 5   | 4   | 5   | 4   | 5   | 4   | 5   | 4   | 5   |

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

*Первая задача посвящена использованию солнечной энергии на электростанции башенного типа с использованием гелиостатов, направляющих 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  $t_{нов} = 1160 \text{ К}$ , что позволяет нагреть теплоноситель до  $700 ^\circ \text{C}$ . Потери тепла за счет излучения в теплоприемнике можно вычислить по закону Стефана-Больцмана:*

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

где  $T$  - абсолютная температура теплоносителя, К;  
 $\epsilon_{\text{пр}}$  - степень черноты серого тела приемника;  
 $C_0$  - 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 подводящих и отводящих трубопроводов.

Если считать теплообменники (испаритель и конденсатор) идеальными, то тепловую мощность, полученную от теплой воды  $Q_0$  (Вт) можно представить как

$$Q_0 = \rho \cdot V \cdot C_p \cdot \Delta T, \quad (2.1)$$

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

$$N_0 = \eta_t^k \cdot Q_0, \quad (2.2)$$

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

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