

### Задача 3-1

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=13,0$  МПа;  $t_0=540^\circ\text{C}$ . Расход пара на турбину  $G_0=250$  кг/с. Внутренний относительный КПД турбины  $\eta_{oi}=0,83$ . Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=29$  мм;
- длина трубок:  $l=24$  м;
- число трубок:  $z=7000$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,3$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- скорость воды в трубках:  $w_в=2,2$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=12^\circ\text{C}$ .

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при «нормальной» работе конденсатора; В) при отключении одной половины конденсатора и сохранении скорости воды в трубках.

---

### Задача 3-2

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=13,0$  МПа;  $t_0=540^\circ\text{C}$  с промежуточным перегревом  $p_{пн}=3,0$  МПа;  $t_{пн}=540^\circ\text{C}$ . Внутренняя мощность турбины  $N_i=220$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,83$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,80$ . Конечное давление  $p_k=4$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=6000$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,1$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_в=1,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=12^\circ\text{C}$ .

Определить: А) длину трубок конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии сохранения расхода пара через турбину, но длине трубок на 30% больше.

---

### Задача 3-3

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=13,0$  МПа;  $t_0=540^\circ\text{C}$  с промежуточным перегревом  $p_{пн}=3,0$  МПа;  $t_{пн}=540^\circ\text{C}$ . Расход пара на турбину  $G_0=150$  кг/с. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,84$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ . Конечное давление  $p_k=4$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=6000$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,1$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- длина трубок:  $l=26$  м;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=12^\circ\text{C}$ .

Определить: А) скорость воды в трубках конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии уменьшения скорости воды в трубках конденсатора на 25%.

---

### **Задача 3-4**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=23,5$  МПа;  $t_0=570$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=4,2$  МПа;  $t_{nn}=570$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=320$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,86$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ .

Конечное давление  $p_k=3,5$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=8000$ ;
- длина трубок:  $l=27$  м;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_в=2,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=15$  °С.

Определить: А) коэффициент теплопередачи конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: в результате загрязнения конденсатора коэффициент теплопередачи снизился в 1,3 раза.

---

### **Задача 3-5**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=17,5$  МПа;  $t_0=560$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=3,2$  МПа;  $t_{nn}=560$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=320$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,86$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ .

Конечное давление  $p_k=4,5$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=8000$ ;
- длина трубок:  $l=26$  м;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_в=2,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=15$  °С.

Определить: А) коэффициент теплопередачи конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: в результате загрязнения конденсатора коэффициент теплопередачи снизился в 1,3 раза.

---

### **Задача 3-6**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=12,7$  МПа;  $t_0=540$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=2,8$  МПа;  $t_{nn}=540$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=180$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,85$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,83$ .

Конечное давление  $p_k=3,5$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=8000$ ;
- длина трубок:  $l=27$  м;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,7$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=18$  °С.

Определить: А) коэффициент расход циркуляционной воды и ее скорость в трубках, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: температура охлаждающей воды снизилась до 13 °С.

---

### **Задача 3-7**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=13,0$  МПа;  $t_0=550^\circ\text{C}$ ; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=2,6$  МПа;  $t_{nn}=550^\circ\text{C}$ . Расход пара на турбину  $G_0=160$  кг/с. Внутренний относительный КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,85$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,81$ .

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=29$  мм;
- длина трубок:  $l=26$  м;
- число трубок:  $z=4500$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,3$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- скорость воды в трубках:  $w_в=2,2$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=14^\circ\text{C}$ .

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при повышении температуры охлаждающей воды до  $20^\circ\text{C}$ .

---

### Задача 3-8

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=17,0$  МПа;  $t_0=550^\circ\text{C}$ , с промежуточным перегревом  $p_{nn}=3,3$  МПа;  $t_{nn}=550^\circ\text{C}$ . Расход пара на турбину  $G_0=160$  кг/с. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,86$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ . Конечное давление  $p_k=4,3$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=6000$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,1$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_в=1,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=12^\circ\text{C}$ .

Определить: А) длину трубок конденсатора, внутреннюю мощность турбины, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии сохранения расхода пара через турбину, но длине трубок на 30% больше.

---

### Задача 3-9

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=12,7$  МПа;  $t_0=565^\circ\text{C}$  с промежуточным перегревом  $p_{nn}=2,8$  МПа;  $t_{nn}=560^\circ\text{C}$ . Расход пара на турбину  $G_0=250$  кг/с. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,84$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ . Конечное давление  $p_k=4$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=7000$ ;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,1$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- длина трубок:  $l=28$  м;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{в1}=12^\circ\text{C}$ .

Определить: А) скорость воды в трубках конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии уменьшения скорости воды в трубках конденсатора на 25%.

---

### **Задача 3-10**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=17,5$  МПа;  $t_0=560$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=4,0$  МПа;  $t_{nn}=570$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=280$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,85$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ .

Конечное давление  $p_k=3,5$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=7000$ ;
- длина трубок:  $l=27$  м;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_g=2,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{г1}=15$  °С.

Определить: А) коэффициент теплопередачи конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: в результате загрязнения конденсатора коэффициент теплопередачи снизился в 1,3 раза.

---

### **Задача 3-11**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=17,5$  МПа;  $t_0=560$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=3,2$  МПа;  $t_{nn}=560$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=320$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,86$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,82$ .

Конечное давление  $p_k=4,0$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=24$  мм;
- число трубок:  $z=8000$ ;
- длина трубок:  $l=26$  м;
- скорость циркуляционной воды в трубках:  $w_g=2,7$  м/с;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{г1}=12$  °С.

Определить: А) коэффициент теплопередачи конденсатора, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: в результате загрязнения конденсатора коэффициент теплопередачи снизился в 1,3 раза.

---

### **Задача 3-12**

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах:  $p_0=12,7$  МПа;  $t_0=540$  °С; с промежуточным перегревом  $p_{nn}=2,8$  МПа;  $t_{nn}=540$  °С. Внутренняя мощность турбины  $N_i=180$  МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД  $\eta_{oi}^{ЧВД}=0,85$ ; ЧНД  $\eta_{oi}^{ЧНД}=0,83$ .

Конечное давление  $p_k=3,5$  кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок:  $d_{вн}=28$  мм;
- число трубок:  $z=8000$ ;
- длина трубок:  $l=27$  м;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе  $k=2,7$  кВт/м<sup>2</sup>К;
- температура воды на входе в конденсатор:  $t_{г1}=15$  °С.

Определить: А) расход циркуляционной воды и ее скорость в трубках, абсолютный внутренний КПД турбинной установки и конечную степень сухости; В) абсолютный внутренний КПД турбинной установки и изменение мощности турбины при условии: температура охлаждающей воды снизилась до 13 °С.

---