

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: $d_{\text{вн}}=29$ мм;
- длина трубок: $l=24$ м;
- число трубок: $z=7000$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k=2,3$ кВт/м²К;
- 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 $p_{\text{пн}}=3,0$ МПа; $t_{\text{пн}}=540^\circ\text{C}$. Внутренняя мощность турбины $N_i=220$ МВт. Внутренние относительные КПД: ЧВД $\eta_{oi}^{\text{ЧВД}}=0,83$; ЧНД $\eta_{oi}^{\text{ЧНД}}=0,80$. Конечное давление $p_k=4$ кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок: $d_{\text{вн}}=28$ мм;
- число трубок: $z=6000$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k=2,1$ кВт/м²К;
- 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 $p_{\text{пн}}=3,0$ МПа; $t_{\text{пн}}=540^\circ\text{C}$. Расход пара на турбину $G_0=150$ кг/с. Внутренние относительные КПД: ЧВД $\eta_{oi}^{\text{ЧВД}}=0,84$; ЧНД $\eta_{oi}^{\text{ЧНД}}=0,82$. Конечное давление $p_k=4$ кПа.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок: $d_{\text{вн}}=28$ мм;
- число трубок: $z=6000$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k=2,1$ кВт/м²К;
- 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; $t_0=570^\circ\text{C}$; с промежуточным перегревом $p_{\text{пн}}=4,2$ МПа; $t_{\text{пн}}=570^\circ\text{C}$. Внутренняя мощность турбины

$\eta_{oi}^{\text{ЧВД}}$

$\eta_{oi}^{\text{ЧНД}}$

$N_i=320 \text{ МВт}$. Внутренние относительные КПД: ЧВД $=0,86$; ЧНД $=0,82$.

Конечное давление $p_k=3,5 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

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

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

Конечное давление $p_k=4,5 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

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

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

Конечное давление $p_k=3,5 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

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

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

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

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

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при повышении температуры охлаждающей воды до 20°С .

Задача 3-8

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

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

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

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

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

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

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: $p_0 = 17,5 \text{ МПа}$; $t_0 = 560^\circ\text{С}$; с промежуточным перегревом $p_{\text{пн}} = 4,0 \text{ МПа}$; $t_{\text{пн}} = 570^\circ\text{С}$. Внутренняя мощность турбины $N_i = 280 \text{ МВт}$. Внутренние относительные КПД: ЧВД $\eta_{\text{oi}}^{\text{ЧВД}} = 0,85$; ЧНД $\eta_{\text{oi}}^{\text{ЧНД}} = 0,82$. Конечное давление $p_{\text{к}} = 3,5 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок: $d_{вн} = 28 \text{ мм}$;
- число трубок: $z = 7000$;
- длина трубок: $l = 27 \text{ м}$;
- скорость циркуляционной воды в трубках: $w_в = 2,7 \text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{в1} = 15^\circ\text{С}$.

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

Конечное давление $p_k = 4,0 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок: $d_{вн} = 24 \text{ мм}$;
- число трубок: $z = 8000$;
- длина трубок: $l = 26 \text{ м}$;
- скорость циркуляционной воды в трубках: $w_в = 2,7 \text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{в1} = 12^\circ\text{С}$.

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

Конечное давление $p_k = 3,5 \text{ кПа}$.

Известны следующие характеристики конденсатора паротурбинной установки:

- внутренний диаметр трубок: $d_{вн} = 28 \text{ мм}$;
- число трубок: $z = 8000$;
- длина трубок: $l = 27 \text{ м}$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k = 2,7 \text{ кВт/м}^2\text{К}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{в1} = 15^\circ\text{С}$.

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 .

Задача 3-13

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах: $p_0 = 15,0 \text{ МПа}$; $t_0 = 555^\circ\text{С}$; с промежуточным перегревом $p_{nn} = 3,4 \text{ МПа}$; $t_{nn} = 550^\circ\text{С}$. Расход пара на турбину $G_0 = 190 \text{ кг/с}$. Внутренний относительный КПД: ЧВД $\eta_{oi}^{ЧВД} = 0,85$; ЧНД $\eta_{oi}^{ЧНД} = 0,81$.

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок: $d_{вн} = 29 \text{ мм}$;
- длина трубок: $l = 28 \text{ м}$;

- число трубок: $z = 4500$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k = 2,3 \text{ кВт/м}^2\text{К}$;
- скорость воды в трубках: $w_{\text{в}} = 2,2 \text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{\text{в1}} = 12^\circ\text{С}$.

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при повышении температуры охлаждающей воды до 22°С .

Задача 3-14

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

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

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

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при снижении скорости охлаждающей воды до $1,72 \text{ м/с}$.

Задача 3-15

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах: $p_0 = 15,0 \text{ МПа}$; $t_0 = 540^\circ\text{С}$; с промежуточным перегревом $p_{\text{пн}} = 2,9 \text{ МПа}$; $t_{\text{пн}} = 540^\circ\text{С}$. Расход пара на турбину $G_0 = 190 \text{ кг/с}$. Внутренний относительный КПД: ЧВД $\eta_{\text{oi}}^{\text{ЧВД}} = 0,85$; ЧНД $\eta_{\text{oi}}^{\text{ЧНД}} = 0,81$.

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок: $d_{\text{вн}} = 29 \text{ мм}$;
- длина трубок: $l = 26 \text{ м}$;
- число трубок: $z = 6500$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k = 2,3 \text{ кВт/м}^2\text{К}$;
- скорость воды в трубках: $w_{\text{в}} = 2,2 \text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{\text{в1}} = 14^\circ\text{С}$.

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки А) при заданных условиях работы конденсатора; В) если в результате течи трубок заглушено 20% трубок.

Задача 3-16

Паротурбинная установка работает при начальных параметрах: $p_0 = 8,8 \text{ МПа}$; $t_0 = 510^\circ\text{С}$. Расход пара на турбину $G_0 = 80 \text{ кг/с}$. Внутренний относительный КПД турбины $\eta_{\text{oi}} = 0,83$. Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок: $d_{\text{вн}} = 29 \text{ мм}$;
- длина трубок: $l = 24 \text{ м}$;
- число трубок: $z = 4000$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k = 2,3 \text{ кВт/м}^2\text{К}$;
- скорость воды в трубках: $w_{\text{в}} = 2,2 \text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{\text{в1}} = 12^\circ\text{С}$.

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки
А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при повышении температуры охлаждающей воды до 22°C .

Задача 3-17

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

Конденсатор паротурбинной установки имеет следующие характеристики:

- внутренний диаметр трубок: $d_{вн}=29\text{ мм}$;
- длина трубок: $l=24\text{ м}$;
- число трубок: $z=7000$;
- коэффициент теплопередачи в конденсаторе $k=2,5\text{ кВт/м}^2\text{К}$;
- скорость воды в трубках: $w_в=2,2\text{ м/с}$;
- температура воды на входе в конденсатор: $t_{в1}=12^{\circ}\text{C}$.

Определить внутреннюю мощность турбины и термический КПД турбинной установки

А) при заданных условиях работы конденсатора; В) при снижении скорости воды 1,3
раза.