

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
по дисциплине "Атомные электрические станции"
для студентов ТЭФ специальности 140404

ТЕМА 1: Исследование тепловой экономичности паротурбинной установки

Варианты 1-10

У с л о в и я з а д а ч и

Сравнить расход пара, влажность на выходе цилиндров турбины и термический КПД для трех вариантов паротурбинных установок, работающих:

- а) по элементарному циклу Ренкина;
- б) с двухступенчатым паропаровым перегревом при давлении $P_{РАЗД}$ (греющий пар 1-ой ступени с давлением P_1 ; греющий пар 2-ой ступени P_0) и сбросом дренажей ПП1 и ПП2 в конденсатор;
- в) с двухступенчатым паропаровым перегревом при давлении $P_{РАЗД}$ (греющий пар 1-ой ступени с давлением P_1 ; греющий пар 2-ой ступени P_0) и закачкой дренажей ПП1 и ПП2 в точку смешения.

Для каждого варианта составить энергетический баланс.

П р и м е ч а н и я:

- разделительное давление $P_{РАЗД}$ выбрать из условия одинаковой влажности на выходе ЦВД и ЦНД;
- давление греющего пара P_1 на первую ступень ПП выбрать из условия одинакового подогрева пара в ПП1 и ПП2;
- энтальпию питательной воды на входе ПП в варианте в) определять с учетом подогрева при смешении основного конденсата с потоками дренажа из промпароперегревателя;
- сжатие воды в питательном насосе не учитывать;
- недогрев до насыщения в обеих ступенях промпароперегревателе принять равным $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_0 , МПа	6	5	6,5	7,5	6,0	8,5	8,0	5,0	8,0	7,5
T_0 , $^{\circ}\text{C}$	295	305	T_s	T_s	310	325	T_s	T_s	325	330
P_k , МПа	0,005	0,006	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004
N_0 , МВт	100	200	350	500	150	100	200	400	200	100

Варианты 11-20

Условия задачи

Сравнить расход пара, влажность на выходе цилиндров турбины и термический КПД для трех вариантов паротурбинных установок, работающих:

- а) по элементарному циклу Ренкина;
- б) с сепарацией и одноступенчатым паропаровым перегревом при давлении $P_{РАЗД}$ (греющий пар ПП - P_0) и сбросом дренажей СПП в конденсатор;
- в) с сепарацией и одноступенчатым паропаровым перегревом при давлении $P_{РАЗД}$ (греющий пар ПП - P_0) и закачкой дренажей СПП в точку смешения.

Для каждого варианта составить энергетический баланс.

Примечания:

- разделительное давление $P_{РАЗД}$ выбрать из условия одинаковой влажности на выходе ЦВД и ЦНД;
- энтальпию питательной воды на входе ПГ в варианте в) определять с учетом подогрева при смешении основного конденсата с потоками дренажа из сепаратора и промпароперегревателя;
- сжатие воды в питательном насосе не учитывать;
- считать что осушение пара в сепараторе производится до $X_C=1$;
- недогрев до насыщения в промпароперегревателе принять равным $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 2.

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P_0 , МПа	5	6	5,5	5	6,5	6	4,5	5,5	6,0	5,0
T_0 , $^{\circ}\text{C}$	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s	T_s
P_K , МПа	0,03	0,009	0,008	0,009	0,012	0,011	0,012	0,015	0,01	0,009
N_0 , МВт	100	200	350	500	150	100	200	400	200	100

Варианты 21-30

Условия задачи

Сравнить расход пара, влажность на выходе цилиндров турбины и термический КПД для трех вариантов паротурбинных установок, работающих:

- а) по элементарному циклу Ренкина;
- б) с двухкратной сепарацией при давлениях $P_{РАЗД1}$ и $P_{РАЗД2}$ и сбросом дренажей сепараторов в конденсатор;
- в) с двухкратной сепарацией при давлениях $P_{РАЗД1}$ и $P_{РАЗД2}$ и закачкой дренажей СПП в точку смешения.

Для каждого варианта составить энергетический баланс.

Примечания:

- разделительные давления $P_{РАЗД1}$ и $P_{РАЗД2}$ выбрать из условия одинаковой влажности на выходе ЦВД, ЦСД и ЦНД;
- энтальпию питательной воды на входе ПГ в варианте в) определять с учетом подогрева при смешении основного конденсата с потоками дренажа из сепараторов;
- сжатие воды в питательном насосе не учитывать;
- считать что осушение пара в сепараторах производится до $X_{C1} = X_{C2} = 1$.

Таблица 3.

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P_0 , МПа	5	6	5,5	5	6,5	6	4.5	5,5	6,0	5,0
T_0 , °С	289	305	T_s	T_s	310	325	T_s	T_s	325	330
P_k , МПа	0,01	0,009	0,008	0,009	0,012	0,011	0,012	0,015	0,01	0,009
N_0 , МВт	100	200	350	500	150	100	200	400	200	100

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

P_0 - давление острого пара (перед турбиной);

T_0 - температура острого пара (перед турбиной);

X_0 - степень сухости острого пара;

$P_{\text{РАЗД}}$ - давление пара после ЦВД, в сепараторе, в промперегревателе;

P_1 - греющий пар 1-ой ступени при двухступенчатом паропаровом перегреве;

$P_{\text{РАЗД1}}$, $P_{\text{РАЗД2}}$ - давления пара после ЦВД и ЦСД (и в соответствующих сепараторах), при двухкратной сепарации;

P_K - давление в конденсаторе (отработавшего пара);

N_0 - мощность идеальной турбины.

ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ

1. Что показывает термический КПД? Основные формы его записи.
2. Определение подогрева (температурного и энтальпийного) в насосе.
3. Что характеризует удельный расход пара на турбину. Выражения для его расчета.
4. Что характеризует удельный расход тепла на турбоустановку. Выражения для его расчета.
5. Назначение внешней сепарации в турбоустановках АЭС. Процесс расширения пара в турбине с внешней сепарацией.
6. Назначение промперегрева в турбоустановках АЭС. Процесс расширения пара в турбине с промперегревом.
7. Изобразить цикл паротурбинной установки с одно- и двухкратной внешней сепарацией в TS-диаграмме.
8. Изобразить цикл паротурбинной установки с одно- и двухкратной внешней сепарацией в hS-диаграммах.
9. Определение параметров для теплового баланса точки смешения.