

Задание заключительного этапа

Часть 1 (максимально 50 баллов)

На рис. 1 представлена схема ядерной паротурбинной установки с газовым теплоносителем в реакторе.

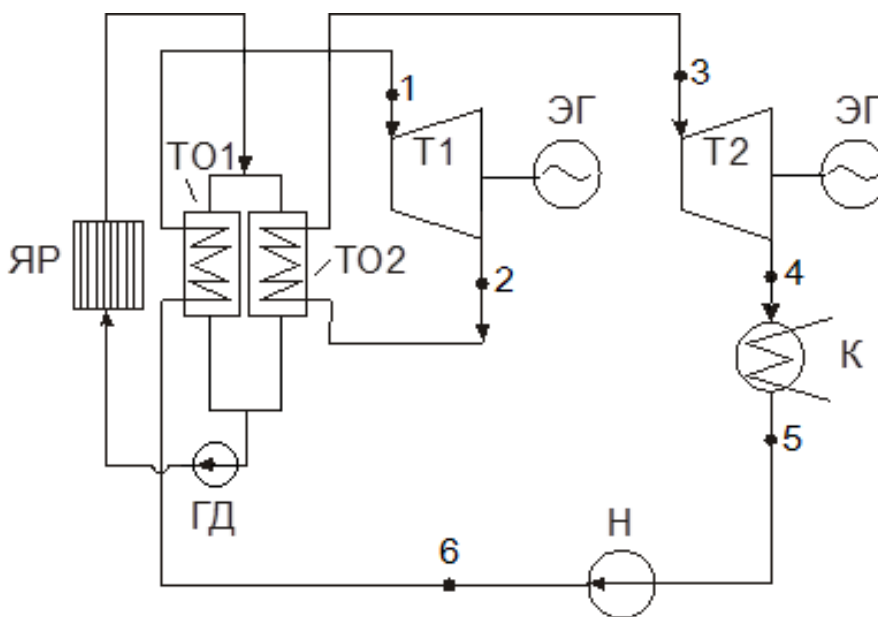


Рис. 1.

Обозначения: ЯР – ядерный реактор, ТО₁, ТО₂ – теплообменники, ГД – газодувка, Т₁, Т₂ – паровые турбины, К – конденсатор, ЭГ – электрогенератор, Н – насос

Известны: тепловая мощность ядерного реактора $Q_p=700$ МВт, параметры пара: $p_1=60$ бар, $x_1=1$, $p_3=13,5$ бар, $t_3=280^\circ\text{C}$, $p_4=0,05$ бар.

Задание:

1. Постройте Ts-диаграмму идеального цикла, нанесите цифры, соответствующие узловым точкам схемы.
2. Дополните постановку задачи допущениями и необходимыми условиями.
3. Определите значения энтальпии в узловых точках цикла и заполните таблицу.

Точки	1	2	3	4	5	6
h, кДж/кг						

4. Рассчитайте:

- а) количество подводимой к рабочему телу теплоты (в кДж/кг и в МВт);
- б) количество отводимой теплоты (в кДж/кг и в МВт);
- в) значение средней интегральной температуры подвода теплоты в цикле ($^{\circ}\text{C}$);
- г) значения термического и абсолютного электрического КПД установки (%);
- д) расход пара (кг/с);
- е) значения теоретической и электрической мощности паротурбинной установки (МВт);
- ж) мощность, потребляемую насосом (МВт);
- з) удельный расход условного топлива на выработку электроэнергии, кг у.т./(кВт*ч).

Часть 2 (максимально 20 баллов)

Очищенный синтез-газ из газификатора с давлением 2,5 МПа и 900°C поступает в первую ступень газовой турбины, где расширяется до давления 0,5 МПа. После этого он поступает в камеру сгорания, куда поступает воздух давлением 0,6 МПа и температурой 300°C . Далее смесь продуктов сгорания газа и воздуха с температурой 900°C поступает во вторую ступень турбины, где расширяется до 0,1 МПа. Определите коэффициент избытка воздуха в камере сгорания и полученную в ходе расширения работу на 1 кг синтез-газа, если он состоит из монооксида углерода (20 об. %), диоксида углерода (10 об. %), водорода (10 об. %), водяного пара (15 об. %), метана (5 об. %) и азота (40 об. %). Внутренний относительный КПД ступеней газовой турбины – 80 %. Компоненты синтез-газа и воздуха считать идеальными газами, согласно молекулярно-кинетической теории. Самостоятельно ввести допущения и кратко охарактеризовать их необходимость.

Примечание. Тепловой эффект реакций горения монооксида углерода – 283 МДж/кмоль СО, метана – 803 МДж/кмоль CH_4 , водорода – 242 МДж/кмоль.

Часть 3 (максимально 10 баллов)

Система из цилиндрических тепловыделяющих элементов ядерного реактора охлаждается продольным потоком гелия (заштрихованное сечение на рис.2). Диаметр твэлов $d=9$ мм, шаг $a=13$ мм, средняя температура гелия 583°C , скорость $w=30$ м/с, объемное тепловыделение твэлов $q_v=3 \cdot 10^7$ Вт/м³.

Теплофизические свойства гелия при $t=583^{\circ}\text{C}$: $\lambda=0,328$ Вт/(м· $^{\circ}\text{C}$), $\nu=35,65 \cdot 10^{-6}$ м²/с, $\text{Pr}=0,633$.

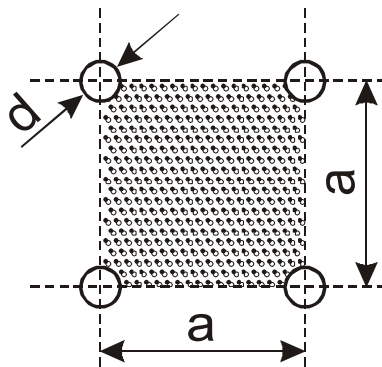


Рис. 2.

Рассчитайте среднее значение коэффициента теплоотдачи от теплоносителя для канала с заштрихованным сечением ($\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$), плотность теплового потока на поверхности твэла ($\text{Вт}/\text{м}^2$) и значение температуры на поверхности твэла ($^\circ\text{C}$).

Часть 4 (максимально 10 баллов)

Питательная вода из подогревателя подается в паровой котел по горизонтальным теплоизолированным стальным трубам. Наружный диаметр изоляции 280 мм, температура поверхности изоляции $60 \text{ } ^\circ\text{C}$, ее степень черноты 0,95. Температура воздуха в цехе $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Рассчитать теплотери 1 м длины трубы ($\text{Вт}/\text{м}$) с учетом излучения.

Часть 5 (максимально 10 баллов)

1. В процессе эксплуатации струйно-барботажного деаэрата ДП-1000/100 в составе турбоустановки регулярно проводился контроль содержания кислорода в деаэрированной воде. Во время последнего сеанса измерений было зафиксировано существенное превышение концентрации кислорода в питательной воде относительно предельно допустимого значения.

Укажите основные возможные причины нарушения водно-химического режима и предложите организационные и технические мероприятия, для их устранения.

2. Во время испытаний водо-водяного подогревателя измерялись давления и температуры обоих теплоносителей на входе/выходе подогревателя, а также массовые расходы теплоносителей. После обработки результатов измерений выяснилась большая «невязка» теплового баланса по первичному и вторичному теплоносителям.

Укажите возможные причины неисправности и предложите способы их установления.