ЗАДАЧА 1

Сколько нужно затратить теплоты, чтобы получить 1 кг пара при абсолютном давлении Р1 из воды, взятой при температуре t1, если требуется:

а) пар влажный насыщенный;

б) пар перегретый с температурой tпе.

Определить изменение внутренней энергии и энтропии в процессе подвода теплоты. Данные для решения задачи необходимо выбрать из табл. 1 по двум последним цифрам шифра.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р1,  МПа | t1,  оС | tпе,  оС | х |
| 3 | 130 | 490 | 0,98 |

ЗАДАЧА 2

В идеальном двухступенчатом поршневом компрессоре происходит сжатие воздуха от давления Р1 = 0,1 МПа до давления Р2. Температура газа на входе в ступени t1. Определить параметры газа в конце сжатия, теоретическую мощность привода компрессора и расход охлаждающей воды, прокачиваемой последовательно через рубашки цилиндров и промежуточный холодильник, если общий нагрев воды Δt = 25oC. Объемная производительность компрессора при условиях входа – V1, сжатие в обеих ступенях происходит по политропе с показателем n.

Определить конечную температуру t2 и мощность привода, если сжатие газа до давления происходило бы адиабатно в одноступенчатом компрессоре, а также мощность при изотермическом сжатии, сравнить все мощности. Процессы сжатия и охлаждения показать в P,V и T,S диаграммах. Данные для решения задачи принять из табл. 3.

Таблица 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| V1,  м3/с | Р2,  МПа | n | t1,  oC |
| 1,76 | 7,5 | 1,28 | 20 |

КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ № 1

1. Перед выполнением контрольной работы студент должен ознакомиться с методикой решения аналогичных задач, приведенных в литературе /5,6/.
2. При решении задачи № 1 необходимо знать, что энтальпию воды и перегретого пара определяют по таблицам воды и перегретого пара (по известному давлению и температуре), а параметры насыщенного пара - по формулам с использованием таблиц насыщенного состояния.
3. При решении задачи № 2 следует знать, что в теоретической сушильной машине энтальпия воздуха, входящего в сушильную камеру, I2, равна энтальпии воздуха, выходящего из нее, I3. Давление насыщения водяных паров в зависимости от температуры взять из таблиц насыщенного водяного пара. Диаграмма I,d влажного воздуха приведена в приложении.
4. При решении задачи № 3 необходимо определить промежуточное давление, обеспечивающее минимальную затрату мощности на привод компрессора по формуле . Теплоемкость воздуха можно считать постоянной.

Указания к задачам № 1 и 2

Необходимо предварительно изучить разделы "Теплоемкость газов" в /3,с.63-64, 70-72/ и "Водяной пар" в /3,с.162-178, с.15-17, 34-40/ .

При решении задачи снова следует определить количество теплоты, требуемое для нагревания заданного количества пара:

, (9)

где *G*, - весовой расход пара, кг/с;

*qn*, - удельное количество теплоты, выделенное при полной конденсации 1 кг водяного пара, кДж/кг.

По условию (а) задачи пар, сконденсировавшись, уходит из теплообменника (калорифера) при той же температуре конденсации (равной температуре насыщения), величина которой зависит от давления, при котором происходит конденсация. Поэтому количество теплоты, которое выделяется в калорифере при полной конденсации 1 кг влажного пара (без переохлаждения конденсата), можно определит

 (10)

где *r*, - величина теплоты парообразования, кДж/кг. Такое количество теплоты отдает при полной конденсации 1 кг сухого насыщенного пара;

*x* - степень сухости пара, поступающего в калорифер (задана в условии задачи).

Как правило, пар поступает в калорифер уже частично сконденсировавшийся (влажный насыщенный пар). Его степень сухости в этом случае меньше единицы.

Величину теплоты парообразования *r* находим из табл.1 приложения данных методических указаний по величине давления, указанной в варианте задания.

Здесь же находим параметры кипящей воды (сконденсировавшегося пара), параметры сухого насыщенного пара и температуру насыщения, при которой происходит конденсация пара при заданном давлении.

Поскольку, в большинстве вариантов в начальном состоянии имеется влажный насыщенный пар (*x* < 1), его параметры вычисляются по формулам для влажного насыщенного пара, взятым из [2, с. 166-167].

Массовый расход пара (греющего теплоносителя) вычисляем по формуле

, кг/с. (13)

По условию (б) параметры перегретого пара находятся по таблице (5) приложения. Затем следует изобразить процесс конденсации пара (не в масштабе) в диаграммах p-v, T-S и h-s.

Указания к задаче №2

Предварительно необходимо изучить по учебнику [2, с. 217-228] раздел «Компрессоры», обратив особое внимание на принцип действия, устройство и работу одноступенчатого и многоступенчатого поршневого компрессора, уяснить суть термодинамического обоснования многоступенчатого сжатия, ознакомиться с формулами, по которым необходимо определять искомые величины. Необходимо изобразить принципиальные схемы одно- и двухступенчатого компрессора, показать процессы, происходящие в этих компрессорах в р-V и Т-s диаграммах при изотермическом и политропном сжатии с заданным показателем политропы. По условию задачи (идеальный компрессор) можно не учитывать наличие вредного пространства, потери работы на трение поршня о стенки цилиндра и дросселирование в клапанах. Всасывание газа в цилиндр, его нагнетание в резервуар осуществляется при постоянном давлении. Для нахождения параметров воздуха ( Т2 и V2) в конце сжатия во всех вариантах задачи необходимо использовать формулы (зависимости), по которым рассчитываются процессы изменения состояния идеальных газов [2, с. 80-92]. По формулам, приведенным в главе 16 [2] для изотермического и политропного сжатия определяем теоретическую работу и мощность двигателя для привода компрессора и сравниваем их. Затем надо подсчитать количество теплоты, отводимой от воздуха после сжатия в компрессоре, приняв изохорную теплоемкость воздуха постоянной и равной

Сv = 0,723 кДж/(кг К).

При подсчете расхода охлаждающей воды ее теплоемкость можно принять постоянной и равной

Св = 4,187 кДж/(кг К).

При расчете процессов сжатия в двухступенчатом компрессоре сначала находят отношение давлений в каждой ступени, считая его одинаковым для каждой ступени, а затем подсчитывают давление после первой ступени сжатия. Далее расчет ведется по формулам для одноступенчатого компрессора для изотермического и политропного сжатия. Разумеется, некоторые из полученных результатов должны удваиваться, чтобы учесть работу второй ступени сжатия. При построении процессов сжатия в Т-s диаграмме предполагаем, что охлаждение воздуха после первой ступени сжатия происходит до первоначальной температуры. При расчетах необходимо проверять размерности подставляемых в формулу величин и получаемых результатов.