При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

а) обязательно записать условие задачи;

б) решение сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором должно быть указано, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу (из условия задачи, из справочника, определена ранее и т. д.);

в) вычисления давать в развернутом виде;

г) обязательно проставлять размерности всех заданных и расчетных величин в международной системе СИ;

д) графический материал должен быть выполнен четко в масштабе на миллиметровой бумаге.

е) в конце каждой задачи дать ответ на контрольный вопрос.

конце работы дать перечень использованной литературы.

Данные из таблиц помечены красным

**Задача 1.** В процессе изменения состояния 1 кг газа внутренняя энергия его увеличивается (или уменьшается) на Δ*u*. При этом над газом совершается работа (или газ совершает работу), равная *l.* Начальная температура газа *–t1,* конечное давление *p2.*

Определить для заданного газа показатель политропы *п,* начальные и конечные параметры, изменение энтропии Δ*s* и изменение энтальпии Δ*h*. Представить процесс в *р-v* и *Т-s —* диаграммах. Изобразить также (без расчета) изобарный, изохорный, изотермический и адиабатный процессы, проходящие через ту же начальную точку, и дать их сравнительный анализ. Данные для расчетов взять из таблицы 3.1.

*Контрольный вопрос.* Какова общая формулировка и математическое выражение первого закона термодинамики?

**Таблица 3.1 – исходные данные для задачи 1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | Δu,кДж/кг | *l*,кДж/кг | *t1, °C* | *p2,* МПа | Род газа |
| 0 | 150 | -200 | 17 | 2,0 | N2 |
| 1 | 150 | -210 | 18 | 2,1 | 02 |
| 2 | 150 | -220 | 19 | 2,3 | Воздух |
| 3 | 160 | -220 | 20 | 2,2 | Н2 |
| 4 | 160 | -230 | 21 | 2,5 | СО |
| 5 | 160 | -230 | 22 | 2,4 | СО2 |
| 6 | 170 | -240 | 23 | 2,6 | СН4 |
| 7 | 170 | -240 | 24 | 2,7 | Н2О |

**Задача 2.** Определить параметры (*р*, *v*, *T*) рабочего тела в характерных точках идеального цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания с изохорно-изобарным подводом теплоты (смешанный цикл), если известны давление *р1* и температура *t1* рабочего тела в начале сжатия. Степень сжатия *ε*, степень повышения давления *λ,* степень предварительного расширения *ρ* заданы. Показатель политропы сжатия равен *n1,* показатель политропы расширения равен *n2.*

Определить подведенную и отведенную в цикле теплоты, полезную работу цикла, его термический КПД и изменение энтропии отдельных процессов цикла. За рабочее тело принять воздух, считая теплоемкость его в расчетном интервале температур постоянной.

Построить на «миллиметровке» в масштабе этот цикл в координатах *р-v* и *Т-s.* Дать к полученным диаграммам соответствующие пояснения. Данные для расчетов взять из таблицы 3.2.

 *Контрольный вопрос.*В чем смысл второго закона термодинамики?

**Таблица 3.2 – исходные данные для задачи 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | *р1, МПа* | *t1,* *°C* | *ε* | *λ* | *ρ* | *n1* | *n2* |
| 0 | 0,1 | 15 | 14 | 1,7 | 1,6 | 1,26 | 1,4 |
| 1 | 0,1 | 16 | 14 | 1,8 | 1,5 | 1,27 | 1,4 |
| 2 | 0,1 | 17 | 14 | 1,9 | 1,4 | 1,28 | 1,4 |
| 3 | 0,1 | 18 | 15 | 1,7 | 1,6 | 1,29 | 1,4 |
| 4 | 0,1 | 19 | 15 | 1,8 | 1,5 | 1,30 | 1,4 |
| 5 | 0,1 | 20 | 15 | 1,9 | 1,4 | 1,31 | 1,39 |
| 6 | 0,1 | 21 | 16 | 1,7 | 1,6 | 1,32 | 1,38 |
| 7 | 0,1 | 22 | 16 | 1,8 | 1,5 | 1, 33 | 1,37 |
| 8 | 0,1 | 23 | 16 | 1,9 | 1,4 | 1,34 | 1,36 |
| 9 | 0,1 | 24 | 17 | 1,7 | 1,6 | 1,35 | 1,35 |
| 10 | 0,1 | 25 | 17 | 1,8 | 1,5 | 1,36 | 1,34 |
| 11 | 0,1 | 26 | 17 | 1,9 | 1,4 | 1,37 | 1,33 |
| 12 | 0,1 | 27 | 18 | 1,7 | 1,6 | 1,38 | 1,32 |

**Задача 3.** Определить потери теплоты за 1 час с 1 м длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если известны наружный диаметр *d* трубы, температура стенки трубы *tст* и температура воздуха *tв* в помещении. Данные для расчетов взять из таблицы 3.3.

*Контрольный вопрос.* Какими основными безразмерными числами (критериями) подобия определяется конвективная теплоотдача и каков физический смысл этих чисел подобия?

**Таблица 3.3 – исходные данные для задачи 3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | *d*, мм | *tст, °C* | *tв, °C* |
| 0 | 100 | 38 | -10 |
| 1 | 100 | 39 | -9 |
| 2 | 100 | 40 | -8 |
| 3 | 100 | 41 | -7 |
| 4 | 120 | 42 | -6 |
| 5 | 120 | 42 | -5 |
| 6 | 120 | 44 | -4 |
| 7 | 120 | 45 | -3 |
| 8 | 130 | 46 | -2 |
| 9 | 130 | 47 | -1 |

**Задача 4.** Определить площадь поверхности нагрева газоводяного рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме. Греющий теплоноситель – дымовые газы с начальной температурой *t*г***’*** и конечной *t*г*′′*. Расход воды через теплообменник — *Gв,* начальная температура воды – *t*в***’***, конечная – *t*в*′′*. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке трубы - *α*г и от стенки трубы к воде *α*в. Теплообменник выполнен из стальных труб с внутренним диаметром *d* = 50 мм и толщиной стенки δ = 1 мм. Коэффициент теплопроводности стали λ = 62 Вт/(м⋅К). Стенку считать чистой с обеих сторон. Данные для расчетов взять из таблицы 3.4.

Определить также поверхности теплообмена при выполнении теплообменника по прямоточной схеме и при сохранении остальных параметров неизменными.

Для обеих схем движения теплоносителя (противоточной и прямоточной) показать без расчета графики изменения температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена. Указать преимущества противоточной схемы.

*Контрольный вопрос.* 0бъясните физический смысл коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. От каких факторов зависит их величина?

**Таблица 3.4 – исходные данные для задачи 4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | αг, Вт/(м2⋅К) | αв, Вт/(м2⋅К) | Gв,кг/ч | *t*в*’, °C* | *t*в*’’, °C* | *t*г*’, °C* | *t*г*’’, °C* |
| 0 | 35 | 635 | 1500 | 10 | 110 | 650 | 450 |
| 1 | 36 | 640 | 1550 | 10 | 110 | 650 | 450 |
| 2 | 37 | 645 | 1600 | 100 | 110 | 660 | 460 |
| 3 | 38 | 650 | 1650 | 12 | 113 | 660 | 460 |
| 4 | 39 | 655 | 1700 | 12 | 113 | 670 | 470 |
| 5 | 40 | 660 | 1750 | 13 | 113 | 670 | 470 |
| 6 | 41 | 665 | 1800 | 13 | 115 | 680 | 480 |
| 7 | 42 | 670 | 1850 | 14 | 115 | 680 | 480 |
| 8 | 43 | 675 | 1900 | 15 | 115 | 690 | 490 |

Задача 5. Определить высшую и низшую теплоты сгорания топлива по из­вестному рабочему составу, действительное количество воздуха для сгорания 1 кг топлива и массовый расход продуктов сгорания топлива, если известен коэффици­ент α избытка воздуха. Данные для расчета взять из таблицы 3.5.

Контрольный вопрос. Как производится определение теплоты сгорания топ­лива опытным путем?

**Таблица 3.5 - Исходные данные для задачи 5**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | Примерный состав топлива, % | Коэффициент аизбытка воздуха |
| 0 | C7Н16 | 0,85 |
| 1 | С8Н18 | 0,9 |
| 2 | С9Н20 | 1,0 |
| 3 | С10Н22 | 1,10 |
| 4 | С11Н24 | 1,15 |
| 5 | С=84,5%, H=14,4%, S=0,4%; 0=0,7% | 1,3 |
| 6 | С=85,5%, Н=13,9%, S=0,2%; 0=0,4% | 1,35 |

**Задача 6.** Определить количество удаленной влаги *W,* потребное количество воздуха *L* и расход теплоты на сушку *Q* для конвективной зерносушилки производительностыо *G1*, если начальное значение относительной влажности зерна *w1*  и конечное *w2,* влагосодержание *d1* и температура воздуха *t1*  на входе в сушилку, влагосодержание *d2* и температура воздуха *t2*  на выходе из сушилки, температура наружного воздуха *t*о = 15 ºC. Данные для расчетов взять из таблицы 3.5.

Изобразить процесс сушки в *Н-d* диаграмме влажного воздуха.

*Контрольный вопрос*. Как определяется тепловой режим сушки различных сельскохозяйственных продуктов?

 **Таблица 3.6– исходные данные для задачи 6**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сумма двух последних цифр шифра | *G1*,кг/ч | *d1*,г/кг с.в. | *t1,**°С* | *d2,*г/кг с.в. | *t2,**°С* | *w1,**%* | *w2,**%* |
| 0 | 100 | 25 | 140 | 35  | 70 | 35 | 27 |
| 1 | 150 | 25 | 140 | 34 | 69 | 34 | 26 |
| 2 | 200 | 25 | 140 | 33 | 68 | 33 | 25 |
| 3 | 250 | 25 | 140 | 32 | 67 | 32 | 24 |
| 4 | 300 | 25 | 130 | 37 | 66 | 31 | 23 |
| 5 | 350 | 25 | 130 | 36 | 65 | 30 | 22 |
| 6 | 400 | 25 | 130 | 35 | 64 | 35 | 27 |