**3.1. Общие указания**

Контрольная работа должна выполняться студентом после изучения всего курса.

Контрольная работа состоит из 6 задач, задания к каждой из них представлены в 19 вариантах. Студент выбирает в таблицах 3.1 – 3.6 тот вариант задания, который соответствует сумме двух последних цифр его учебного шифра.

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.

После решения задачи должен быть произведен краткий анализ полученных результатов и сделаны соответствующие выводы.

В конце работы дать перечень использованной литературы.

Контрольная работа может выполняться в учебной тетради или на сброшированных листах бумаги формата А4 в рукописном виде. Допускается работа, выполненная компьютерным текстом.

**3.1. Задания для контрольной работы**

**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**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п | Δu,  кДж/кг | *l*,  кДж/кг | *t1, °C* | *p2,* МПа | Род газа |
| 1 | -170 | 250 | 2050 | 0,12 | 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**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | *р1, МПа* | *t1,*  *°C* | *ε* | *λ* | *ρ* | *n1* | *n2* |
| 1 | 0,1 | 25 | 17 | 1,8 | 1,5 | 1,36 | 1,34 |

**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**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | *d*, мм | *tст, °C* | *tв, °C* |
| 1 | 130 | 48 | 0 |

**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**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | αг, Вт/(м2⋅К) | αв, Вт/(м2⋅К) | Gв,  кг/ч | *t*в*’, °C* | *t*в*’’, °C* | *t*г*’, °C* | *t*г*’’, °C* |
| 1 | 45 | 685 | 2000 | 16 | 118 | 700 | 500 |

**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**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п. | Примерный состав топлива, % | Коэффициент а  избытка воздуха |
| 1 | C7Н16 | 1,1 |

**Задача 6.** Определить количество удаленной влаги *W,* потребное количество воздуха *L* и расход теплоты на сушку *Q* для конвективной зерносушилки производительностью *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**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п.п. | *G1*,  кг/ч | *d1*,  г/кг с.в. | *t1,*  *°С* | *d2,*  г/кг с.в. | *t2,*  *°С* | *w1,*  *%* | *w2,*  *%* |
| 1 | 600 | 25 | 120 | 30 | 60 | 31 | 23 |