



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Казанский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-  
воспитательной работе и  
молодежной политике, доцент  
А.В. Дмитриев

«19» мая 2022 г.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Термодинамика и теплопередача»  
(Оценочные средства и методические материалы)**

приложение к рабочей программе дисциплины

Специальность

**23.05.01 - Наземные транспортно- технологические средства**

Специализация

**Автомобили и тракторы**

Форма обучения

**очная, заочная**

Казань – 2022 г.

Составитель: к.т.н., доцент  
Должность, ученая степень, ученое звание

  
Подпись

Халиуллин Фарит Ханафиевич  
Ф.И.О.

Оценочные средства обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Тракторы, автомобили и безопасность технологических процессов» «25» апреля 2022 года (протокол № 11)

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор  
Должность, ученая степень, ученое звание

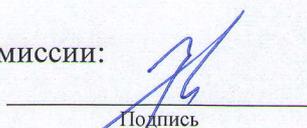
  
Подпись

Хафизов Камиль Абдулхакович  
Ф.И.О.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии института механизации и технического сервиса «28» апреля 2022года (протокол № 9)

Председатель методической комиссии:

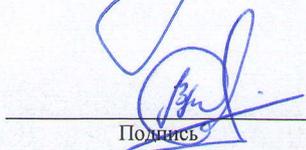
доцент, к.т.н.  
Должность, ученая степень, ученое звание

  
Подпись

Зиннатуллина Алсу Наилевна  
Ф.И.О.

Согласовано:

Директор

  
Подпись

Медведев Владимир Михайлович  
Ф.И.О.

Протокол Ученого совета ИМ и ТС № 9 от «11» мая 2022года

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП по специальности обучения 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»:

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	ОПК-1.4 Способен к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений в областях связанных со сферой профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> методы самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний.</p> <p><b>Владеть:</b> методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче и использованию в практической деятельности новых знаний.</p>
ПК- 1 Проектирование и конструирование автотранспортных средств	ПК- 1.2 Демонстрирует знание по методике расчета автотранспортных средств и их компонентов, в том числе с использованием прикладных программ	<p><b>Знать:</b> методики расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.</p>

## 2 ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 2.1 – Показатели и критерии определения уровня сформулированности компетенций

Этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОПК-1.4 Способен к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений в областях связанных со сферой профессиональной деятельности	Знать: методы самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности.	Уровень знаний по методам самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности. ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний по методам самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности.	Уровень знаний по методам самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний по методам самообразования и использования в практической деятельности новых знаний и умений по термодинамике и теплопередаче, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
	Уметь: организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения организовать самообразование по термодинамике и теплопередаче и использовать в практической деятельности новых знаний, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
	Владеть: методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче и использованию в практической деятельности новых знаний.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки владения методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче и использованию в практической деятельности новых знаний, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков владения методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче и использованию в практической деятельности новых знаний, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности	Продемонстрированы базовые навыки владения методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности при решении стандартных	Продемонстрированы навыки владения методами по самообразованию по термодинамике и теплопередаче, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности при решении нестандартных задач без

			ности и неопределенности для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	задач с некоторыми недочетами	ошибок и недочетов
ПК- 1.2 Демонстрирует знание по методике расчета автотранспортных средств и их компонентов, в том числе с использованием прикладных программ	Знать: методики расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.	Уровень знаний по методам расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности. ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний по методам расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности.	Уровень знаний по методам расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний по методам расчета термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
	Уметь: применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств и использовать в практической деятельности новые знания, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения применять методики расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств и использовать в практической деятельности новые знания, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
	Владеть: методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки владения методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств и использованию в практической деятельности новых знаний, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков владения методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств и использованию в практической деятельности новых знаний, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки владения методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки владения методами методиками расчетов термодинамических процессов в механизмах и узлах автотранспортных средств, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

#### Описание шкалы оценивания:

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

3. Оценка «хорошо» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала по дисциплине, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

4. Оценка «отлично» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

### 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Таблица 3.1 – Типовые контрольные задания соотнесенные с индикаторами достижения компетенций

Индикатор достижения компетенции	№№ заданий (вопросов, билетов, тестов и пр.) для оценки результатов обучения по соотнесенному индикатору достижения компетенции
ОПК-1.4 Способен к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений в областях связанных со сферой профессиональной деятельности	Вопросы к экзамену в тестовой форме: Вопросы для проведения защиты лабораторных работ Вопрос № 1-100
ПК- 1.2 Демонстрирует знание по методике расчета автотранспортных средств и их компонентов, в том числе с использованием прикладных программ	Вопросы к экзамену в тестовой форме: Вопросы для проведения защиты лабораторных работ Вопрос № 1-100

### Примерные вопросы теста для промежуточной аттестации

#### 3.1 Типовые вопросы к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» в тестовой форме

- 1 Укажите, что рассматривает дисциплина «техническая термодинамика»:**
  - 1 теоретические основы предмета и закономерности
  - 2 применение основных законов термодинамики к химическим процессам
  - 3 законы термодинамики применительно к процессам взаимного превращения теплоты в механическую работу или механической работы в теплоту
  - 4 применение основных законов термодинамики к физико-химическим процессам
- 2 Открытая термодинамическая система – это:**
  - 1 Система, которая обменивается с окружающей средой и веществом
  - 2 Система, которая обменивается с окружающей средой и теплотой
  - 3 Система, которая обменивается с окружающей средой количеством движения
  - 4 Система, которая не имеет оболочки
- 3 Адиабатной называется термодинамическая система, которая:**
  - 1 Обменивается с окружающей средой веществом
  - 2 Обменивается с окружающей средой теплотой
  - 3 Не может обмениваться с окружающей средой теплотой
  - 4 Не может обмениваться с окружающей средой веществом
- 4 Цикл Ренкина на насыщенном паре позволяет:**
  - 1 обеспечить более высокое давление паров теплоносителя
  - 2 заменить громоздкий компрессор на компактный насос
  - 3 уменьшить температуру теплоносителя
  - 4 увеличить температуру теплоносителя
- 5 Цикл Ренкина на перегретом паре позволяет:**
  - 1 обеспечить более высокое давление паров теплоносителя
  - 2 увеличить ресурс деталей паровой турбины, из-за снижения опасности коррозии
  - 3 увеличить температуру теплоносителя
  - 4 увеличить теплоемкость теплоносителя

**6 Термодинамическая система – это:**

- 1 совокупность материальных тел находящихся во взаимодействии с окружающей средой
- 2 совокупность материальных тел находящихся во взаимодействии друг с другом
- 3 совокупность материальных тел, не взаимодействующих с окружающей средой
- 4 совокупность материальных тел, не взаимодействующих друг с другом

**7 Укажите, какие физические величины являются основными термодинамическими параметрами состояния:**

- 1 абсолютная температура  $T$ , удельный объем  $v$ , плотность  $\rho$
- 2 абсолютное давление  $p$ , удельный объем  $v$ , плотность  $\rho$
- 3 абсолютная температура  $T$ , абсолютное давление  $p$ , плотность  $\rho$
- 4 абсолютная температура  $T$ , абсолютное давление  $p$ , удельный объем  $v$

**8 Термодинамическое равновесие системы заключается в том, что:**

- 1 состояние термодинамической системы меняется в течение времени
- 2 все термодинамические параметры постоянны во времени и одинаковы во всех точках системы
- 3 состояние термодинамической системы меняется в течение лишь некоторого времени
- 4 состояние термодинамической системы постоянно меняется

**9 Укажите аналитический вид уравнения состояния записанного для одного килограмма идеального газа:**

- 1  $p v = RT$
- 2  $p V = MRT$
- 3  $p v = NkT$
- 4  $p = nkT$

**10 Укажите формулировку, которая не относится к первому закону термодинамики:**

- 1 энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь переходит из одного вида в другой
- 2 любая форма движения способна и должна превращаться в любую другую форму движения
- 3 «вечный» двигатель первого рода невозможен, причем под «вечным» двигателем первого рода понимается машина, производящая работу без затрат энергии
- 4 движущая сила определяется исключительно разностью температур, то есть одно тело должно иметь температуру как можно выше, а другое – как можно ниже

**11 Укажите формулировку, которая относится к первому закону термодинамики:**

- 1 энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь переходит из одного вида в другой
- 2 теплота не может полностью превращаться в механическую энергию, а механическая энергия в теплоту - может
- 3 внутренняя энергия не зависит от вида термодинамического процесса
- 4 работа зависит от вида термодинамического процесса

**12 Работа расширения – это:**

- 1 передача энергии от одного тела к другому связанная с уменьшением объема рабочего тела или с его перемещением в пространстве
- 2 передача энергии от одного тела к другому связанная с увеличением объема рабочего тела или с его перемещением в пространстве
- 3 передача энергии от одного тела к другому связанная с изменением объема рабочего тела или с его перемещением в пространстве
- 4 передача энергии от одного тела к другому не связанная с изменением объема рабочего тела или с его перемещением в пространстве

**13 Укажите, от чего зависит величина работы:**

- 1 от конечного и начального состояния рабочего тела, а также от пути процесса
- 2 от конечного и начального состояния термодинамической системы
- 3 от пути процесса
- 4 от характера и пути процесса

**14 Теплота – это:**

- 1 макрофизическая форма передачи энергии, при которой имеет место изменение давления тела
- 2 макрофизическая форма передачи энергии, при которой имеет место изменение объема тела
- 3 макрофизическая форма передачи энергии, при которой имеет место изменение температуры тела
- 4 микрофизическая форма передачи энергии, которая передается системе через ее границы в определенном процессе

**15 Укажите, что понимается под выражением «внутренняя энергия идеального газа»:**

- 1 понимается энергия, определяющая связь между давлением и объемом
- 2 понимается кинетическая энергия, связанная с движением молекул
- 3 понимается энергия, определяющая связь между давлением и температурой
- 4 понимается кинетическая энергия, не связанная с движением молекул

**16 Укажите аналитическое выражение первого закона термодинамики:**

- 1  $\Delta Q = T \Delta S$
- 2  $p = nkT$
- 3  $pV = RT$
- 4  $\delta Q = dU + \delta L$

**17 Укажите формулировку первого закона термодинамики:**

- 1 Подведенная теплота идет на увеличение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы
- 2 В адиабатной системе обмена теплотой с окружающей средой нет
- 3 Наиболее экономичным является изотермический процесс сжатия
- 4 Вечный двигатель невозможен

**18 Удельная теплоемкость – это:**

- 1 количество теплоты, сообщенное газу в процессе к изменению его температуры при условии, что разность температур является конечной величиной
- 2 количество тепла необходимое для нагревания единицы вещества, чтобы изменить его температуру на один градус
- 3 отношение теплоты сообщаемой в процессе газу к изменению его температуры при условии, что разность температур исчезающе мала
- 4 количество тепла изменяющего температуру газа на один градус

**19 Какое из представленных выражений является уравнением Майера:**

- 1  $\Delta Q = T \Delta S$
- 2  $Q = \Delta U + L$
- 3  $c_p - c_v = R$
- 4  $pV = RT$

**20 Укажите аналитический вид первого закона термодинамики применительно к изохорному процессу:**

- 1  $q = c_p(T_2 - T_1)$
- 2  $q = p(v_2 - v_1)$
- 3  $l = c_v(T_1 - T_2)$
- 4  $q = c_v(T_2 - T_1)$

**21 Укажите аналитический вид первого закона термодинамики применительно к изотермическому процессу:**

1  $q = p(v_2 - v_1)$

2  $l = c_v(T_1 - T_2)$

3  $q = c_v(T_2 - T_1)$

4  $q = c_p(T_2 - T_1)$

**22 Укажите аналитический вид первого закона термодинамики применительно к изобарному процессу:**

1  $l = c_v(T_1 - T_2)$

2  $q = c_p(T_2 - T_1)$

3  $q = p(v_2 - v_1)$

4  $q = c_v(T_2 - T_1)$

**23 Укажите аналитический вид первого закона термодинамики применительно к адиабатному процессу:**

1  $q = c_v(T_2 - T_1)$

2  $q = p(v_2 - v_1)$

3  $q = c_p(T_2 - T_1)$

4  $l = c_v(T_1 - T_2)$

**24 Многоступенчатый процесс сжатия с промежуточным охлаждением позволяет:**

1 уменьшить работу сжатия компрессора

2 получить более высокое давление

3 уменьшить вес компрессора

4 упростить процесс сжатия

**25 Процесс сжатия в компрессоре является:**

1 изотермическим

2 изобарным

3 политропным

4 адиабатным

**26 Укажите формулировку, которая не относится ко второму закону термодинамики:**

1 природа самопроизвольно стремится к более вероятному состоянию

2 в двигателе невозможно всю подведенную теплоту превратить в работу, часть этой теплоты теряется или отводится

3 энергия является однозначной функцией состояния

4 невозможно без затраты работы передать теплоту от холодного источника к горячему

**27 Укажите выражение, связывающее первый и второй законы термодинамики:**

1  $Q = \Delta U + L$

2  $\Delta Q = T \Delta S$

3  $T dS = du + dl$

4  $pv = RT$

**28 Циклами или круговыми процессами называют:**

1 процессы, в результате которых рабочее тело не возвращается в начальное состояние

2 процессы, в которых рабочее тело не взаимодействует с окружающей средой

3 процессы, в которых рабочее тело взаимодействует с окружающей средой

4 процессы, в результате которых рабочее тело возвращается в начальное состояние

**29 Прямые циклы – это:**

- 1 циклы, на осуществление которых не расходуется работа
- 2 циклы, в которых теплота превращается в работу
- 3 циклы, в которых теплота не превращается в работу
- 4 циклы, на осуществление которых расходуется работа

**30 Обратные циклы – это:**

- 1 циклы, на осуществление которых расходуется работа
- 2 циклы, в которых теплота не превращается в работу
- 3 циклы, в которых теплота превращается в работу
- 4 циклы, на осуществление которых не расходуется работа

**31 Формула для термического КПД имеет вид:**

- 1  $\eta_t = 1 - (T_2/T_1)$
- 2  $\eta_t = 1 - (T_1/T_2)$
- 3  $\eta_t = 1 - (k/q)$
- 4  $\eta_t = 1 - (C_p/C_v)$

**32 Укажите, в чем отличие теплового насоса от холодильной машины:**

- 1 в наличии насоса
- 2 в более высоком КПД
- 3 в отсутствии цикла Ренкина
- 4 в уровнях температур  $T_1$  и  $T_2$

**33 Укажите, из каких термодинамических процессов состоит идеальный цикл поршневых двигателей внутреннего сгорания работающих при  $V=\text{const}$ :**

- 1 1-2 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 2-3 – адиабатное расширение; 3-4 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_2$ ); 4-1 – адиабатное сжатие
- 2 1-2 – адиабатное расширение; 2-3 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_2$ ); 3-4 – адиабатное сжатие; 4-1 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_1$ )
- 3 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изобарное расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )
- 4 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изохорное нагревание (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )

**34 Укажите, из каких термодинамических процессов состоит прямой цикл Карно:**

- 1 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изохорное нагревание (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )
- 2 1-2 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 2-3 – адиабатное расширение; 3-4 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_2$ ); 4-1 – адиабатное сжатие
- 3 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изобарное расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )
- 4 1-2 – адиабатное расширение; 2-3 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_2$ ); 3-4 – адиабатное сжатие; 4-1 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_1$ )

**35 Укажите, из каких термодинамических процессов состоит обратный цикл Карно:**

- 1 1-2 – адиабатное расширение; 2-3 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_2$ ); 3-4 – адиабатное сжатие; 4-1 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_1$ )
- 2 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изохорное нагревание (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )
- 3 1-2 – изотермическое расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 2-3 – адиабатное расширение; 3-4 – изотермическое сжатие (отвод теплоты  $q_2$ ); 4-1 – адиабатное сжатие
- 4 1-2 – адиабатное сжатие; 2-3 – изобарное расширение (подвод теплоты  $q_1$ ); 3-4 – адиабатное расширение; 4-1 – изохорное охлаждение (отвод теплоты  $q_2$ )

**36 Совокупность мгновенных значений температур во всех точках изучаемого пространства называется:**

- 1 плотностью теплового потока
- 2 температурным градиентом
- 3 тепловым потоком
- 4 температурным полем

**37 Геометрическое место точек с одинаковой температурой называется:**

- 1 тепловым потоком
- 2 температурным градиентом
- 3 изотермической поверхностью
- 4 плотностью теплового потока

**38 Теплообмен между движущейся средой и поверхностью какого-либо тела (твердого, жидкого или газообразного) называют:**

- 1 теплоотдачей
- 2 теплопроводностью
- 3 излучением
- 4 теплопередачей

**39 Перенос теплоты структурными частицами вещества (молекулами, атомами, электронами) в процессе их теплового движения называют:**

- 1 излучением
- 2 теплопередачей
- 3 теплоотдачей
- 4 теплопроводностью

**40 Передача теплоты в вакууме может происходить только:**

- 1 теплопередачей
- 2 конвекцией
- 3 теплопроводностью
- 4 излучением

**41 Движение теплоносителя, возникающее под действием массовых сил различной природы, называется:**

- 1 вынужденной конвекцией
- 2 излучением
- 3 свободной конвекцией
- 4 конвекцией

**42 Движение теплоносителя, возникающее под действием внешних сил (с помощью насоса, вентилятора, ветра), называется:**

- 1 вынужденной конвекцией
- 2 конвекцией
- 3 излучением
- 4 свободной конвекцией

**43 Какое из представленных выражений является законом Фурье:**

- 1  $q = \alpha (T_{\text{ж}} - T_{\text{с}})$
- 2  $E = c(T/100)^4$
- 3  $q = A_{\text{пр}} c_0 ((T_1/100)^4 - (T_2/100)^4)$
- 4  $q = -\lambda \text{ grad } T$

**44 Какое из представленных выражений является законом Стефана-Больцмана:**

- 1  $q = -\lambda \text{ grad } T$
- 2  $q = \alpha (T_{\text{ж}} - T_{\text{с}})$
- 3  $E = c(T/100)^4$
- 4  $\lambda_{\text{м}} T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ МК}$

**45 Укажите, какое из представленных выражений используется для расчета теплообмена излучением между твердыми телами:**

1  $Q = \alpha (T_{\text{ж}} - T_{\text{с}})F$

2  $Q = \frac{\lambda}{\delta} (T_{\text{с1}} - T_{\text{с2}})F$

3  $Q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot c_0 \cdot F_1 \left( \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right)$

4  $q = -\lambda \text{ grad } T$

**46 Интенсификация конвективного теплообмена предполагает:**

1 разрушение пограничного слоя, образование крупных вихрей, увеличение степени турбулентности потока

2 увеличение теплопроводности стенки, разрушение пограничного слоя, образование крупных вихрей

3 увеличение размеров теплообменной поверхности, разрушение пограничного слоя, образование крупных вихрей

4 увеличение лучистого теплового потока, образование крупных вихрей, увеличение степени турбулентности потока

**47 Теплообменники, в которых два теплоносителя с различными температурами текут в пространстве, разделенном твердой стенкой и теплообмен в которых происходит за счет конвекции и теплопроводности, называются:**

1 регенеративными теплообменниками

2 рекуперативными теплообменниками

3 смешительными теплообменниками

4 теплообменниками с внутренними источниками теплоты

**48 Теплообменники, в которых одна и та же поверхность нагрева, через определенные промежутки времени, омывается то горячим, то холодным теплоносителем, и теплообмен в которых происходит в нестационарных условиях, называются:**

1 рекуперативными теплообменниками

2 смешительными теплообменниками

3 теплообменниками с внутренними источниками теплоты

4 регенеративными теплообменниками

**49 Теплообменники, в которых теплопередача осуществляется при непосредственном соприкосновении и смешении горячего и холодного теплоносителя, называются:**

1 регенеративными теплообменниками

2 смешительными теплообменниками

3 рекуперативными теплообменниками

4 теплообменниками с внутренними источниками теплоты

**50 Теплообменники, в которых один теплоноситель отводит теплоту, выделенную в самом аппарате, называются:**

1 теплообменниками с внутренними источниками теплоты

2 рекуперативными теплообменниками

3 регенеративными теплообменниками

4 смешительными теплообменниками

**51 Укажите, что является целью конструктивного расчета теплообменных аппаратов:**

1 определение температур теплоносителя на выходе из теплообменника и количество передаваемой теплоты; при этом должна быть задана площадь поверхности теплообмена

2 определение массовых расходов теплоносителей

- 3 определение количества передаваемой теплоты
- 4 определение площади рабочей поверхности теплообмена

**52 Укажите, что является целью проверочного расчета теплообменных аппаратов:**

- 1 определение количества передаваемой теплоты
- 2 определение температур теплоносителя на выходе из теплообменника и количество передаваемой теплоты; при этом должна быть задана площадь поверхности теплообмена
- 3 определение рабочей поверхности теплообмена; при этом должно быть известно: количество передаваемой теплоты и изменение температуры теплоносителей
- 4 определение массовых расходов теплоносителей

**53 Какое из представленных выражений является законом Ньютона-Рихмана:**

$$1 \quad Q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot c_0 \cdot F_1 \left( \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right)$$

$$2 \quad Q = \frac{\lambda}{\delta} (T_{C1} - T_{C2}) F$$

$$3 \quad Q = \alpha (T_{\text{ж}} - T_{\text{с}}) F$$

$$4 \quad q = -\lambda \text{ grad } T$$

**54 Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  – это:**

- 1 плотность теплового потока при градиенте температуры равном единице
- 2 тепловой поток, отнесенный к единице площади
- 3 количество теплоты, передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность
- 4 плотность теплового потока между теплоносителем и стенкой при разности температур в один градус

**55 Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  – это:**

- 1 количество теплоты, передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность
- 2 плотность теплового потока при градиенте температуры равном единице
- 3 плотность теплового потока между теплоносителем и стенкой при разности температур в один градус
- 4 тепловой поток, отнесенный к единице площади

**56 Укажите, какой критерий подобия характеризует интенсивность теплообмена на границе стенка-жидкость:**

$$1 \text{ число Нуссельта } \mathbf{Nu} = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

$$2 \text{ число Рейнольдса } \mathbf{Re} = \frac{wl}{\nu}$$

$$3 \text{ число Прандтля } \mathbf{Pr} = \frac{\nu}{a}$$

$$4 \text{ число Грасгофа } \mathbf{Gr} = \frac{\beta g \Delta T l^3}{\nu^2}$$

**57 Укажите, какой критерий подобия определяет характер движения жидкости:**

$$1 \text{ число Грасгофа } \mathbf{Gr} = \frac{\beta g \Delta T l^3}{\nu^2}$$

$$2 \text{ число Прандтля } \mathbf{Pr} = \frac{\nu}{a}$$

3 число Рейнольдса  $Re = \frac{wl}{v}$

4 число Нуссельта  $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$

**58 Укажите, какой критерий подобия определяет влияние физических свойств жидкости на теплоотдачу:**

1 число Рейнольдса  $Re = \frac{wl}{v}$

2 число Прандтля  $Pr = \frac{v}{a}$

3 число Нуссельта  $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$

4 число Грасгофа  $Gr = \frac{\beta g \Delta T l^3}{v^2}$

**59 Укажите, какой критерий подобия характеризует интенсивность свободного движения жидкости:**

1 число Прандтля  $Pr = \frac{v}{a}$

2 число Нуссельта  $Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$

3 число Рейнольдса  $Re = \frac{wl}{v}$

4 число Грасгофа  $Gr = \frac{\beta g \Delta T l^3}{v^2}$

**60 Укажите принципиальную разницу между теплопроводностью и теплопередачей через плоскую стенку**

- 1 наличие или отсутствие коэффициентов теплопроводности с обеих сторон стенки
- 2 наличие или отсутствие теплового потока через стенку
- 3 наличие или отсутствие температурного градиента
- 4 наличие или отсутствие коэффициентов теплоотдачи с обеих сторон стенки

**61 Интенсификация теплообмена необходима для того, чтобы:**

- 1 повысить ресурс теплообменного аппарата
- 2 улучшить параметры теплоносителя
- 3 выровнять температурное поле теплоносителя
- 4 снизить габариты теплообменного аппарата

**62 Порядок расположения пограничных слоев по ходу потока:**

- 1 турбулентный, ламинарный, переходный
- 2 ламинарный, переходный, турбулентный
- 3 первичный, переходный, вторичный
- 4 ламинарный, турбулентный, переходный

**63 Перенос теплоты в ламинарном пограничном слое происходит:**

- 1 теплопроводностью
- 2 конвекцией
- 3 излучением
- 4 теплопередачей

**64 Перенос теплоты в турбулентном пограничном слое происходит главным образом:**

- 1 теплопроводностью
- 2 конвекцией
- 3 излучением
- 4 теплопередачей

**65 Пограничный слой образуется потому, что:**

- 1 имеется тепловой поток между стенкой и газом или жидкостью
- 2 обтекаемая поверхность шероховатая
- 3 появляется турбулентность потока
- 4 газ и жидкость обладают вязкостью

**66 Теплопередача - это:**

- 1 процесс передачи теплоты в газах
- 2 передача теплоты от жидкости к газу
- 3 теплопроводность в жидких или газообразных телах
- 4 процесс передачи теплоты от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку

**67 Величина, обратная коэффициенту теплопередачи - это:**

- 1 сопротивление теплопередаче
- 2 коэффициент теплопроводности
- 3 коэффициент теплоотдачи
- 4 коэффициент излучения

**68 Материал может быть назван тепловым изолятором, если у него коэффициент теплопроводности:**

- 1  $\lambda < 0,02 \text{ Вт/(м·К)}$
- 2  $\lambda < 0,2 \text{ Вт/(м·К)}$
- 3  $\lambda < 2 \text{ Вт/(м·К)}$
- 4  $\lambda < 20 \text{ Вт/(м·К)}$

**69 В законе Фурье  $q = -\lambda(dT/dn)$  знак минус характеризует:**

- 1 отрицательное значение коэффициента теплоотдачи
- 2 отрицательное значение коэффициента теплопроводности
- 3 противоположное направление градиента температуры и теплового потока
- 4 противоположное направление теплоотдачи и теплопередачи

**70 Значение числа  $Re_{кр}$ , характеризующее в трубе переход ламинарного пограничного слоя потока в турбулентный составляет:**

- 1 2300
- 2 10000
- 3 23000
- 4 100000

**71 Обобщенное уравнение теплообмена  $Nu = Re^m Pr^n Gr^p$  позволяет рассчитать:**

- 1 число Прандтля для важных инженерных приложений
- 2 число Грасгофа для важных инженерных приложений
- 3 теплоотдачу для важных инженерных приложений
- 4 теплопроводность для важных инженерных приложений

**72 Теплоотдача при турбулентном режиме течения выше, чем при ламинарном, т.к.:**

- 1 с помощью турбулентных пульсаций интенсивно переносится теплота, нежели теплопроводностью
- 2 турбулентные пульсации дают более высокое гидросопротивление, нежели ламинарный пограничный слой
- 3 в первом случае более высокая теплопроводность потока
- 4 в первом случае есть излучение

**73 Коэффициент теплопроводности возрастает в следующей последовательности:**

- 1 воздух, дерево, сталь, алюминий, медь
- 2 дерево, воздух, сталь, алюминий, медь
- 3 воздух, дерево, алюминий, сталь, медь
- 4 воздух, дерево, сталь, медь, алюминий

**74 Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный связан:**

- 1 с видом теплоносителя
- 2 с потерей потоком устойчивости
- 3 со значением скорости потока
- 4 с вязкостью потока

**75 Свободная конвекция:**

- 1 характеризуется более высокими коэффициентами теплоотдачи, нежели вынужденная
- 2 характеризуется более низкими коэффициентами теплоотдачи, нежели вынужденная
- 3 вообще не характеризуется коэффициентом теплоотдачи
- 4 имеет примерно одинаковые коэффициенты теплоотдачи с вынужденной конвекцией

**76 Укажите, каковы основные принципы самообразования:**

- 1 непрерывность
- 2 целенаправленность
- 3 интегративность
- 4 созидательность

**77 Укажите, какие источники знаний необходимо использовать для процесса самообразования:**

- 1 литературу (методическую, научно-популярную и др.)
- 2 сеть интернет
- 3 семинары и конференции
- 4 смекалку

**78 Укажите, что относится к конечному результату процесса самообразования студента:**

- 1 повышение качества освоения предмета
- 2 разработка новых идей и изобретений в представленной области знаний
- 3 сноровка
- 4 воля

### **3.2 Типовые вопросы к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» в устной форме**

**Экзаменационный билет № 1**

- 1 Основные понятия и определения. Основные термодинамические параметры состояния
- 2 Основные понятия и определения теории теплообмена.

**Экзаменационный билет № 2**

- 1 Уравнение состояния идеального газа.
- 2 Способы передачи теплоты. Теплопроводность.

**Экзаменационный билет № 3**

- 1 Первый закон термодинамики и его физическая сущность.

2 Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.

**Экзаменационный билет № 4**

- 1 Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
- 2 Теплопроводность многослойной плоской стенки.

**Экзаменационный билет № 5**

- 1 Методы самообразования.
- 2 Конвективный теплообмен.

**Экзаменационный билет № 6**

- 1 Второй закон термодинамики. Энтропия.
- 2 Теплообмен излучением.

**Экзаменационный билет № 7**

- 1 Общая формулировка второго закона термодинамики. Работа цикла.
- 2 Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.

**Экзаменационный билет № 8**

- 1 Прямой цикл Карно.
- 2 Обобщенные уравнения конвективного теплообмена.

**Экзаменационный билет № 9**

- 1 Обратный цикл Карно.
- 2 Расчетные зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном течении теплоносителя.

**Экзаменационный билет № 10**

- 1 Анализ термодинамических процессов идеального газа. Изохорный и изобарный процессы.
- 2 Сложные виды теплообмена. Теплопередача.

**Экзаменационный билет № 11**

- 1 Анализ термодинамических процессов идеального газа. Изотермический и адиабатный процессы.
- 2 Теплообмен излучением.

**Экзаменационный билет № 12**

- 1 Политропный процесс и его обобщающее значение.
- 2 Теплопередача через плоскую стенку.

**Экзаменационный билет № 13**

- 1 Идеальные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
- 2 Основы расчета теплообменных аппаратов.

**Экзаменационный билет № 14**

- 1 Сравнение циклов ДВС.
- 2 Теплопроводность.

**Экзаменационный билет № 15**

- 1 Влажный воздух.

2 Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.

**Экзаменационный билет № 16**

- 1 Водяной пар и процесс преобразования в P-V диаграмме.
- 2 Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.

**Экзаменационный билет № 17**

- 1 Водяной пар и процесс преобразования в T-S и h-S диаграммах.
- 2 Оптимальное проектирование теплообменников.

**Экзаменационный билет № 18**

- 1 Влажный воздух и H-d диаграмма влажного воздуха.
- 2 Основные принципы самообразования

**Экзаменационный билет № 19**

- 1 Первый закон термодинамики.
- 2 Теплопроводность.

**Экзаменационный билет № 20**

- 1 Циклы паросиловых установок.
- 2 Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.

**Экзаменационный билет № 21**

- 1 Циклы Ренкина.
- 2 Конвективный теплообмен.

**Экзаменационный билет № 22**

- 1 Паровая холодильная машина.
- 2 Конечный результат процесса самообразования.

**Экзаменационный билет № 23**

- 1 Второй закон термодинамики.
- 2 Основы расчета теплообменных аппаратов.

**Экзаменационный билет № 24**

- 1 Термодинамический анализ процессов в компрессорах.
- 2 Обобщенные уравнения конвективного теплообмена.

**Экзаменационный билет № 25**

- 1 Термодинамический анализ процессов в компрессорах.
- 2 Расчетные зависимости для определения коэффициента теплоотдачи при вынужденном течении теплоносителя.

**Экзаменационный билет № 26**

- 1 Основные понятия и определения. Основные термодинамические параметры состояния.
- 2 Теплопроводность.

**Экзаменационный билет № 27**

- 1 Уравнение состояния идеального газа.
- 2 Теплообмен излучением.

**Экзаменационный билет № 28**

- 1 Первый закон термодинамики.
- 2 Теплопередача через плоскую стенку.

#### Экзаменационный билет № 29

- 1 Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
- 2 Основные понятия и определения теории теплообмена.

#### Экзаменационный билет № 30

- 1 Теплоемкость газов и понятие энтальпии.
- 2 Теплопроводность.

#### Экзаменационный билет № 31

- 1 Второй закон термодинамики. Энтропия.
- 2 Классификация теплообменных аппаратов.

### 3.3 Типовые варианты заданий для контрольной работы по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

#### Задача 1

Начальная температура воздуха  $t_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ , масса  $m = 1,0$  кг. Найти работу изменения объема, изменение внутренней энергии и подведенную теплоту при политропном расширении воздуха до давления  $p_2 = 0,1$  МПа и температуры  $t_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Показатель политропы  $n = 1,2$ . Изобразить процесс в  $pV$  – координатах.

#### Задача 2

Воздух массой 1 кг при начальном давлении  $p_1 = 16 \times 10^3$  гПа и температуре  $t_1 = 177 \text{ }^\circ\text{C}$  расширяется адиабатно до давления  $p_2 = 4,5 \times 10^3$  гПа. Определить температуру воздуха в конце расширения, изменение внутренней энергии и работу процесса. Изобразить процесс в  $pV$  – координатах.

#### Задача 3

В поршневом двигателе внутреннего сгорания газы с начальной температурой  $t_1 = 1500 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлением  $p_1 = 3,0$  МПа расширяется политропно ( $n = 1,2$ ) до давления  $p_2 = 0,3$  МПа. Определить работу расширения и изобразить процесс в  $pV$  – и  $Ts$  – координатах (газы обладают свойствами воздуха).

#### Задача 4

1 кг воздуха при начальном давлении  $p_1 = 0,4$  МПа и температуре  $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  изменяет свое состояние до давления  $p_2 = 0,1$  МПа. Определить конечную температуру и совершенную работу, если процесс происходит: а) изохорно; б) адиабатно. Изобразить процессы в  $pV$  – координатах.

#### Задача 5

Воздух при начальном давлении  $0,5$  МПа и температуре  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  адиабатно расширяется до давления  $0,15$  МПа. Во сколько раз должен увеличиться его объем и какова будет конечная температура. Определить работу расширения. Изобразить процесс в  $pV$  – и  $Ts$  – координатах.

#### Задача 6

1,5 кг воздуха сжимают политропно от  $p_1 = 0,09$  МПа и  $t_1 = 18$  °С до давления  $p_2 = 1$  МПа. Температура при этом повышается до  $t_2 = 125$  °С. Определить показатель политропы, конечный объем, затраченную работу и количество отведенной теплоты. Изобразить процесс в  $p-v$  – координатах.

#### Задача 7

В политропном процессе заданы следующие параметры:  $p_1 = 1 \times 10^3$  гПа,  $t_1 = 27$  °С,  $p_2 = 1 \times 10^4$  гПа,  $v_2 = 0,12$  м<sup>3</sup>/кг. Определить показатель политропы, подведенное количество теплоты и работу процесса для 1 кг воздуха. Изобразить процесс в  $p-v$  – координатах.

#### Задача 8

Объем воздуха при адиабатном сжатии в цилиндре ДВС уменьшается в 12 раз. Начальная температура воздуха перед сжатием  $t_1 = 77$  °С, начальное давление  $p_1 = 0,09$  МПа. Определить температуру и давление воздуха после сжатия. Изобразить процесс в  $p-v$  – и  $T-s$  – координатах.

#### Задача 9

Воздух в количестве 1 кг при избыточном давлении, равном 1 ат и температуре 27 °С расширяется адиабатно до конечного объема  $V_2 = 10$  м<sup>3</sup>. Определить начальный объем и работу, совершаемую воздухом. Изобразить процесс в  $p-v$  – и  $T-s$  – координатах.

#### Задача 10

1 кг воздуха при начальной температуре  $t_1 = 30$  °С и давлении  $p_1 = 0,1$  МПа сжимается адиабатно до конечного давления  $p_2 = 1,5$  МПа. Определить конечный объем, конечную температуру и затраченную работу. Изобразить процесс в  $p-v$  – и  $T-s$  – координатах.

#### Задача 11

1 кг воздуха при давлении  $p_1 = 0,5$  МПа и температуре  $t_1 = 111$  °С расширяется политропно до давления  $p_2 = 0,1$  МПа. Определить конечное состояние воздуха, изменение внутренней энергии, количество подведенной теплоты и полученную работу, если показатель политропы  $n = 1,2$ . Изобразить процесс в  $p-v$  – координатах.

#### Задача 12

Воздух массой 1 кг сжимается изобарно ( $p = 14 \times 10^3$  гПа) от начального объема  $v_1 = 0,1$  м<sup>3</sup>/кг до  $v_2 = 0,07$  м<sup>3</sup>/кг. Определить перепад температур в процессе, отведенное количество теплоты, изменение внутренней энергии и работу процесса. Изобразить процесс в  $p-v$  – координатах.

#### Задача 13

1 кг воздуха политропно расширяется от начального давления 12 ат до 2 ат, причем объем его увеличился в 4 раза. Начальная температура равна 127 °С. Определить показатель политропы, начальный и конечный объемы, конечную температуру и работу расширения. Изобразить процесс в  $p-v$  – координатах.

#### Задача 14

В поршневом двигателе внутреннего сгорания газы с начальной температурой  $t_1 = 2000$  °С и давлением  $p_1 = 3,5$  МПа расширяются адиабатно. Определить работу

расширения до давления **0,1 МПа** (рабочее тело - воздух). Изобразить процесс в  **$p-v$**  – и  **$T-s$**  – координатах.

#### Задача 15

1,5 кг воздуха сжимают политропно от  **$p_1 = 0,09$  МПа** и  **$t_1 = 18$  °С** до давления  **$p_2 = 1$  МПа**. Температура при этом повышается до  **$t_2 = 125$  °С**. Определить показатель политропы, конечный объем, затраченную работу и количество отведенной теплоты. Изобразить процесс в  **$p-v$**  – координатах.

#### Задача 16

Определить показатель политропы, подведенное количество теплоты и работу процесса при изменении состояния воздуха (1 кг), если известны следующие параметры:  **$p_1 = 100$  кПа**;  **$t_1 = 27$  °С**;  **$p_2 = 10^4$  гПа**;  **$v_2 = 0,12$  м<sup>3</sup>/кг**. Изобразить процесс в  **$p-v$**  – координатах.

#### Задача 17

Начальное состояние воздуха определяется параметрами:  **$p_1 = 1$  МПа** и  **$v_1 = 0,5$  м<sup>3</sup>/кг**. Найти конечные объем и температуру при изотермическом сжатии до давления **3,0 МПа** и определить работу сжатия. Изобразить процесс в  **$p-v$**  – и  **$T-s$**  – координатах.

#### Задача 18

Воздух массой **1 кг** при температуре  **$t_1 = 15$  °С** и давлении  **$p_1 = 7 \times 10^3$  гПа** расширяется изобарно до объема  **$v_2 = 0,2$  м<sup>3</sup>/кг**. Определить конечную температуру, подведенное количество теплоты и работу процесса. Изобразить процесс в  **$p-v$**  – координатах.

#### Задача 19

Для измерения малых избыточных давлений или небольших разрежений применяют микроманометры (Рисунок 1.1).

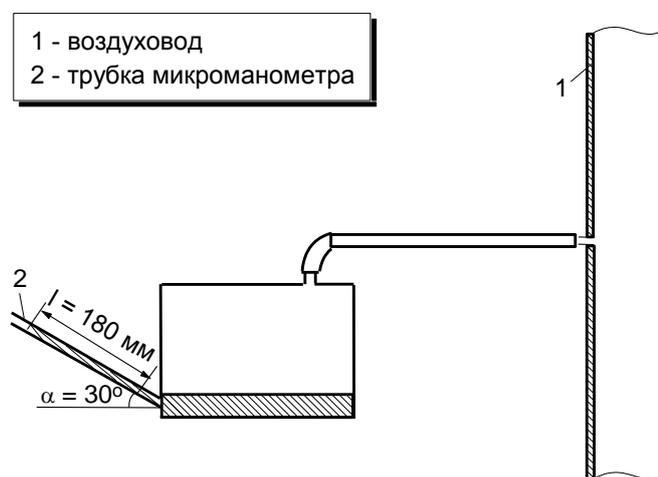


Рисунок 1.1 – Схема воздуховода и микроманометра

Определить абсолютное давление в воздуховоде **1**, если длина столба жидкости в трубке микроманометра **2**, наклоненной под углом **30°**, равна **180 мм**. Рабочая жидкость – спирт, плотностью  **$\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>**. Показания барометра **0,1020 МПа**. Давление выразить в мегапаскалях (**МПа**), миллиметрах ртутного столба (**мм. рт. ст.**) и в килограмм-силах на квадратный сантиметр (**кгс/см<sup>2</sup>**)

#### Задача 20

В трубке манометра 1 (Рисунок 1.2), соединяющейся с окружающей средой, имеется столб воды высотой **50 мм**. Определить давление **p** в ресивере 2 и выразить его в килопаскалях (**кПа**), если разность уровней ртути в манометре составляет **120 мм**, а барометрическое давление **p<sub>б</sub> = 0,95 атм.** [2].

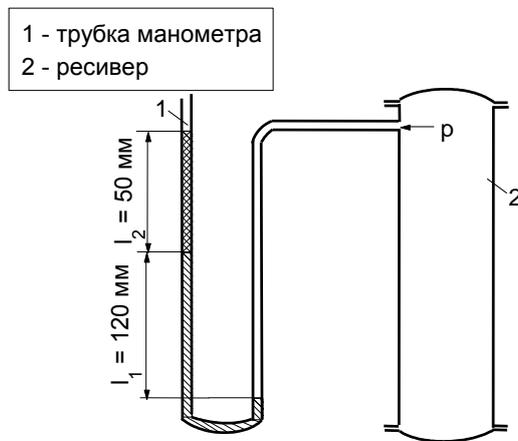


Рисунок 1.2 – Схема ресивера и манометра

### Задача 21

Плоская стальная стенка парового котла с коэффициентом теплопроводности  $\lambda = 45,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  и толщиной  $\delta = 20 \text{ мм}$ , омывается с одной стороны горячими газами, а с другой стороны – водой (Рисунок 1).

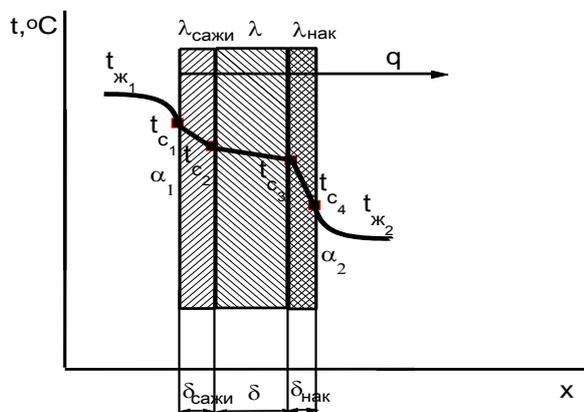


Рисунок 1 – Распределение температуры при передаче теплоты между двумя теплоносителями через плоскую трехслойную стенку

Причем со стороны воды стальная стенка покрыта слоем накипи ( $\lambda_{\text{нак}} = 2,325 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ ) толщиной  $\delta_{\text{нак}} = 4 \text{ мм}$ , а со стороны газов – слоем сажи ( $\lambda_{\text{сажи}} = 0,1163 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ ) толщиной  $\delta_{\text{сажи}} = 2 \text{ мм}$ . Температура газов  $t_{\text{ж1}} = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ , воды  $t_{\text{ж2}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ , коэффициент теплоотдачи от газов к стенке  $\alpha_1 = 46,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  и от стенки к воде  $\alpha_2 = 1163$

$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ . Найти коэффициент теплопередачи  $k$  от дымовых газов к воде, плотность теплового потока  $q$  и температуры поверхностей трехслойной плоской стенки  $t_{c_1}$ ,  $t_{c_2}$ ,  $t_{c_3}$  и  $t_{c_4}$ .

#### Задача 22

Баллон, емкостью **70 л** наполнен кислородом ( $O_2$ ) со следующими параметрами:  $p = 98$  атм.,  $t = 20$  °С. Определить массу кислорода.

#### Задача 23

Плотность воздуха  $\rho$  при давлении **102,365 кПа** и температуре **0 °С** равна **1,293 кг/м<sup>3</sup>**. Чему будет равна плотность воздуха при температуре **20 °С** и давлении **1500 кПа**?

#### Задача 24

В баллоне емкостью **100 л** содержится кислород массой **117 кг** при температуре **20 °С**. Определить давление кислорода в баллоне, если масса порожнего баллона **102 кг**.

#### Задача 25

Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью **100 л**. Найти массу кислорода, если его давление **10,8 МПа** при температуре **17 °С**. Наружное давление **100 кПа**.

#### Задача 26

В баллоне емкостью **40 л** находится кислород при давлении **112 ат.** по манометру, температура его **37 °С**, атмосферное давление равно **736 мм. рт. ст.** Определить массу кислорода и его плотность.

#### Задача 27

Определить количество теплоты, которое необходимо подвести к **3 кг** воздуха, находящегося в закрытом сосуде и имеющего температуру  $t_1 = 0$  °С и давление  $p_1 = 0,1$  МПа, чтобы нагреть его до температуры **500 °С** Определить конечное давление.

#### Задача 28

Определить количество подведенной теплоты и работу, совершаемую **2 кг** азота ( $N_2$ ), при его изобарном нагревании от **100 до 600 °С**, если давление  $p = 1$  МПа.

#### Задача 29

Воздух, массой **10 кг** расширяется изотермически при  $t = 400$  °С от начального давления  $p_1 = 800$  кПа до конечного объема  $V_2 = 5$  м<sup>3</sup>. Определить начальный объем, конечное давление и работу расширения.

#### Задача 30

Кислород ( $O_2$ ) в количестве **2 кг** адиабатно расширяется от начального состояния  $p_1 = 1,0$  МПа и  $t_1 = 227$  °С до конечного состояния, определяемого давлением  $p_2 = 0,1$  МПа. Определить конечные параметры газа ( $V_2$  и  $t_2$ ) и работу расширения.

#### Задача 31

**1 кг** воздуха политропно расширяется от начального давления **12 атм** до конечного давления **2 атм**. Начальная температура воздуха равна **127 °С**. Показатель политропы

$n = 1,2$ . Определить начальный и конечный объемы, конечную температуру и работу расширения.

#### Задача 32

1 кг воздуха совершает цикл с подводом теплоты при  $v = \text{const}$ . Начальное абсолютное давление воздуха  $p_1 = 0,1$  МПа, начальная температура  $t_1 = 17$  °С, а степень сжатия  $\varepsilon = 4,5$ . Количество подведенной в цикле теплоты  $q_1 = 1380 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ . Определить параметры воздуха в характерных точках цикла, полезную работу за цикл и количество отведенной теплоты.

#### Задача 33

Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме определен следующими данными: начальные параметры рабочего тела  $p_1 = 0,1$  МПа,  $t_1 = 10$  °С, а степень сжатия  $\varepsilon = 7,5$ , давление  $p_3 = 6,3$  МПа. Рабочее тело – 1 кг воздуха. Определить термический КПД и работу цикла.

#### Задача 34

Для цикла ДВС с подводом теплоты в процессе  $p = \text{const}$  определить термический КПД  $\eta_t$ , работу цикла  $I_{ц}$  и количество подведенной теплоты  $q_1$ , если известно: рабочее тело – 1 кг воздуха, начальные параметры воздуха  $p_1 = 0,1$  МПа,  $t_1 = 0$  °С, давление в конце подвода теплоты  $p_3 = 5,2$  МПа, расширение рабочего тела происходит до давления  $p_4 = 0,4$  МПа.

#### Задача 35

Для цикла ДВС со смешанным подводом теплоты определить  $p_i$ ,  $v_i$ ,  $T_i$  всех крайних точек процессов и термический КПД со следующими данными:  $p_1 = 0,1$  МПа,  $t_1 = 0$  °С,  $p_3 = 5$  МПа,  $p_5 = 0,25$  МПа, количество теплоты, подведенной в изобарном процессе  $q_1 = 400 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , рабочее тело – 1 кг воздуха.

#### Задача 36

Для идеального цикла поршневого двигателя с подводом теплоты при  $v = \text{const}$  определить параметры всех основных точек, полезную удельную работу, удельные количества подведенной и отведенной теплоты, термический КПД цикла. Даны:  $p_1 = 0,1$  МПа,  $t_1 = 47$  °С, степень сжатия  $\varepsilon = 4,0$ , степень повышения давления  $\lambda = 4,0$ . Рабочее тело – воздух. Теплоемкость рабочего тела принять постоянной.

#### Задача 37

Для идеального цикла поршневого двигателя с подводом теплоты при  $p = \text{const}$  определить параметры всех основных точек, полезную удельную работу, удельное количество подведенной и отведенной теплоты, термический КПД цикла. Даны:  $p_1 = 0,1$  МПа,  $t_1 = 73$  °С, степень сжатия  $\varepsilon = 20$ , степень предварительного расширения  $\rho = 2$ , рабочее тело – воздух. Теплоемкость рабочего тела принять постоянной.

#### Задача 38

В цикле поршневого двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты начальное давление  $p_1 = 0,1$  МПа, начальная температура  $t_1 = 27$  °С, степень

сжатия  $\varepsilon = 15$ , количество подведенной теплоты  $q_1 = 1340 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ , показатель адиабаты  $k = 1,4$ , максимальное давление в цикле  $p_3 = 5,5 \text{ МПа}$ . Рабочее тело – воздух ( $R_{\text{возд}} = 287 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ). Определить параметры в характерных точках цикла, работу сжатия, расширения и работу цикла, количество отведенной теплоты, термический КПД цикла, а также термический КПД цикла Карно для полученных пределов температур.

#### Задача 39

В цикле поршневого двигателя со смешанным подводом теплоты начальное давление  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ , степень сжатия  $\varepsilon = 12,7$ , степень повышения давления  $\lambda = 1,4$ , степень предварительного расширения  $\rho = 1,6$ . Рабочее тело – воздух, теплоемкости принять постоянными ( $c_v = 0,72 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ;  $c_p = 1,01 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ). Определить параметры в характерных точках цикла, работу сжатия, расширения и работу цикла, удельные количества подведенной и отведенной теплоты и термический КПД цикла.

#### Задача 40

Для цикла двигателя внутреннего сгорания с комбинированным подводом теплоты расход топлива составляет  $0,035 \text{ кг}$  на  $1 \text{ кг}$  рабочего тела. Начальные параметры:  $p_1 = 0,0882 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Степень сжатия  $\varepsilon = 10$ . Максимальное давление в цикле  $4 \text{ МПа}$ . Определить термический КПД и долю теплоты топлива, подведенной в процессе  $p = \text{const}$ . Теплота сгорания топлива  $Q_H^p = 29,26 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ . Рабочее тело обладает свойствами воздуха.

#### Задача 41

Для цикла двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом теплоты расход топлива составляет  $0,035 \text{ кг}$  на  $1 \text{ кг}$  рабочего тела. Начальная температура в цикле равна  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , максимальная температура  $2000 \text{ К}$ . Определить термический КПД, если изменение энтропии в процессе подвода теплоты при постоянном давлении равно  $0,32 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ , а теплота сгорания топлива  $Q_H^p = 29,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ . Рабочее тело обладает свойствами воздуха.

### 3.4 Типовые вопросы для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

- 1 Перечислите способы получения низких температур?
- 2 Какие вещества применяются в качестве рабочего тела в холодильных установках?
- 3 Объясните, как протекает цикл паровой компрессорной холодильной машины (на  $T_s$  – диаграмме)?
- 4 Из каких элементов состоит холодильная установка и какой процесс осуществляется в каждом из них?
- 5 Что такое холодильный коэффициент? Каково его содержание?

- 6 Физическая сущность процесса теплопроводности.
- 7 Формулировка закона Фурье.
- 8 Что называется температурным полем?
- 9 Что такое изотермическая поверхность и температурный градиент?
- 10 Физический смысл коэффициента теплопроводности?
- 11 Как определяется тепловой поток через плоскую стенку?
- 12 Как определяется тепловой поток через цилиндрическую стенку?
- 13 Какой процесс называется конвективным теплообменом?
- 14 Какой процесс называется теплоотдачей?
- 15 Напишите формулу закона Ньютона – Рихмана.
- 16 Какие факторы влияют на интенсивность теплоотдачи?
- 17 Чем определяется режим движения жидкости?
- 18 Какие числа (критерии) подобия являются определяющими в процессе теплоотдачи при вынужденном движении жидкости?
- 19 Напишите уравнение подобия для вынужденного движения воздуха.
- 20 Объясните физический смысл чисел Нуссельта, Грасгофа, Прандтля и Рейнольдса.
- 21 Что называется парциальным давлением?
- 22 Что такое абсолютная влажность? Как она определяется?
- 23 Что такое влагосодержание?
- 24 Что такое относительная влажность? Как она определяется?
- 25 В чем различие между насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?
- 26 Как определяется на **hd** – диаграмме точка, соответствующая данному состоянию воздуха?
- 27 Как определяется температура точки росы?
- 28 Как изменяются параметры влажного воздуха при нагревании и охлаждении?
- 29 Как изменяются параметры воздуха при сушке материала?
- 30 Как изображаются на **hd** – диаграмме основные процессы изменения состояния влажного воздуха?
- 31 Каковы основные принципы самообразования?
- 32 В чем заключается суть самообразования?
- 33 Каковы источники знаний для самообразования?
- 34 Какие виды деятельности можно отнести к основным составляющим процесса самообразования?
- 35 Каков конечный результат процесса самообразования?

#### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Приводятся виды текущего контроля и критерии оценивания учебной деятельности по каждому ее виду по семестрам, согласно которым происходит начисление соответствующих баллов.

Лекции оцениваются по посещаемости, активности, умению выделить главную мысль.

Лабораторные занятия оцениваются по самостоятельности выполнения работы, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Самостоятельная работа оценивается по качеству и количеству выполненных домашних работ, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Критерии оценки экзамена в тестовой форме: количество баллов или удовлетворительно, хорошо, отлично. Для получения соответствующей оценки на экзамене по курсу

используется накопительная система балльно-рейтинговой работы студентов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов или оценок, полученных по всем разделам курса и суммы баллов полученной на экзамене.

Критерии оценки уровня знаний студентов с использованием теста на экзамене по учебной дисциплине

Оценка	Характеристики ответа студента
Отлично	86-100 % правильных ответов
Хорошо	71-85 %
Удовлетворительно	51- 70%
Неудовлетворительно	Менее 51 %

Количество баллов и оценка неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично определяются программными средствами по количеству правильных ответов к количеству случайно выбранных вопросов.

Критерии оценивания компетенций следующие:

1. Ответы имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, оценивается в 5 баллов (отлично);
2. Более 75 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи – 4 балла (хорошо);
3. Не менее 50 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом) Их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации – 3 балла (удовлетворительно);
4. Менее 50 % ответов имеют решения с правильным ответом. Их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи – 2 балла (неудовлетворительно).