

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ  
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**



**Методические рекомендации  
для самостоятельной работы  
обучающихся по дисциплине  
«Теплофизика»**

Направление подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль  
«Пожарная безопасность»

**Иваново 2024**

**Фролова Т.В.**

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплофизика» (далее – методические рекомендации) по специальности 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль «Пожарная безопасность» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2024. – 38 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Теплофизика» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность и основной профессиональной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины, пожелания по изучению отдельных тем курса, рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса, рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры естественнонаучных дисциплин.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методико-педагогического совета Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование раздела	Стр.
1.	Введение	4
2.	Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	6
2.1	Тема 1. Термодинамическая система и ее состояние	8
2.2	Тема 2. Законы термодинамики и термодинамические процессы изменения идеальном газе	12
2.3	Тема 3. Термодинамика потоков	16
2.4	Тема 4. Теплопроводность	20
2.5	Тема 5. Конвективный теплообмен	24
2.6	Тема 6. Тепловое излучение	28
2.7	Тема 7. Теплообменные аппараты	32
3.	Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации	35
4.	Словарь терминов по дисциплине «Теплофизика»	37

## 1. Введение

Целями освоения дисциплины «Теплофизика» являются:

- формирование у обучающихся научных представлений об основных законах термодинамики и закономерностей тепломассообмена с последующим их использованием для решения задач по обеспечению безопасности человека в современном мире;

- формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизации техногенного воздействия на окружающую среду, в сохранении жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования;

- формирование готовности к саморазвитию и самообразованию.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших дисциплину «Теплофизика», являются организация и осуществление функционирования совокупности сил и средств пожарной охраны, системы мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ.

Типы профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся освоившие дисциплину «Теплофизика»:

- проектно-конструкторский.

Обучающийся, освоивший дисциплину «Теплофизика», в соответствии с типами задач профессиональной деятельности, на которые ориентирована дисциплина, готов решать следующие задачи профессиональной деятельности:

проектно-конструкторский тип:

- участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами обеспечения безопасности человека и защиты окружающей среды, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности.

- подготовка проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением систем автоматического проектирования.

- участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных параметров состояния газов и овладение обучающимися расчётными и экспериментальными методами их определения;

- изучение основных законов термодинамики и их проявления в реальных условиях;

- изучение видов передачи тепла, их опасность и способы защиты;

- приобретение обучающимися навыков самостоятельной работы с информационно-справочной литературой,

- умение самостоятельно анализировать складывающуюся обстановку и принимать профессионально грамотные в экстренных и штатных ситуациях.

Изучение дисциплины «Теплофизика», помимо лекций и практических занятий, сопровождается выполнением ряда лабораторных работ, предназначенных для углубления и развития представлений о теплофизических процессах.

Завершается изучение дисциплины сдачей зачета.

### Литература

#### а) основная литература

1. Кошмаров Ю.А., Теплотехника. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 501 с.: ил.
2. Сырбу А.А. Теплопередача. Учебное пособие. / Сырбу А.А., Сторонкина О.Е. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2013. – 114 с.
3. Ульев Д.А. Теплофизика: Лучистый теплообмен. Учебное пособие. / Д.А. Ульев, Г.Е. Назаров, М.С. Маршалов – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2013. – 68 с.

#### б) дополнительная литература

4. Сторонкина О.Е., Назаров Г.Е., Маршалов М.С. Лабораторный практикум Теплофизика и Теплотехника. Учебное пособие. - Иваново: ФГБУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2015. – 111 с.

#### в) нормативная литература

5. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru).

г) базы данных, поисковые системы, электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки) и электронные образовательные ресурсы:

6. Электронная библиотека академии <http://Bibliomchs37.ru>.
7. ЭБС «Юрайт».
8. Национальная электронная библиотека.
9. Цифровая среда Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

## **2. Методические рекомендации по изучению тем дисциплины**

Обучающимся, приступая к изучению дисциплины «Теплофизика», необходимо ознакомиться с рабочей программой, настоящими методическими рекомендациями и списком рекомендуемой литературы.

Основная трудность, с которой сталкивается обучающийся при изучении дисциплины «Теплофизика», состоит в неумении анализировать, выделять главное, разделять на части и обобщать, структурировать и систематизировать материал. По этой причине настоятельно рекомендуется тщательно вести конспект лекций, практических занятий, вести записи в лабораторных журналах.

Следует иметь в виду, что изучение дисциплины «Теплофизика» во многом базируется на математическом аппарате и умении его использовать. Только после усвоения теоретических основ каждой темы, обучающийся может переходить к решению задач по дисциплине.

Рабочей программой дисциплины «Теплофизика» предусмотрено последовательное изучение следующих тем:

Тема 1. Термодинамическая система и ее состояние.

Тема 2. Законы термодинамики и термодинамические процессы изменения идеальном газе.

Тема 3. Термодинамика потоков.

Тема 4. Теплопроводность.

Тема 5. Конвективный теплообмен.

Тема 6. Тепловое излучение.

Тема 7. Теплообменные аппараты.

В результате изучения дисциплины «Теплофизика» обучающиеся должны владеть прочными теоретическими знаниями по каждой теме, навыками решения типовых задач; уметь работать со справочной литературой.

### **Общие рекомендации по работе с литературой**

При работе с литературой следует использовать различные виды чтения на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов, поиск значения в справочной литературе и их анализ. Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца, что дает возможность сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими. Выборочное, наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках курса «Теплофизика» выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим и лабораторным занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение - это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов у обучающихся будут возникать вопросы.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы.

В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других, при этом сохраняя общий контекст.

Начинать изучение дисциплины необходимо с рассмотрения ее содержания по программе, затем приступить к рассмотрению отдельных разделов. Сначала знакомьтесь с содержащимися в данном разделе вопросами, их последовательностью, а затем уже приступают к изучению содержания раздела. При первом чтении необходимо получить общее представление об излагаемых вопросах. При повторном чтении необходимо параллельно вести конспект, в который заносить все основные понятия и закономерности рассматриваемого раздела, математические зависимости и их выводы; химические формулы и уравнения реакций, названия веществ и впервые встретившиеся термины с кратким пояснением их сущности. По возможности старайтесь систематизировать материал, представляйте его в виде красочных графиков, схем, диаграмм, таблиц – это облегчит запоминание материала и позволит легко восстановить его в памяти при повторном обращении. Не старайтесь наполнить конспект отдельными фактами и цифрами, их всегда можно отыскать в соответствующих справочных материалах. Вникайте в сущность того или иного вопроса – это способствует более глубокому и прочному усвоению материала. Переходить к изучению нового раздела следует только после полного изучения теоретических вопросов, выполнения самопроверки и решения задач по предыдущему разделу.

Закончив изучение раздела, ответьте на вопросы для самопроверки, которые акцентируют внимание на наиболее важных вопросах. При этом старайтесь не пользоваться конспектом или учебником. Частое обращение к конспекту показывает недостаточное усвоение основных вопросов. Необходимость частого обращения к учебнику показывает неумение правильно конспектировать основные понятия и закономерности. Внесите коррективы в конспект, который впоследствии поможет при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Обучающийся обязан знать не только литературу, рекомендуемую в данном пособии, но и новые, существенно важные издания по курсу, вышедшие в свет после его публикации.

## 2.1 Тема 1. Термодинамическая система и ее состояние

Основные понятия и определения термодинамики. Параметры состояния термодинамической системы. Основные газовые законы. Уравнение состояния. Равновесные и неравновесные состояния. Смеси рабочих тел, способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений компонентов. Законы Амага и Дальтона. Реальные газы.

### Вопросы для самоконтроля

1. Теплоёмкость, виды теплоёмкости. Уравнение Майера.
2. Зависимость теплоемкости от температуры и давления.
3. Теплоемкость смеси рабочих тел.
4. Сущность и формулировка первого закона термодинамики.
5. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния.
6. Термодинамическая система. Уравнение состояния. Термодинамический процесс.
7. Характеристика изотермического процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
8. Характеристика изобарного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
9. Характеристика изохорного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
10. Характеристика адиабатного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
11. Характеристика политропного процесса.
12. Термодинамические циклы, прямые и обратные циклы.
13. Второй закон термодинамики. Сущность и основные формулировки второго закона термодинамики.
14. Цикл Карно, Термический КПД.
15. Цикл с изохорным подводом тепла. Характеристики цикла.
16. Цикл с изобарным подводом тепла. Характеристики цикла.
17. Цикл со смешанным подводом тепла. Характеристики цикла.
18. Цикл Ренкина. Характеристики цикла.



## Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Реальный газ – это воображаемый газ, у которого ...

- а) нельзя пренебречь размерами молекул и силами межмолекулярного взаимодействия
- б) можно пренебречь размерами молекул, но нельзя не учитывать силы межмолекулярного взаимодействия
- в) можно пренебречь размерами молекул и силами межмолекулярного взаимодействия
- г) нельзя пренебречь размерами молекул, но нельзя не учитывать силы межмолекулярного взаимодействия

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Формулировка: «Каждый компонент распространен во всем объеме газовой смеси и создает в ней такое давление, какое он создавал бы, занимая весь объем при температуре смеси» относится к закону ...

- а) Амага
- б) Ньютона
- в) Авогадро
- г) Дальтона

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: г

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Уравнение состояния идеальных газов:

- а)  $PV = RT$
- б)  $PV = mRT$
- в)  $P/T = \text{const}$
- г)  $PV^k = \text{const}$

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

$\text{м}^3/\text{кг}$  – это единицы измерения ...

- а) плотности
- б) молярной массы
- в) удельного объема
- г) абсолютного давления

Ответ: \_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Сила, действующая перпендикулярно поверхности – это ...

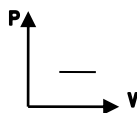
- а) масса
- б) объем
- в) давление
- г) температура

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Изопроцесс, представленный на рисунке, является ...



- а) адиабатным
- б) изохорным
- в) изобарным
- г) изотермическим

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Закон, определяющий зависимость объема идеального газа от температуры при постоянном давлении ...

- а) Шарля
- б) Авогадро
- в) Гей-Люссака
- г) Бойля-Мариотта

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Закон Гей-Люссака  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$  соответствует процессу ...

- а) изохорному
- б) изобарному
- в) адиабатному

г) изотермическому

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

9. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны в пустой строке.

Основные газовые законы ...

а) Шарля

б) Ньютона

в) Клапейрона

г) Ле-Шателье

д) Гей-Люссака

е) Бойля-Мариотта

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а, д, е*

10. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны в пустой строке.

Основные термодинамические параметры газов:

а) удельный объем

б) агрегатное состояние

в) абсолютное давление

г) атмосферное давление

д) абсолютная температура

е) относительная температура

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а, в, д*

## 2.2 Тема 2. Законы термодинамики и термодинамические процессы изменения состояния идеального газа

Теплоёмкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянных объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Уравнение Майера. Теплоемкость смеси рабочих тел. Сущность и формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия идеального газа и ее изменение в политропных процессах. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный. Изображение процессов в координатах  $pV$  и  $Ts$ .

Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамический анализ теплотехнических устройств. Циклы тепловых машин. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.

Циклы с изохорным и изобарным подводом тепла (Отто, Дизеля). Цикл со смешанным подводом теплоты. Цикл Ренкина. Изображение циклов в  $pV$ - и  $Ts$ - диаграммах. Сравнительный анализ термодинамических циклов двигателей внутреннего сгорания. Циклы холодильных установок.

### Вопросы для самоконтроля

1. Теплоёмкость, виды теплоёмкости. Уравнение Майера.
2. Зависимость теплоемкости от температуры и давления.
3. Теплоемкость смеси рабочих тел.
4. Сущность и формулировка первого закона термодинамики.
5. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния.
6. Термодинамическая система. Уравнение состояния. Термодинамический процесс.
7. Характеристика изотермического процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
8. Характеристика изобарного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
9. Характеристика изохорного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
10. Характеристика адиабатного процесса. Изображение процесса в координатах  $pV$  и  $Ts$ .
11. Характеристика политропного процесса.
12. Термодинамические циклы, прямые и обратные циклы.
13. Второй закон термодинамики. Сущность и основные формулировки второго закона термодинамики.

14. Цикл Карно, Термический КПД.
15. Цикл с изохорным подводом тепла. Характеристики цикла.
16. Цикл с изобарным подводом тепла. Характеристики цикла.
17. Цикл со смешанным подводом тепла. Характеристики цикла.
18. Цикл Ренкина. Характеристики цикла.
17. Цикл с изобарным подводом тепла. Характеристики цикла. Применение в пожарной технике.
18. Цикл со смешанным подводом тепла. Характеристики цикла. Применение в пожарной технике.
19. Цикл Ренкина. Характеристики цикла. Применение в пожарной технике.

### Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Термический КПД цикла Карно зависит только от перепада...

- а) масс
- б) вязкости
- в) плотности
- г) температур

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: г

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$  характеризует степень ...

- а) нагрева
- б) адиабатного сжатия
- в) повышения давления
- г) предварительного расширения

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Цикл тепловых двигателей предназначен для ...

- а) преобразования теплоты в работу
- б) переноса теплоты от твердого тела к газообразному
- в) переноса теплоты от более нагретого тела к менее нагретому
- г) передачи теплоты от более холодного тела к менее холодному

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Уравнение политропного процесса:

- а)  $PV^n = \text{const}$
- б)  $PV^k = \text{const}$
- в)  $P_1/P_2 = \text{const}$
- г)  $V_1/V_2 = \text{const}$

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Переход термодинамической системы из одного состояния в другое, который всегда связан с нарушением равновесия системы – это термодинамический...

- а) цикл
- б) система
- в) процесс
- г) параметр

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Теплоемкости  $c_p$  и  $c_v$  связаны между собой уравнением ...

- а) Шарля
- б) Майера
- в) Ньютона
- г) Милликена

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б

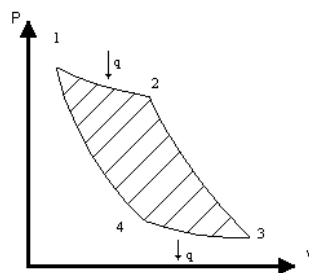
7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Тип цикла ДВС, представленного на рисунке соответствует циклу ...

- а) Отто
- б) Карно
- в) Дизеля
- г) Тринклера

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б



8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Расчет теплоты, соответствующий формуле  $Q = m C_p (T_2 - T_1)$ , характерен для процесса ...

- а) адиабатного
- б) изохорного
- в) изобарного
- г) изотермического

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

9. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Тело или совокупность тел, способное(ые) обмениваться с другими телами энергией и веществом – это:

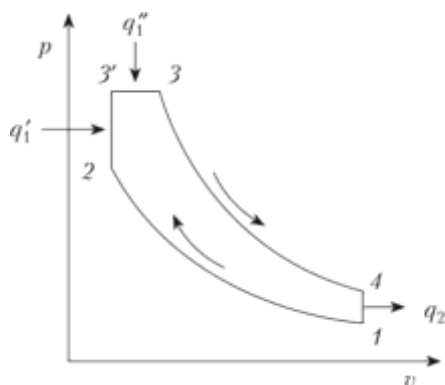
- а) цикл
- б) термодинамическое тело
- в) термодинамическая система
- г) термодинамический процесс

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

10. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

Термический КПД цикла, представленного на рисунке с подводом теплоты, называется ...



- а) изохорно-изобарным
- б) изобарно-адиабатным
- в) изобарно-изотермическим
- г) изохорно-изотермическим

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

### 2.3 Тема 3. Термодинамика потоков

Основные положения. Уравнения истечения. Скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лаваля.

Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в  $is$ - диаграмме. Практическое использование процесса дросселирования. Процессы сжатия газа в компрессоре.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Истечение газов. Сопло и диффузор.
2. Сопло Лаваля.
3. Практическое применение термодинамики потоков.
4. Скорость истечения, массовый расход, практическое значение.
5. Дросселирование.

#### Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан в пустой строке.

В канале обычно считают течение жидкости или газа одномерным, т.е. когда

...

а) температура, давление и скорость среды по поперечному сечению канала постоянны и меняются лишь вдоль оси  $Ox$  канала

б) температура среды по поперечному сечению канала постоянна и меняется лишь вдоль оси  $Ox$  канала

в) давление и скорость среды по поперечному сечению канала постоянны и меняются лишь вдоль оси  $Ox$  канала

г) скорость среды по поперечному сечению канала постоянна и меняется лишь вдоль оси  $Ox$  канала

Ответ: \_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Расход жидкости - это ...

а) количество жидкости, протекающее через поперечное сечение потока (трубопровода) в единицу времени

б) объем жидкости, протекающий через поперечное сечение потока (трубопровода) в единицу времени



в) количество жидкости, протекающее через поперечное сечение потока (трубопровода)

г) объем жидкости, протекающий в единицу длины трубопровода за единицу времени

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Стационарный поток – это такой поток, в котором при движении жидкости (газа) скорость частиц потока, а также плотность, температура, давление и другие факторы, влияющие на движение жидкости (газа) ...

а) не изменяются во времени в каждой фиксированной точке пространства, через которую проходит жидкость (газ)

б) изменяются во времени в каждой фиксированной точке пространства, через которую проходит жидкость (газ)

в) последовательно (друг за другом) изменяются во времени в каждой фиксированной точке пространства, через которую проходит жидкость (газ)

г) изменяются во времени, но одновременно в разных точках пространства, через которую проходит жидкость (газ)

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Сопло - это канал ...

а) имеющий постоянную площадь сечения

б) сужающийся в направлении движения потока

в) расширяющийся в направлении движения потока

г) сужающийся, а затем расширяющийся в направлении движения потока

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Диффузор - это канал...

а) имеющий постоянную площадь сечения

б) сужающийся в направлении движения потока

в) расширяющийся в направлении движения потока

г) сужающийся, а затем расширяющийся в направлении движения потока

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: в*

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Увеличение скорости потока в канале возможно при ...

- а) увеличении давления
- б) уменьшении давления
- в) увеличении объема жидкости
- г) уменьшении объема жидкости

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б

7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Дросселирование - это ...

- а) необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого понижается давление газа без совершения им технической работы
- б) необратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого повышается давление газа без совершения им технической работы
- в) обратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого понижается давление газа без совершения им технической работы
- г) обратимый процесс протекания газа (пара) через местное сопротивление, в результате которого повышается давление газа без совершения им технической работы

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Эжектирование - это процесс приведения в движение газа под действием ...

- а) разности объемов
- б) разности температур
- в) разрежения, создаваемого другим газом, движущимся с меньшей скоростью
- г) разрежения, создаваемого другим газом, движущимся с большей скоростью

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: г

9. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны в пустой строке.

Движущей силой при истечении жидкостей является разность ...

- а) объемов
- б) давлений
- в) температур
- г) цвета жидкостей
- д) уровней жидкостей

е) плотностей жидкостей

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б, д, е*

10. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны, в пустой строке.

Местное сопротивление потоку создают установленные в трубопроводе ...

а) кран

б) ключ

в) клапан

г) вытяжка

д) диафрагма

е) дополнительный рукав

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а, в, д*

## 2.4 Тема 4. Теплопроводность

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен. Актуальные задачи противопожарной защиты объектов, которые решаются с использованием теории теплообмена.

Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизм передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах.

Теплопроводность при стационарном режиме. Решение уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1-го рода при постоянном коэффициенте теплопроводности.

Нестационарная теплопроводность. Граничные условия. Стандартный температурный режим. Нестационарная теплопроводность полуограниченного тела при стационарных граничных условиях.

Теплопроводность в телах сложной формы.

Тепловая изоляция труб.

### Вопросы для самоконтроля

1. Теплопроводность. Закон Фурье.
  2. Коэффициент теплопроводности. Физический смысл, факторы, влияющие на коэффициент теплопроводности.
  3. Какому агрегатному состоянию вещества присуща в большей степени теплопроводность? Поясните физическую сущность?
  4. В каком направлении распространяется тепло при теплопроводности?
  5. Температурный градиент. Изотермическая поверхность, ее свойства.
  6. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки.
  7. Теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенки.
  8. Нестационарная теплопроводность. Граничные условия.
- Нестационарная теплопроводность. Стандартный температурный режим

### Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Конвекция - это ...

- а) процесс распространения тепла вследствие переноса массы жидкости или газа из одной части пространства в другую с различной температурой
- б) процесс распространения тепла путем превращения тепловой энергии в энергию электромагнитных волн и наоборот
- в) способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела

г) способность материальных тел проводить тепловую энергию от менее нагретых частей тела к более нагретым частям тела путём хаотического движения частиц тела

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Температурный градиент ...

а) предел отношения изменения температуры  $\Delta t$  к расстоянию между изотермами по нормали  $\Delta n$

б) является вектором, направленным по нормали к изотермической поверхности из точки 0

в) выражает изменение температуры в градусах, приходящееся на 1 м расстояния между изотермическими поверхностями по нормали

г) выражает изменение температуры в градусах, приходящееся на 1 м<sup>2</sup> изотермической поверхности

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Закон теплопроводности Фурье выражается формулой ...

а)  $dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau$

б)  $Q = cm(t_1 - t_2)$

в)  $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) F \tau$

г)  $d^2 Q = \frac{E_0}{\pi} dF d\omega \cos \varphi$

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Когда температура в различных точках пространства не изменяется во времени, то температурное поле называется ...

а) изотропным

б) стационарным

в) нестационарным

г) неустановившимся

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Аргумент, выражаемый зависимостью  $A = \frac{x}{2 \cdot \sqrt{a_t \cdot \tau}}$  называется аргументом ...

- а) Крампа
- б) Авогадро
- в) Кирхгофа
- г) Больцмана

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Процесс теплообмена между двумя теплоносителями, разделенными твердой стенкой, называется ...

- а) теплоотдачей
- б) теплопередачей
- в) теплопроводностью
- г) тепловым излучением

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б

7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Процесс переноса тепла внутри тела, за счёт взаимодействий макрочастиц с разной температурой называется ...

- а) конвекция
- б) фазовый переход
- в) теплопроводность
- г) тепловое излучение
- д) сложный теплообмен

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Показывает тепловой поток в ваттах, который проходит через тело на площади изотермической поверхности  $1 \text{ м}^2$  при расстоянии между изотермическими поверхностями  $1 \text{ м}$  и разности температур между ними  $1$  градус:

- а) тепловое излучение
- б) плотность теплового потока
- в) коэффициент теплопередачи
- г) коэффициент теплопроводности

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

9. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Основное уравнение теплопроводности  $Q = -\lambda \text{grad} t \cdot F$  называется уравнением/законом ...

- а) Фурье
- б) Ламберта
- в) неразрывности
- г) Бойля-Мариотта
- д) Ньютона-Рихмана
- е) Менделеева-Клапейрона

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

10. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Критерий Нуссельта является критерием подобия ...

- а) теплового
- б) механического
- в) геометрического
- г) гидродинамического

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

## 2.5 Тема 5. Конвективный теплообмен

Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости, уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (Био-Фурье), уравнение неразрывности. Условие однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена.

Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразования подобия. Числа подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных чисел подобия. Понятия о математическом моделировании.

Теплоотдача при вынужденном движении среды. Теплообмен при движении жидкостей вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения.

Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах; теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении жидкостей в трубах; расчетные уравнения подобия.

Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно- и шахматно- расположенных. Критериальные уравнения.

Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме: ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Теплоотдача на горизонтальной плоской поверхности в неограниченном пространстве. Теплоотдача горизонтально расположенного цилиндра в неограниченном объеме. Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах.

Экспериментальный метод исследования процессов теплоотдачи.

### Вопросы для самоконтроля

1. Конвекция.
2. Закон Ньютона-Рихмана.
3. Интенсивность конвективного теплообмена.
4. Конвективный теплообмен при конвекции в большом объеме.
5. Коэффициент теплоотдачи.
6. Конвективный теплообмен при конвекции в прослойках.
7. Критерии подобия. Их физический смысл.



## Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Конвективная теплоотдача – это перенос теплоты ...

а) вследствие движения и перемещения макроскопических объемов газа или жидкости;

б) вследствие хаотичного (теплого) движения микрочастиц (атомов, молекул, свободных электронов);

в) в пространстве с помощью электромагнитных волн;

г) возникающий между двумя соприкасающимися твёрдыми телами

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Условия задания исходных величин на границах тела на весь период нагревания или охлаждения - это...

а) граничные условия

б) температурный градиент

в) коэффициент теплопередачи

г) коэффициент теплопроводности

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Закон теплопроводности сформулировал ...

а) Фурье

б) Ньютон

в) Ридберг

г) Больцман

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Для большинства материалов и веществ коэффициент теплопроводности с увеличением температуры тела изменяется следующим образом:

а) возрастает

б) уменьшается

в) сначала уменьшается, затем возрастает

г) сначала возрастает, затем уменьшается

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передаётся струями и потоками самого вещества называется ...

- а) конвекция
- б) фазовый переход
- в) теплопроводность
- г) тепловое излучение
- д) сложный теплообмен

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Выражение  $\lambda/\delta$  соответствует ...

- а) тепловой проводимости
- б) изотермической поверхности
- в) термическому сопротивлению
- г) коэффициенту теплопередачи

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: в*

7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

В металлах теплопроводность осуществляется путем ...

- а) упругих волн
- б) диффузии атомов
- в) диффузии молекул
- г) диффузии электронов

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Совокупность значений температуры в данный момент времени для всех точек пространства, называется ...

- а) температурное поле
- б) стационарное поле
- в) температурным градиентом
- г) изотермическая поверхность

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

9. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Единицы измерения теплового потока:

- а) Вт
- б) Вт/м<sup>2</sup>
- в) Вт/м<sup>2</sup>·К
- г) Вт/м<sup>2</sup>·°С

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а

10. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Уравнение Ньютона-Рихмана:

- а)  $F = ma$
- б)  $q = \alpha(t_w - t_f)$
- в)  $q = \alpha(t_f - t_w)$
- г)  $Q = -\lambda \text{grad} t \cdot F$

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: б

## 2.6 Тема 6. Тепловое излучение

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности. Лучистый теплообмен плоскопараллельными и произвольно ориентированными поверхностями. Защита от излучения. Поглощательная способность и степень черноты газа. Излучение газов. Излучение факела пламени при пожаре. Расчет безопасных в пожарном отношении расстояний и экранной защиты от теплового излучения. Тепловой расчёт экранов.

### Вопросы для самоконтроля

1. Сущность теплового излучения.
2. Закон Стефана-Больцмана.
3. Закон Кирхгофа.
4. Следствия из закона Кирхгофа.
5. Закон Ламберта.
6. Варианты теплообмена между телами.
7. Пожарная опасность, критическая плотность облучения.
8. Излучение продуктов сгорания.
9. Теплообмен между продуктами сгорания и твердыми телами.
10. Излучение факела.
11. Природа излучения пламени.
12. Горение газов, жидких и твердых веществ.
13. Излучение факела на пожаре.
14. Способы защиты от теплового излучения.
15. Виды тепловых экранов.

### Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Единицей измерения плотности теплового потока является:

- а) Дж
- б) Вт
- в) Вт/м<sup>2</sup>
- г) Вт/м<sup>2</sup>·°С

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: в

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Тепловым излучением называется процесс переноса теплоты ...

- а) вследствие движения и перемещения макроскопических объемов газа или жидкости

- б) вследствие хаотичного (теплого) движения микрочастиц (атомов, молекул, свободных электронов)
- в) в пространстве с помощью электромагнитных волн
- г) возникающий между двумя соприкасающимися твёрдыми телами

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Задачей расчетов лучистого теплообмена является нахождение результирующих потоков излучения ...

- а) на всех поверхностях, входящих в данную систему
- б) только на всех вертикальных поверхностях, входящих в данную систему
- в) только на всех горизонтальных поверхностях, входящих в данную систему
- г) только на одной вертикальной и одной горизонтальной поверхностях, входящих в данную систему

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Формулировка «Излучательная способность абсолютно черного тела возрастает пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры» соответствует закону ...

- а) Вина
- б) Фурье
- в) Планка
- г) Стефана-Больцмана

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Излучают и поглощают тепловую энергию ...

- а) одноатомные газы
- б) двухатомные газы
- в) все газы одинаково
- г) многоатомные газы

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Спектр излучения абсолютно черного тела определяется ...

- а) только объемом тела

- б) только его температурой
- в) только площадью поверхности тела
- г) площадью поверхности тела и температурой

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

7. Выберите **два** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны, в пустой строке.

Лучистый теплообмен играет значительную роль в процессах теплообмена, происходящих при температурах ...

- а) ниже 100 °С
- б) ниже 500 °С
- в) ниже 1000 °С
- г) выше 1000 °С
- д) около 1000 °С

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г, д*

8. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны, в пустой строке.

К основным видам передачи тепла относят ...

- а) конвекция
- б) фазовый переход
- в) теплопроводность
- г) течение жидкости
- д) тепловое излучение
- е) сложный теплообмен

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а, в, д*

9. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны, в пустой строке.

Лучистая энергия, падающая в процессе лучистого теплообмена на поверхность непрозрачного тела и характеризующаяся значением потока падающего излучения  $Q_{\text{пад}}$ , ...

- а) частично отражается телом
- б) частично поглощается телом
- в) полностью отражается телом
- г) частично пропускается телом
- д) полностью поглощается телом
- е) полностью пропускается телом

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а, б, г*

10. Выберите **три** варианта ответа и запишите через запятую буквы, под которыми они указаны, в пустой строке.

К законам теплового излучения относятся законы ...

- а) Вина
- б) Планка
- в) Паскаля
- г) Ньютона
- д) Стефана-Больцмана
- е) Менделеева-Клапейрона

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: а, б, д

## 2.7 Тема 7 Теплообменные аппараты

Классификация теплообменных аппаратов. Основные положения и уравнения теплового расчета теплообменных аппаратов. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Сушильные установки.

### Вопросы для самоконтроля

1. Сущность сложного теплообмена
2. Сложный теплообмен. Коэффициент сложной теплоотдачи.
3. Решение задач сложного теплообмена в условиях пожаров и температурных воздействий.

### Тесты для самоконтроля

1. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

По тепловому режиму различаются теплообменники следующего действия ...

- а) импульсного
- б) хаотического
- в) непрерывного
- г) периодического

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: г

2. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Теплообменные аппараты с трубчатой поверхностью называются ...

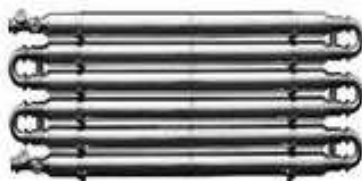
- а) шаровыми
- б) спиральными
- в) пластинчатыми
- г) кожухотрубными

Ответ: \_\_\_\_\_

Правильный вариант ответа: г

3. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Данный теплообменник называется ...





- а) секционный
- б) труба в трубе
- в) оросительный
- г) пластинчатый

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

4. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Кожухотрубные теплообменные аппараты применяют для ...

- а) разделения смесей
- б) перемешивания смесей
- в) очистки загрязнённых сред
- г) нагрева и охлаждения жидкостей и газов, для испарения и конденсации теплоносителей в различных технологических процессах

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

5. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Кожухотрубный теплообменный аппарат состоит из основных элементов ...

- а) змеевика, трубы, опорных элементов
- б) поворотных камер, патрубков, крепежных болтов
- в) кожуха, пучка труб, трубных решеток, коллекторов
- г) кожуха и пучка труб, закреплённых в трубных решетках (досках), поворотных камер, коллекторов

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

6. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Теплообменниками открытого типа считаются теплообменники ...

- а) секционные
- б) труба в трубе
- в) оросительные
- г) с U-образными трубками

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: б*

7. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Аппарат, в котором передача теплоты от одного теплоносителя к другому происходит, с помощью теплоаккумулирующей насадки называется ...

- а) контактным

- б) барботажным
- в) смесительным
- г) регенеративным

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

8. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

В качестве насадки в регенеративных теплообменниках могут применять...

- а) стекло
- б) воду, пар
- в) бумажный лист
- г) огнеупорный кирпич, металлические листы, пластины, шары, фольгу

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

9. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

Погружные теплообменники состоят из плоских или цилиндрических змеевиков, погруженных в сосуд с ... рабочей средой

- а) жидкой
- б) твердой
- в) аморфной
- г) газообразной

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: а*

10. Выберите **один** вариант ответа и запишите букву, под которой он указан, в пустой строке.

В случае если воздух нагревается дымовыми газами, то обычно ...

- а) воздух никогда не нагревают газом
- б) не имеет значения, куда подать воздух, а куда газ
- в) воздух подают в трубное пространство, а дымовые газы в межтрубное
- г) воздух подают в межтрубное пространство, а дымовые газы в трубное

Ответ: \_\_\_\_\_

*Правильный вариант ответа: г*

### **3. Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации**

Универсальных методов для подготовки к зачету и экзамену не существует, поэтому важно выбрать наиболее приемлемый для Вас. Приведенные ниже правила можно рассматривать в качестве общего руководства.

1. Предусмотрите как можно больше времени для подготовки. Если Вы оставляете основную работу на последний момент, это снижает Ваши шансы на успех. Развивается состояние стресса, снижается способность к концентрации.

2. Составьте расписание занятий. Спланировать подготовку к зачетам нужно за несколько недель до их начала (лучше всего - в начале семестра). Твердо следуйте намеченному плану.

3. Отдыхайте. Усердная подготовка – очень тяжелая работа. Важно время от времени давать себе возможность расслабиться. Предусмотрите в своем расписании время на отдых.

4. Делайте перерывы. После часа занятий сделайте 15 - 20-минутный перерыв и с новыми силами возвращайтесь к продуктивной работе.

5. Контролируйте степень готовности. Используйте список вопросов к зачету, чтобы отслеживать степень усвоения материала. Отмечайте уже проработанные вопросы. Сконцентрируйте свое внимание на тех вопросах, которые Вы знаете хуже.

6. Делайте краткие записи. Часто подготовка оказывается не очень эффективной, если Вы просто читаете материал. Делайте краткие записи, отмечая ключевые мысли. Старайтесь не просто запомнить факты, а понять стоящие за ними идеи.

7. Тренируйтесь отвечать на вопросы. Проработав каждую тему, попробуйте ответить на проверочные вопросы. Некоторые из них приведены в разделе «Контрольные вопросы» после каждой темы. Вначале Вам, возможно, потребуется заглядывать в книгу или конспект, но к концу подготовки Вы сможете отвечать на вопросы самостоятельно, как на зачете. Старайтесь проговаривать ответы на вопросы вслух, это способствует более глубокому усвоению материала и является хорошей тренировкой перед зачетом.

#### **Критерии оценки устного ответа**

1. Соответствие ответа поставленному вопросу.
2. Полнота ответа, глубина знаний.
3. Владение терминологией, отчетливость и точность формулировки понятий.
4. Логичность изложения материала.
5. Аргументированность ответа (присутствие и доказательность примеров).
6. Использование знаний из других учебных дисциплин и дополнительного материала.
7. Культура речи.
8. Правильность решения и оформления задачи.

Оценка за ответ на зачете выставляется в следующем порядке:

«отлично», если курсант (студент) глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок;

«хорошо», если курсант (студент) твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий;

«удовлетворительно», если курсант (студент) усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно», если курсант (студент) не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания (задачи).

#### 4. Словарь терминов по дисциплине «Теплофизика»

**ЗАКОН ГЕССА** - тепловой эффект химической реакции не зависит от пути ее протекания (промежуточных стадий), а определяется лишь начальным и конечным состоянием системы (т.е. состоянием исходных веществ и продуктов реакции).

**ОБРАТИМЫЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** – процесс перехода термодинамической системы из одного состояния в другое, который может протекать как в прямом, так и в обратном направлении, через те же промежуточные состояния без каких бы то ни было изменений в окружающей среде.

**РАБОТА ПРОЦЕССА** – энергия, передаваемая одним телом другому телу при их взаимодействии, не зависящая от температуры этих тел и не связанная с переносом вещества от одного тела к другому.

**РАВНОВЕСНЫЙ ПРОЦЕСС** – процесс, рассматриваемый как непрерывный ряд равновесных состояний системы.

**РАВНОВЕСНОЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ** – состояние, в которое приходит система при постоянных внешних условиях, характеризующееся неизменностью во времени термодинамических параметров и отсутствием в системе потоков вещества и теплоты.

**РЕЛАКСАЦИЯ** – процесс перехода системы из неравновесного состояния в равновесное.

**ТЕМПЕРАТУРА** - величина, выражающая состояние внутреннего движения равновесной системы, имеющая одно и то же значение у всех частей сложной равновесной системы независимо от числа частиц в них и определяемая внешними параметрами и энергией, относящимися к каждой такой части.

**ТЕПЛОЕМКОСТЬ** – количество теплоты, поглощаемой (выделяемой) телом в процессе охлаждения на 1 кельвин.

**ТЕПЛООБМЕННЫЙ АППАРАТ** - техническое устройство, в котором осуществляется теплообмен между двумя средами, имеющими различные температуры.

**ТЕПЛОТА ПРОЦЕССА** – энергия, передаваемая одним телом другому при их взаимодействии, зависящая только от температуры этих тел и не связанная с переносом вещества от одного тела к другому.

**ТЕРМОДИНАМИКА** – наука о превращении энергии при различных процессах, происходящих с макроскопическими телами, о наиболее общих физических свойствах макроскопических систем.

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ** – физические величины, характеризующие состояние термодинамической системы.

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** – изменение состояния системы, характеризующееся изменением ее термодинамических параметров.

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА** – совокупность тел, способных энергетически взаимодействовать между собой и с другими телами и обмениваться с ними веществом.

**ФУНКЦИИ СОСТОЯНИЯ** – функции независимых параметров, определяющих равновесное состояние термодинамической системы, т.е. это величины, не за-

висящие от предыстории системы и полностью определяемые ее состоянием в данный момент.

**ЭНЕРГИЯ** - общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи.

**ЭНТАЛЬПИЯ** – функция состояния термодинамической системы, выражающая количество теплоты, которое выделяется или поглощается системой в результате протекания химической реакции.

**ЭНТРОПИЯ** - функция состояния термодинамической системы, характеризующая направление протекания самопроизвольных процессов в этой системе и являющаяся мерой их необратимости.