


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.09.2024 14:38:14
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой инфраструктурных
энергетических систем

 Н.Е. Семичева

« 27 »  2023 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Термодинамические и тепломассообменные процессы в
теплоэнергетике

(наименование дисциплины)

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность «Энергетика
теплотехнологий»

(код и наименование ОПОП ВО)

1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Основы технической термодинамики.

1 Понятие рабочего тела. Какие основные параметры состояния рабочего тела вы знаете?

2 Понятие идеального и реального газов. В чем их отличие? Почему в качестве рабочего тела в основном используются газы и пары?

3 Дайте определение давления как параметра состояния рабочего тела.

4 Что называется абсолютным давлением, атмосферным, избыточным и вакуумметрическим?

5 Какие единицы измерения давления газа вы знаете? Укажите, как перевести давление из одних единиц измерения в другие.

6 Какие приборы для измерения давления вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.

7 Дайте определение температуры как параметра состояния газа.

8 Какие шкалы температур вы знаете? Укажите формулы пересчета из одних единиц измерения в другие.

9 Какие приборы для измерения давления вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.

10 Дайте определение удельного объема как параметра состояния газа.

11 Какие приборы для измерения количества и расхода газа вы знаете? Перечислите основные, опишите принцип их действия, область применения, достоинства и недостатки.

12 Понятие смеси идеальных газов.

13 Способы задания состава газовой смеси.

14 Уравнение состояния для газовой смеси.

15 Кажущаяся молекулярная масса газовой смеси.

16 Газовая постоянная смеси газов.

17 Парциальное давление компонентов газовой смеси.

18 Формулы пересчета из объемных долей компонентов газовой смеси в массовые доли.

19 Формулы пересчета из массовых долей компонентов газовой смеси в объемные доли.

20 Понятие теплоемкости газов и их классификация, единицы измерения.

21 Изобарная и изохорная теплоемкости. Уравнение Майера. Газовая

постоянная, ее физический смысл.

22 Формулы для расчета массовой теплоемкости газовой смеси при различных способах задания состава смеси.

23 Формулы для расчета объемной теплоемкости газовой смеси при различных способах задания состава смеси.

24 Понятие теплоты в термодинамическом процессе, единицы измерения.

25 Формулы для расчета количества теплоты при различных способах задания теплоемкости газа.

26 Понятие работы как формы передачи энергии. Работа термодинамического процесса, изображенного в $p-v$ координатах.

27 Понятие внутренней энергии как параметра состояния рабочего тела.

28 Формула для расчета изменения внутренней энергии в термодинамическом процессе.

29 Первый закон термодинамики: определение и формула.

30 Основные следствия из 1-го закона термодинамики. Понятие вечного двигателя 1-го рода.

31 Понятие энтальпии как параметра состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики, выраженный через энтальпию.

32 Понятие энтропии как параметра состояния рабочего тела. $T-s$ диаграмма.

33 Изменение энтропии в термодинамических процессах, расчетные формулы для различных процессов.

34 Понятие термодинамического процесса. Прямые и обратные процессы. Обратимость процессов, условия обратимости.

35 Классификация термодинамических процессов.

36 Изобарный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в $p-v$ и $T-s$ координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.

37 Изохорный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в $p-v$ и $T-s$ координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.

38 Изотермический процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в $p-v$ и $T-s$ координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.

39 Адиабатный процесс: уравнение процесса, взаимосвязь параметров состояния рабочего тела в процессе, графики процесса в $p-v$ и $T-s$ координатах, работа и теплота процесса, изменение внутренней энергии.

40 Политропический процесс как общая форма частных процессов.

41 Изображение политропных процессов в $P-v$ и $T-s$ координатах.

42 Теплоемкость политропического процесса, расчетная формула.

- 43 Показатели адиабаты и политропы: расчетные формулы.
- 44 Термодинамические циклы тепловых машин и холодильных установок. Прямые и обратные циклы.
- 45 Термический к.п.д. прямого цикла и холодильный коэффициент обратного цикла: расчетные формулы.
- 46 Прямой цикл Карно. Термический к.п.д. цикла Карно.
- 47 Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент цикла Карно.
- 48 Второй закон термодинамики: основные формулировки и следствия из него.
- 49 Понятие вечного двигателя второго рода.
- 50 Понятие источника высокопотенциальной теплоты или теплоотдатчика.
- 51 Понятие источника низкопотенциальной теплоты или теплоприемника.
- 52 Принципиальная схема теплового двигателя как устройства преобразования теплоты в работу (механическую энергию).
- 53 Для чего нужно рабочее тело в тепловом двигателе? Почему нельзя преобразовать всю тепловую энергию от теплоотдатчика в работу?

2. Термодинамические циклы тепловых двигателей и холодильных машин.

- 1 Что такое компрессоры? Классификация компрессоров.
- 2 Принципиальная схема поршневого компрессора. Термодинамический цикл одноступенчатого компрессора в p - v координатах.
- 3 Понятие идеального и реального компрессора. Индикаторные диаграммы идеального и реального компрессоров. В чем их отличие?
- 4 Принципиальная схема многоступенчатого компрессора. Цикл работы двухступенчатого компрессора в p - v координатах.
- 5 Для чего применяется многоступенчатое сжатие? В каких случаях применяется одноступенчатое сжатие, и в каких многоступенчатое?
- 6 Как изменяется работа сжатия на p - v диаграмме при изотермическом, политропном и адиабатном сжатии?
- 7 Как изменяется температура газа в конце сжатия на T - s диаграмме в изотермическом, политропном и адиабатном процессе?
- 8 Что такое двигатель внутреннего сгорания? Классификация двигателей внутреннего сгорания с точки зрения их термодинамических циклов?
- 9 Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном давлении.
- 10 Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме (с мгновенным сгоранием топлива).
- 11 Индикаторная диаграмма цикла двигателя внутреннего сгорания со

смешанным сгоранием топлива.

- 12 Принципиальная схема паросиловой установки.
- 13 Цикл Ренкина, изображение цикла в $P-v$, $T-s$ и $h-S$ диаграммах.
- 14 Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Пути повышения экономичности паросиловых установок.
- 15 Цикл паротурбинной установки с вторичным перегревом пара, изображение цикла в $P-v$, $T-s$ и $h-S$ диаграммах.
- 16 Теплофикационный цикл паротурбинной установки (ТЭЦ), изображение цикла в $P-v$, $T-s$ и $h-S$ диаграммах.
- 17 Регенеративный цикл паротурбинной установки (ТЭЦ), изображение цикла в $P-v$, $T-s$ и $h-S$ диаграммах.
- 18 Что такое холодильные машины и установки? Для чего они предназначены?
- 19 Какие холодильные агенты используются в холодильных машинах? Характеристики хладагентов, применяемых в паровых холодильных установках.
- 20 Классификация холодильных машин и установок по принципу действия, конструктивным особенностям.
- 21 Основы расчета холодильной техники. Работа цикла, холодопроизводительность и холодильный коэффициент.
- 22 Циклы воздушной и паровой компрессионной холодильной установок.
- 23 Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла воздушной компрессионной холодильной установки.
- 24 Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой компрессионной холодильной установки.
- 25 Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой абсорбционной холодильной установки.
- 26 Принципиальная схема и индикаторная диаграмма цикла паровой эжекционной холодильной установки.
- 27 Влажный воздух как рабочее тело. В каких инженерных системах и оборудовании и для чего он используется?
- 28 Почему влажный воздух рассматривается как смесь идеальных газов?
- 29 Основные параметры влажного воздуха: температура, влагосодержание, относительная влажность, энтальпия и др.
- 30 Основные процессы в теплотехнике с влажным воздухом.
- 31 $h-d$ диаграмма влажного воздуха, основные характерные линии.
- 32 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью $h-d$ диаграммы: нагрев воздуха.
- 33 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью $h-d$ диаграммы: охлаждение воздуха.
- 34 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью $h-d$ диаграммы:

охлаждение воздуха до точки росы.

35 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: охлаждение воздуха ниже точки росы.

36 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: осушка воздуха.

37 Расчет процессов с влажным воздухом с помощью H-d диаграммы: адиабатное увлажнение воздуха.

38 Основные расчетные формулы, используемы при расчете процессов с влажным воздухом без H-d диаграммы.

39 Водяной пар как рабочее тело. Где и для чего он используется?

40 Почему водяной пар рассматривается как реальный газ?

41 Сухой насыщенный пар, влажный насыщенный пар и перегретый пар: основные параметры состояния.

42 P-v диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.

43 T-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.

44 h-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.

45 Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, расширение пара в турбине).

46 Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, перегрев пара в пароперегревателе).

47 Покажите на диаграммах водяного пара стадии получения перегретого пара.

48 Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара (сухого насыщенного и перегретого).

49 Расчеты параметров влажного пара, используя формулы и таблицы для сухого насыщенного пара.

3. Основы теплообмена и теплового расчета теплообменных аппаратов.

1 Основные три вида теплообмена.

2 Что называется тепловым потоком? поверхностной плотностью теплового потока? Единицы их измерения.

3 Что называется температурным полем? Классификация температурных

полей.

- 4 Что называется изотермической поверхностью? изотермой?
- 5 Что называется температурным градиентом? Его физический смысл. В какую сторону направлен температурный градиент?
- 6 Расскажите закон Фурье (теплопроводности), напишите его математическую формулу.
- 7 Что называется коэффициентом теплопроводности? От чего он зависит?
- 8 Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел с учетом внутренних источников теплоты.
- 9 Что называется коэффициентом температуропроводности? Что он характеризует?
- 10 Что называется краевыми и граничными условиями (первого рода, второго рода, третьего рода, четвертого рода)?
- 11 Запишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской стенки.
- 12 Запишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной цилиндрической стенки.
- 13 Что называется термическим сопротивлением теплопроводности стенки? В каких единицах измерения вычисляется?
- 14 Что называется конвективным теплообменом? Какие виды конвекции вы знаете?
- 15 Что называется свободной конвекцией? Что называется вынужденной конвекцией?
- 16 Что называется теплоотдачей? Напишите уравнение Ньютона-Рихмана.
- 17 Что называется коэффициентом теплоотдачи? От каких факторов он зависит?
- 18 Назовите способы, как можно увеличить коэффициент теплоотдачи.
- 19 Напишите дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
- 20 Что такое теория подобия? Расскажите три теоремы подобия.
- 21 Перечислите критерии теплового и гидромеханического подобия?
- 22 Запишите формулу критерия Рейнольдса. Каков его физический смысл?
- 23 Какие режимы течения теплоносителей вы знаете? Каким критерием они определяются?
- 24 Что называется критериальным уравнением? Какие основные критерии подобия в него входят?
- 25 Что называется вынужденной конвекцией? Что называется конвективной теплоотдачей?
- 26 Напишите критериальное уравнение конвективной теплоотдачи при движении теплоносителя в трубах круглого сечения.
- 27 Напишите критериальное уравнение конвективной теплоотдачи при

поперечном обтекании теплоносителем одиночной трубы.

- 28 Что называется свободной конвекцией? От каких факторов она зависит?
- 29 Напишите критериальное уравнение свободной конвекции в большом объеме.
- 30 Напишите критериальное уравнение свободной конвекции в ограниченном пространстве.
- 31 Что называется кипением? При каких условиях наступает кипение?
- 32 Как изменяется температура кипения в зависимости от давления на поверхность жидкости?
- 33 Какие режимы кипения жидкости вы знаете? Опишите их.
- 34 Что называется скрытой теплотой парообразования?
- 35 При каких условиях происходит конденсация пара? Что называется теплотой конденсации пара?
- 36 Какие режимы конденсации пара вы знаете? Опишите их.
- 37 Что называется тепловым излучением? Каков механизм теплообмена излучением?
- 38 Перечислите основные законы лучистого теплообмена.
- 39 Что называется отражательной, поглощательной и пропускной способностью тела?
- 40 Какие тела называются абсолютно белыми?
- 41 Какие тела называются абсолютно прозрачными?
- 42 Какие тела называются абсолютно черными?
- 43 Какие тела называются серыми телами?
- 44 Напишите закон Стефана-Больцмана для серых тел.
- 45 Напишите закон Кирхгофа? Что такое поглощательная способность? Что такое степень черноты?
- 46 Напишите уравнение Стефана-Больцмана для теплообмена излучением между двумя телами. Что называется приведенной степенью черноты?
- 47 Опишите случай теплообмена излучением между двумя параллельными пластинами.
- 48 Опишите случай теплообмена излучением между двумя телами, когда одно находится внутри другого.
- 49 Что называется экранированием? Для чего его применяют?
- 50 Во сколько раз изменится тепловой поток излучением, если между двумя телами поместить n экранов из того же материала?
- 51 Что называется сложной теплоотдачей? Из каких видов теплообмена она состоит?
- 52 Напишите формулу для расчета теплового потока при сложной лучисто-конвективной теплоотдаче.
- 53 Что называется теплопередачей? Из каких видов теплообмена она

состоит?

54 Напишите основное уравнение теплопередачи. Что называется коэффициентом теплопередачи?

55 От каких величин зависит коэффициент теплопередачи? Назовите способы, как можно увеличить коэффициент теплопередачи.

56 Что называется термическим сопротивлением теплопередаче?

57 Какие материалы называются теплоизоляционными? Напишите формулы, по которой рассчитывается толщина теплоизоляции?

58 Что называется теплообменным аппаратом? Какие виды теплообменных аппаратов вы знаете?

59 Какие теплоносители применяются в теплообменных аппаратах?

60 Напишите уравнение теплового баланса для теплообменника-водонагревателя.

61 Какие схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах вы знаете?

62 Средний температурный напор в теплообменных аппаратах; при прямоточной, противоточной и других схемах движения теплоносителей.

63 Назовите основные массообменные процессы в теплотехнике.

64 Напишите дифференциальные уравнения массообмена.

65 Что является движущей силой процессов массообмена?

66 Что называется молекулярной и конвективной диффузией?

67 Напишите закон Фика.

68 Что называется градиентом концентраций?

69 Что называется коэффициентом молекулярной диффузии?

70 Что называется массоотдачей?

71 Напишите основное уравнение массоотдачи.

72 Что называется коэффициентом массоотдачи?

73 Что называется массопередачей?

74 Напишите основное уравнение массопередачи.

75 Покажите аналогию процессов тепло - и массообмена.

76 Какие критерии подобия процессов массообмена вы знаете?

Шкала оценивания: 3 балльная.

Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

3 балла (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу

обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1 балл (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

0 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

1.2 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ

Методики расчета и задания представлены в методических указаниях:

1) **Техническая термодинамика:** методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.А. Жмакин, Н.С. Кобелев, Е.М. Кувардина. – Курск, 2017. – 32 с.: ил. 9, табл. 15, прилож. 4. – Библиогр.: с. 29.

2) **Тепломассообмен:** методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.А. Жмакин, Н.С. Кобелев, Е.М. Кувардина. – Курск, 2017. – 32 с.: ил. 9, табл. 8, прилож. 4. – Библиогр.: с. 28.

1. Основы технической термодинамики.

Производственная задача № 1: Параметры состояния газа.

Определить массовый расход газа (кг/с) при известном объемном расходе V м³/мин, температуре t °С и манометрическом давлении P_m кПа. Барометрическое давление составляет $P=98100$ Па.

Таблица 1- Исходные данные к расчету

Последняя цифра шифра	Газ	V , м ³ /мин	Предпоследняя цифра шифра	t , °С	P_m , кПа
0	СО	0,4	0	80	40
1	СО ₂	0,5	1	65	42
2	N ₂	0,6	2	70	50
3	Воздух	0,1	3	75	70
4	O ₂	0,5	4	85	45
5	СО ₂	0,4	5	80	50
6	СН ₄	0,2	6	70	60
7	Воздух	0,3	7	75	72
8	O ₂	0,4	8	65	80
9	N ₂	0,2	9	85	55

Исходные данные: $V=$, м³/мин; $t=$, С; $P_m=$ °, кПа; газ -

Производственная задача № 2: Теплоемкость газов.

Определить средние массовые и объемные теплоемкости газа при условии $P=Const$ и $v=Const$ в интервале температур $t_1 \div t_2$. Вычислить также удельную теплоту изохорного процесса для данного интервала температур, считая зависимость теплоемкости от температуры линейной.

Таблица 2 - Исходные данные к расчету (по последней цифре шифра)

Шифр	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газ	O ₂	N ₂	СО ₂	SO ₂	H ₂ O	H ₂	N ₂	O ₂	N ₂	СО
t_1 , °С	50	120	55	20	25	18	22	28	30	45
t_2 , °С	250	350	300	450	400	150	180	220	280	150

Исходные данные: $t_1 =$ °С; $t_2 =$ °С; газ.

2. Термодинамические циклы тепловых двигателей и холодильных машин.

Производственная задача № 3: Поршневой компрессор.

Поршневой 2-х ступенчатый компрессор (см. рис. 1) производительностью V м³/мин засасывает атмосферный воздух при температуре t_1 °С и давлении P_1 бар и сжимает его до конечного давления P_k бар. Процессы сжатия в компрессоре адиабатные.

Определить: 1) давления воздуха по ступеням; 2) температуру воздуха в конце сжатия; 3) теоретическую мощность привода компрессора; 4) количество теплоты, отведенное от воздуха в промежуточных холодильниках 1-ой и 2-ступеней; 5) расход воды на охлаждение, если ее температура повышается на Δt °С. Как изменятся температура и, соответственно, работа и расход воды на охлаждение, если сжатие будет происходить в одну ступень до того же конечного давления P_k ?

Представить схему 2-х ступенчатого компрессора и процессы сжатия в P-v и T-s координатах (см. рис. 2).

Таблица 3 - Исходные данные к расчету

Последняя цифра шифра	P_1 , бар	t_1 , °С	Предпол, цифра шифра	V , м ³ /мин	P_k , бар	Δt , °С
0	1,0	10	0	3,0	8	13
1	0,8	15	1	10,0	25	8
2	0,9	20	2	8,5	9	10
3	0,98	25	3	3,5	36	12
4	1,00	30	4	10,0	36	20
5	0,89	5	5	4,0	15	18
6	0,90	0	6	4,5	20	15
7	1,00	15	7	9,0	14	16
8	1,00	25	8	6,0	8	12
9	0,98	35	9	10,0	10	25

Исходные данные: $P_1 =$, бар; $P_k =$, бар; $t_1 =$, °С; $V_1 =$, м³/мин; $\Delta t =$, °С

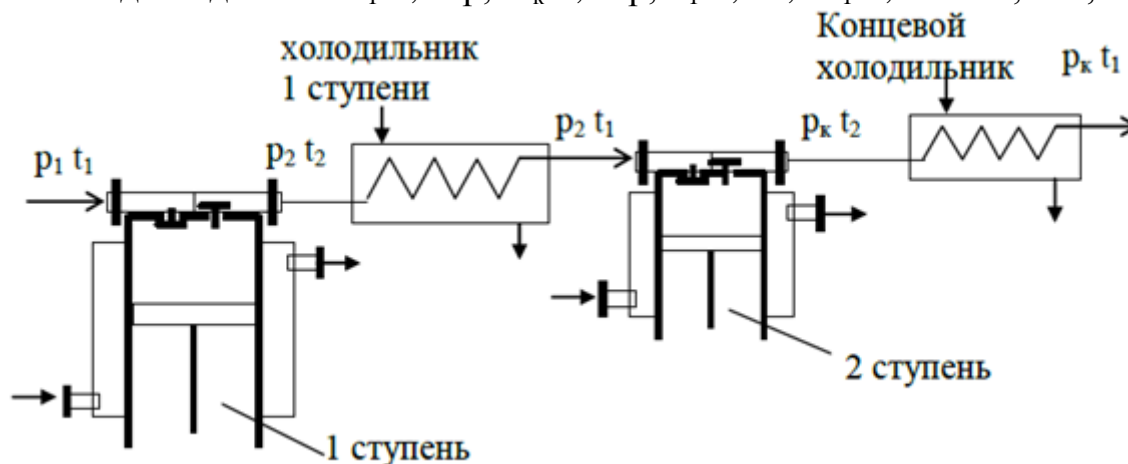


Рис. 1. Схема 2-х ступенчатого компрессора

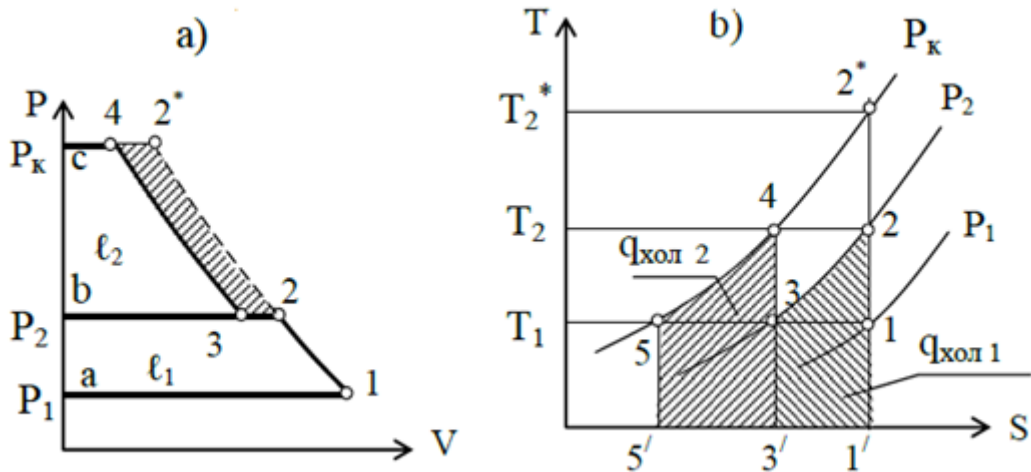


Рис. 2. Процессы сжатия газа в 2-х ступенчатом компрессоре

Производственная задача № 4: Тепловые процессы с влажным воздухом.

В калорифер поступает атмосферный воздух с температурой t_1 °С и относительной влажностью φ_1 %. В нем воздух нагревается до температуры t_2 °С. Подогретый воздух направляется в сушилку, где в процессе сушки материала его температура снижается до t_3 °С.

Определить конечное влагосодержание воздуха, количество поглощенной из материала влаги, расход воздуха и тепла на один кг испаренной влаги. Процессы подогрева воздуха и сушки изобразить в H-d диаграмме (см. рис.3).

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета.

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\varphi_1, \%$	Предпол. цифра шифра	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$
0	10	80	0	98	35
1	12	75	1	96	36
2	15	70	2	94	37
3	20	65	3	92	38
4	20	60	4	90	39
5	25	65	5	88	40
6	22	50	6	85	40
7	24	45	7	85	42
8	26	40	8	80	45
9	28	35	9	80	45

Исходные данные: $t_1 =$,°С; $\varphi_1 =$,%; $t_2 =$,°С; $t_3 =$,°С.

Таблица 4.2 – Параметры состояния влажного воздуха

Параметры	Точки		
	1	2	3

Параметры	Точки		
	1	2	3
$t, ^\circ\text{C}$			
$d, \text{г/кг с.в}$			
$H, \text{кДж/кг с.в}$			

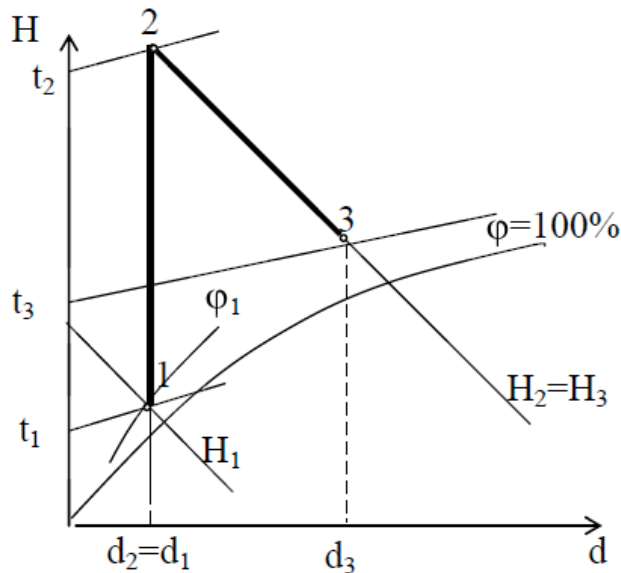


Рис.3. Схема процессов во влажном воздухе в сушильной установке:

1-2-процесс подогрева воздуха в калорифере;

2-3-процесс идеальной сушки (испарения влаги)

Производственная задача № 5: Тепловые процессы с водяным паром.

Из котла влажный пар с параметрами P_1 кПа и сухостью x_1 поступает в пароперегреватель, где в процессе $P=\text{const}$ подсушивается до состояния сухого насыщенного пара, а затем перегревается до температуры t °С. Полученный перегретый пар на лопатках турбины адиабатно расширяется до давления P_4 (см. рис.4).

Определить параметры пара (P, t, v, h, s) в начале и в конце каждого из процессов: 1-2, 2-3 и 3-4, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии пара в процессах, работу и теплоту процессов. Результат решения свести в таблицу 5.1:

Таблица 5.1 - Параметры точек в процессах: 1-2, 2-3 и 3-4

Точка	Исходные параметры	$P,$ кПа	$t,$ °С	$v,$ м ³ /кг	$h,$ кДж/кг	$s,$ кДж/(кг К)
1	$P_1=$, кПа; $x_1=$					
2	$P_2=P_1=$; $x_2=1$					
3	$P_3=P_1=$; $t_3=$, °С					
4	$P_4=$, кПа; $s_4=s_3$					

Таблица 5.2 - Таблица исходных данных.

Последняя цифра шифра	x_1	P_1 , кПа	Предпол. цифра шифра	t_3 , °C	P_4 , кПа
0	0,9	500	0	300	2
1	0,95	1000	1	400	5
2	0,95	1000	2	450	10
3	0,98	500	3	350	3
4	0,95	1500	4	400	4
5	0,93	2000	5	450	5
6	0,9	3000	6	500	5
7	0,9	1500	7	450	2
8	0,95	2000	8	400	3
9	0,9	3000	9	350	4

Исходные данные: $P_1 =$, кПа; $x_1 =$; $t_3 =$, °C; $P_4 =$, кПа.

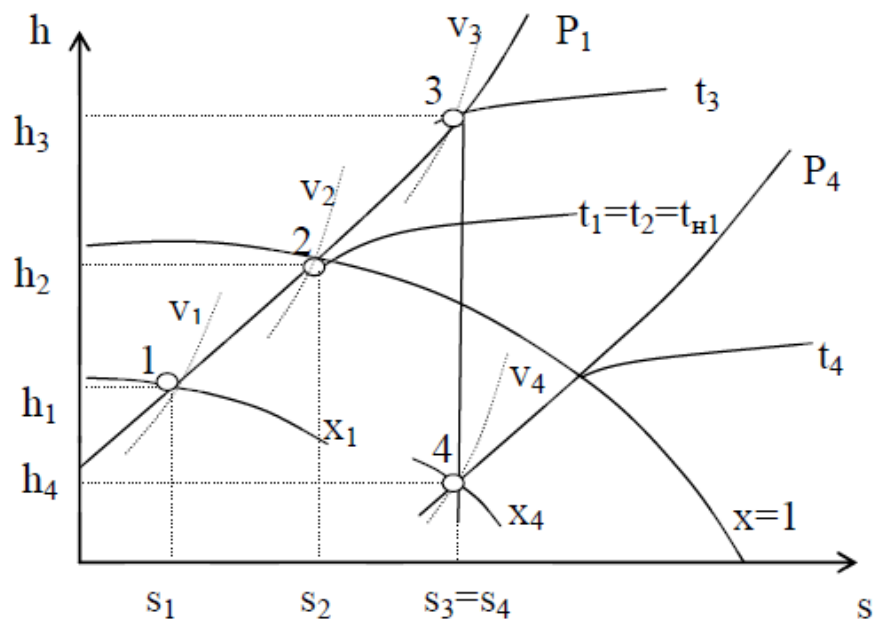


Рис.4. Процессы: 1 – 2 - подсушки пара, 2 – 3 - перегрев пара, 3 - 4 - расширения пара в турбине в h-s координатах

3. Основы тепломассообмена и теплового расчета тепломассообменных аппаратов.

Производственная задача № 6: Теплообмен теплопроводностью.

Обмуровка печи состоит из слоев шамотного, δ_1 , [$\lambda=1,14$ Вт/(м·К)] и красного, δ_3 , [$\lambda=0,76$ Вт/(м·К)] кирпича, между которыми расположена засыпка из изоляционного материала, $\delta_2 = 250$ мм (см. рис.5).

Определить тепловые потери через 1 м^2 поверхности стенки, если на

внутренней стороне шамотного кирпича температура равна t_{w1} , а на наружной стороне красного кирпича t_{w2} . Какой толщины потребуется слой из красного кирпича, если отказаться от применения засыпки из изоляционного материала при тех же температурных условиях и неизменном тепловом потоке? Данные, необходимые для решения задачи выбрать из табл. 6.

Таблица 6 – Исходные данные к расчету

Вариант П	δ_1 , мм	t_{w1} °С	Вариант ПП	δ_3 , мм	t_{w2} , °С	Изоляционный материал	
						Название	$\lambda_2=...$, Вт/(м·К)
0	80	1050	0	60	90	Совелит	$0,0901+0,000087 \times t$
1	90	980	1	60	85	Новоасбозурит	$0,144+0,00014 \times t$
2	80	1070	2	120	93	Диатомит молот.	$0,091+0,00028 \times t$
3	100	950	3	60	97	Вермикулит	$0,072+0,000362 \times t$
4	120	1030	4	125	86	Асбослюда	$0,120+0,000148 \times t$
5	120	945	5	125	82	Асботермит	$0,109+0,000145 \times t$
6	80	1020	6	125	94	Асбозонолит	$0,143+0,00019 \times t$
7	90	990	7	60	78	Асбозурит	$0,1622+0,000169 \times t$
8	80	1140	8	120	89	Диатомит молот	$0,091+0,00028 \times t$
9	120	1135	9	60	91	Шлаковая вата	$0,05+0,000145 \times t$

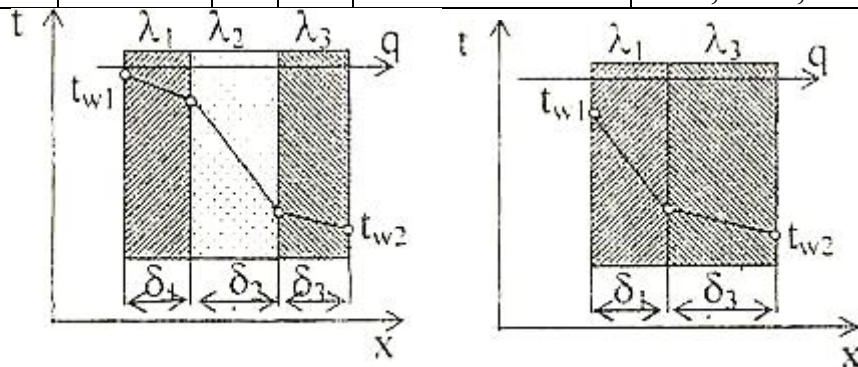


Рис.5. Расчетные схемы 3-х слойной и 2-х плоской стенки

Производственная задача № 7: Лучистый теплообмен. Экранирование.

Определить удельный лучистый тепловой поток q между двумя параллельно расположенными плоскими стенками, имеющими температуры, t_{w1} и t_{w2} , и степени черноты, ϵ_1 и ϵ_2 , если между ними нет экрана (см.рис.6). Определить также удельный тепловой поток при наличии экрана, q^{ϵ} со степенью черноты, ϵ^{ϵ} . Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.7.

Таблица 7 – Исходные данные к расчету

Вариант П	ϵ_1	ϵ_2	Материал экрана	Вариант ПП	t_{w1} , °С	t_{w2} , °С
0	0,5	0,6	Алюминий полиров	0	200	30
1	0,55	0,52	Латунь полированная	1	250	35

Вариант П	ϵ_1	ϵ_2	Материал экрана	Вариант ПП	$t_{w1},$ °C	$t_{w2},$ °C
2	0,60	0,70	Хром полированный	2	300	25
3	0,52	0,72	Алюминий шероховат.	3	350	20
4	0,58	0,74	Латунь прокатная	4	400	40
5	0,58	0,74	Хром полированный	4	400	40
6	0,70	0,58	Медь полированная	6	500	50
7	0,65	0,62	Алюминий шероховат	7	550	55
8	0,75	0,73	Латунь полированная	8	600	60
9	0,80	0,77	Сталь полированная	9	650	65

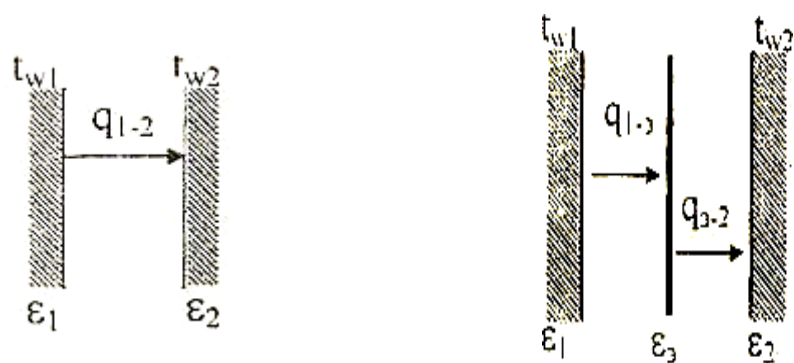


Рис.6. Лучистый теплообмен между 2-мя поверхностями и между 2-мя поверхностями с одним экраном

Производственная задача № 8: Сложный теплообмен.

Определить потери теплоты конвекцией и излучением (отдельно) за сутки горизонтально расположенного трубопровода (см. рис.7) диаметром d мм и длиной l м, охлаждаемого свободным потоком воздуха, если температура поверхности трубопровода, t_w температура воздуха в помещении, t_f (степень черноты трубы ϵ см. по справочной литературе). Данные, необходимые для решения задачи, взять из табл.8.

Таблица 8 – Исходные данные к расчету

Вариант П	$d,$ мм	$l,$ м	Вариант ПП	$t_w,$ °C	$t_f,$ °C	Поверхность трубы
0	230	3	0	150	15	Жесть белая старая

Вариант П	d, мм	ℓ, м	Вариант ПП	t _w , °С	t _f , °С	Поверхность трубы
1	220	5	1	140	20	Асбестовый картон
2	250	7	2	130	25	Лак белый
3	240	9	3	120	35	Лак черный матовый
4	210	11	4	110	25	Железо оцинкованное
5	270	6	5	100	20	Масляная краска
6	340	4	6	190	15	Сталь шероховатая
7	320	12	7	180	10	Алюминиевая краска
8	360	8	8	170	5	Сталь окисленная
9	300	10	9	160	0	Чугун шероховатый

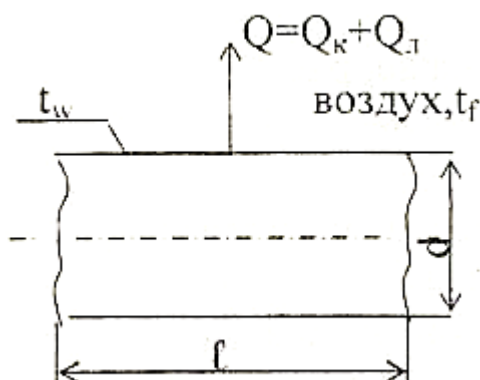


Рис. 7. Расчетная схема для определения сложной теплоотдачи конвекцией и излучением

Производственная задача № 9: Теплопередача.

По горизонтально расположенной стальной трубе [$\lambda=20$ Вт/(м·К)] со скоростью w , м/с течёт вода, имеющая температуру, t_1 (см. рис. 8). Снаружи труба охлаждается окружающим воздухом, температура которого, t_2 . Определить коэффициенты теплоотдачи α_1 и α_2 , соответственно, от воды к внутренней стенке трубы и от наружной стенки трубы к воздуху, а также коэффициент теплопередачи и тепловой поток q , отнесённый к 1 м длины трубы, если внутренний диаметр трубы равен d_1 , внешний – d_2 . Данные, необходимые для решения задачи, взять из табл. 9.

При определении α_1 и α_2 принять температуру поверхностей трубы t_w , равной $t_w=(t_1+t_2)/2$.

Таблица 9 – Исходные данные к расчету

Вариант П	t ₁ , °С	W, м/с	Вариант ПП	t ₂ , °С	d ₁ , мм	d ₂ , мм
0	140	0,25	0	18	190	210
1	150	0,36	1	16	180	200
2	120	0,27	2	14	170	190
3	160	0,38	3	12	160	180
4	150	0,19	4	10	150	170
5	190	0,21	5	8	140	160

Вариант П	t_1 , °C	W, м/с	Вариант ПП	t_2 , °C	d_1 , мм	d_2 , мм
6	170	0,23	6	6	130	150
7	210	0,42	7	4	120	140
8	200	0,43	8	2	110	130
9	220	0,44	9	0	100	120

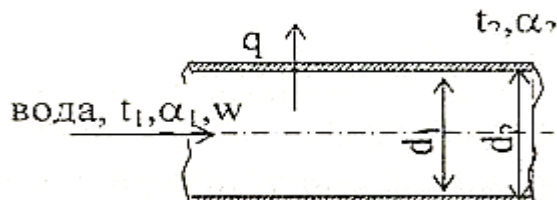


Рис. 8. Расчетная схема теплопередачи через цилиндрическую стенку

Производственная задача № 10: Расчет теплообменного аппарата.

Водо-воздушный нагреватель выполнен из труб диаметром 38x3 мм (см. рис.9). Греющая среда - воздух, подается в межтрубное пространство с температурой t_1' . На выходе из аппарата температура воздуха t_2' . По трубам протекает нагреваемая вода расходом G_2 т/ч с начальной температурой t_2' и конечной t''_2 . Коэффициенты теплоотдачи от воздуха к трубам α_1 и от труб к воде α_2 .

Определить поверхность нагрева аппарата, если он подключен по прямоточной и противоточной схемам. Учесть загрязнения поверхности труб: с одной стороны - слоем масла толщиной 0,1 мм и с другой - накипью толщиной 0,5 мм. Теплопроводность масла $\lambda_m=0,15$ Вт/(м·К), накипи - $\lambda_n=1,75$ Вт/(м·К).

Кривизной стенки трубы можно пренебречь. Учесть потери тепла в окружающую среду, которые составляют 5% теплоты, получаемой водой ($Q_{пот.}=0,05 \times Q_2$). Данные для решения задачи взять из табл. 10.

Таблица 10 – Исходные данные к расчету

Вариант П	Материал труб	t_1' , °C	t_1'' , °C	t_2' , °C	t''_2 , °C	Вариант ПП	G_2 , т/ч	α_1 , Вт/(м ² ·К)	α_2 , Вт/(м ² ·К)
0	Латунь	340	280	20	150	0	1,8	45	2400
1	Алюминий	350	250	30	200	1	2,0	30	2200
2	Титан	380	200	40	150	2	4,0	40	3400
3	Латунь	400	300	50	120	3	6,0	50	4100
4	Медь	420	280	55	180	4	8,0	60	5500
5	Сталь 20	450	280	60	190	5	2,5	65	6300
6	Нержавеющая сталь	270	200	65	140	6	5,0	35	3500
7	Латунь	360	220	70	170	7	3,5	45	2500
8	Медь	500	350	80	215	8	3,0	55	4500
9	Сталь 45	300	190	75	160	9	3,2	36	3200

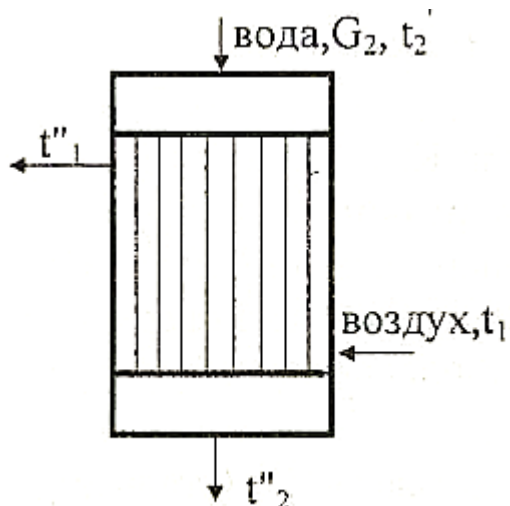


Рис. 9. Расчетная схема теплообменного аппарата

Шкала оценивания: 3 балльная.

Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

3 балла (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

2 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым способом; допускается наличие несущественных недочетов.

1 балл (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки не критического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1 Вопросы в закрытой форме.

1.1. Что называется насыщенным влажным воздухом?

- а) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- б) Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара
- в) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара
- г) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара

д) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара

1.2. Холодильный коэффициент – это ...:

- а) **отношение теплоты, отведенной от холодного источника, к затраченной работе**
- б) отношение затраченной работы к теплоте, отданной горячему источнику
- в) отношение теплоты, отданной горячему источнику, к затраченной работе
- г) отношение теплоты, отведенной от холодного источника, к теплоте отданной горячему источнику
- д) отношение затраченной работы к теплоте, отведенной от холодного источника

1.3. Кипение – это:

- а) **процесс парообразования во всем объеме жидкости**
- б) процесс парообразования с поверхности жидкости
- в) переход вещества из твердого состояния в газообразное
- г) переход вещества из жидкого состояния в твердое
- д) переход вещества из твердого состояния в жидкое

1.4. Внутренняя энергия идеального газа зависит от следующих величин:

- а) **Температуры**
- б) Температуры и объема
- в) Температуры и давления
- г) Давления и объема
- д) Является постоянной величиной

1.5. Какое устройство называется тепловым насосом?

- а) **Устройство для передачи теплоты от источника с низкой температурой к источнику с высокой температурой.**
- б) Устройство для перекачивания жидкости, работающее от теплового двигателя.
- в) Устройство для рассеивания теплоты от источника с высокой температурой к источнику с низкой температурой.
- г) Устройство для создания и поддержания температур, ниже температуры окружающей среды.
- д) Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую работу.

1.6. В каком из процессов идеального газа теплота равна изменению энтальпии?

- а) **Изобарном**
- б) Изотермическом
- в) Изохорном
- г) Адиабатном
- д) Политропном

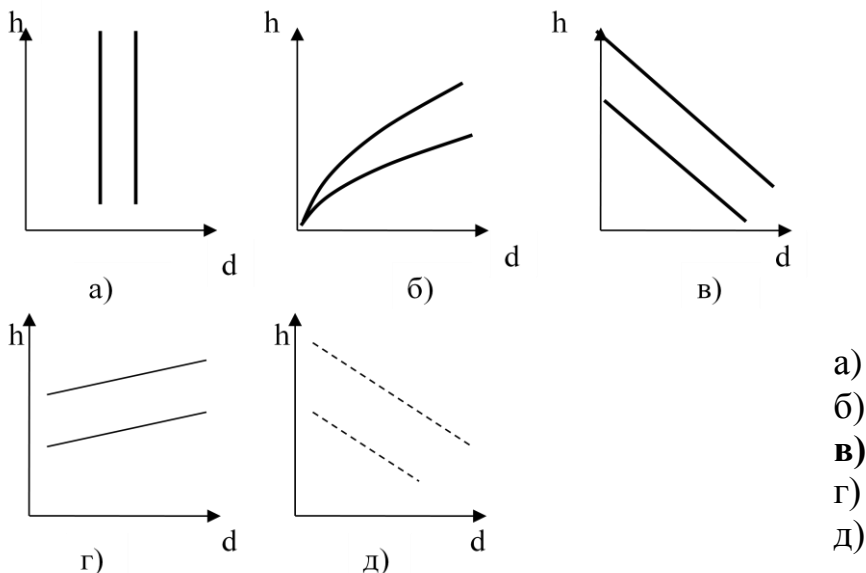
1.7. Влагосодержание влажного воздуха - это:

- а) количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха.
- б) количество водяного пара в 1 кг влажного воздуха.
- в) количество водяного пара в 1 м³ влажного воздуха.
- г) количество водяного пара в 1 кмоль влажного воздуха.
- д) количество водяного пара в % по массе во влажном воздухе.

1.8. Что называется ненасыщенным влажным воздухом?

- а) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара
- б) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- в) Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара
- г) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара
- д) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара

1.9. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха $h = \text{const}$ на Н-d диаграмме состояния влажного воздуха:



1.10. Коэффициент трансформации теплового насоса – это отношение ...

- а) теплоты, отданной в конденсаторе, к мощности компрессора
- б) теплоты, полученной в испарителе, к теплоте, отданной в конденсатор
- в) теплоты, полученной в испарителе, к мощности компрессора
- г) мощности компрессора к теплоте, отданной в конденсаторе
- д) мощности компрессора к теплоте, полученной в испарителе

1.11. Конденсация – это:

- а) переход вещества из газообразного состояния в жидкое
- б) переход вещества из жидкого состояния в газообразное
- в) переход вещества из твердого состояния в газообразное
- г) переход вещества из газообразного состояния в твердое
- д) процесс парообразования во всем объеме жидкости

1.12. Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:

- а) в 1 кг пара содержится 0,1 кг насыщенной жидкости и 0,9 кг сухого

насыщенного пара

- б) в 1 кг пара содержится 0,9 кг насыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара
- в) в 1 кг пара содержится 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара
- г) в 1 кг пара содержится 0,1 кг ненасыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара
- д) в 1 кг пара содержится 0,9 кг ненасыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара

1.13. Повышение давления пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина, следующее влияние:

- а) повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

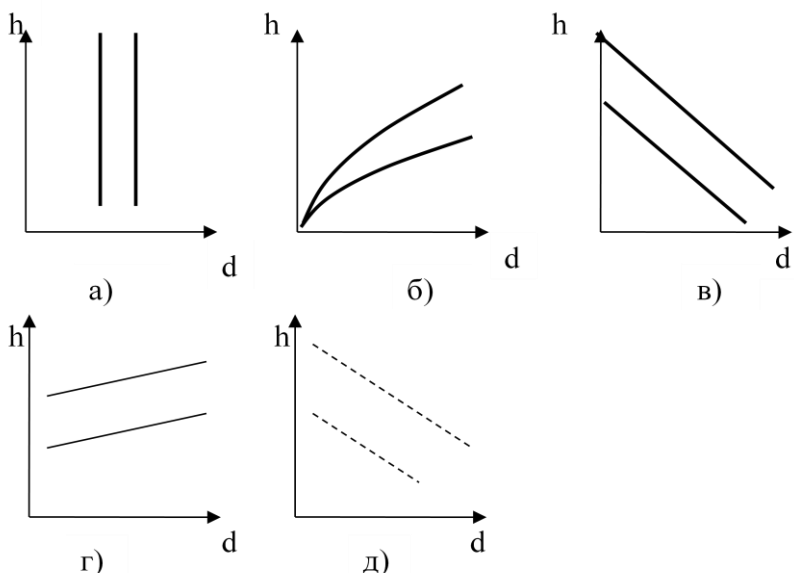
1.14. Что называется туманом?

- а) Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара.**
- б) Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара.
- в) Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара.
- г) Смесь влажного воздуха и влажного насыщенного водяного пара.
- д) Смесь влажного воздуха и сухого насыщенного водяного пара.

1.15. Процесс увлажнения или осушки влажного воздуха в камере орошения изображается на h-d диаграмме влажного воздуха как процесс:

- а) При постоянной энтальпии $h = \text{const}$.
- б) При постоянном влагосодержании $d = \text{const}$.
- в) При постоянной относительной влажности $\varphi = \text{const}$.
- г) При постоянной температуре мокрого термометра $t_m = \text{const}$.**
- д) При постоянной температуре сухого термометра $t_c = \text{const}$.

1.16. Укажите правильное расположение линии постоянной относительной влажности воздуха $\varphi = \text{const}$ на H-d диаграмме состояния влажного воздуха:



- а)
- б)**
- в)
- г)
- д)

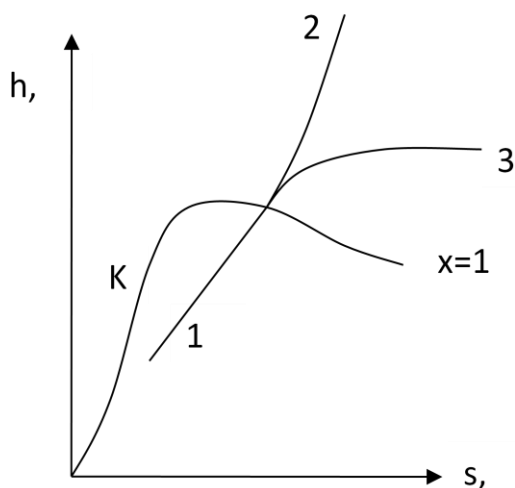
1.17. Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой h - s диаграммы состояния водяного пара находится:

- а) **область влажного насыщенного пара**
- б) область перегретого пара
- в) область сухого насыщенного пара
- г) область ненасыщенной (некипящей) жидкости
- д) область насыщенной (кипящей) жидкости

1.18. Степень перегрева пара – это...

- а) **разность температур перегретого и насыщенного пара при данном давлении.**
- б) разность температур перегретого пара и критической температуры пара.
- в) отношение температур перегретого и насыщенного пара при данном давлении.
- г) отношение температуры перегретого пара к критической температуре пара.
- д) разность температур перегретого и влажного пара.

1.19. Процесс 1-3, показанный на h - s диаграмме водяного пара, является:



- а) **Изотермическим**
- б) Изобарным
- в) Изохорным
- г) Адиабатным
- д) Политропным

1.20. Повышение температуры пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина следующее влияние:

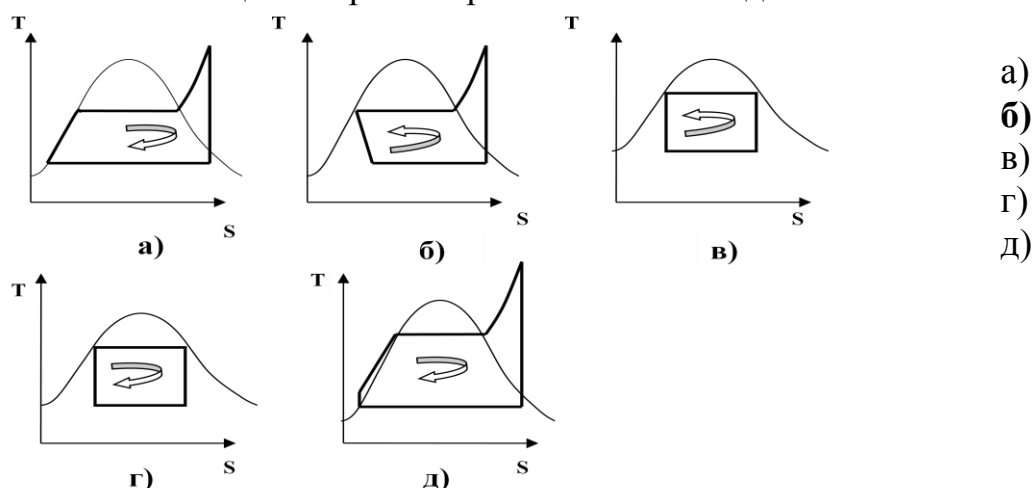
- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.21. Холодопроизводительность холодильной машины – это:

- а) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта одним килограммом холодильного агента.
- б) **Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени.**
- в) Температура, созданная в холодильной камере.
- г) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта в окружающую среду.

д) Массовый секундный расход холодильного агента в холодильной установке.

1.22. Укажите цикл парокомпрессионной холодильной машины:



1.23. Процесс отвода теплоты в испарителе паровой компрессионной холодильной машины является:

- а) **изобарно-изотермическим**
- б) изобарным
- в) изотермическим
- г) адиабатным
- д) изохорным

1.24. Влажностью пара называется ...

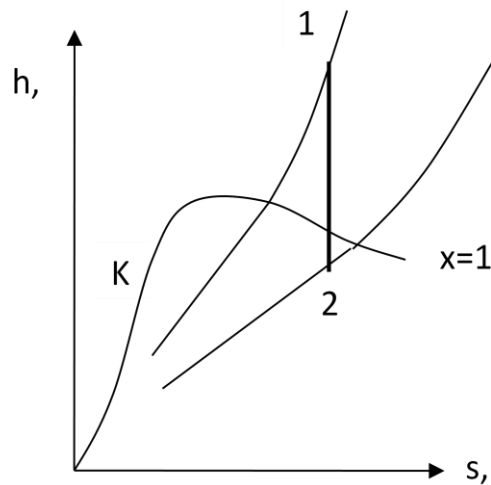
- а) **отношение массы насыщенной жидкости к массе влажного пара**
- б) отношение массы сухого насыщенного пара к массе влажного пара
- в) отношение объема сухого насыщенного пара к объему влажного пара
- г) отношение объема насыщенной жидкости к объему влажного пара
- д) разность массы влажного пара и массы сухого пара

1.25. Снижению давления в конденсаторе при постоянных параметрах пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина следующее влияние:

- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.26. Как изменяется состояние водяного пара в процессе 1-2, изображенном на h-s диаграмме?

- а) **Перегретый пар переходит во влажный**
- б) Влажный пар переходит в перегретый
- в) Сухой насыщенный пар переходит во влажный
- г) Перегретый пар переходит в сухой насыщенный
- д) Влажный пар переходит в сухой насыщенный



1.27. Может ли холодильный коэффициент ε обратного цикла быть больше единицы?

- а) Да, может.
- б) Нет, не может.
- в) Нет, он всегда равен единице.
- г) Нет, он всегда меньше единицы.
- д) Принимает любые значения: как отрицательные, так и положительные

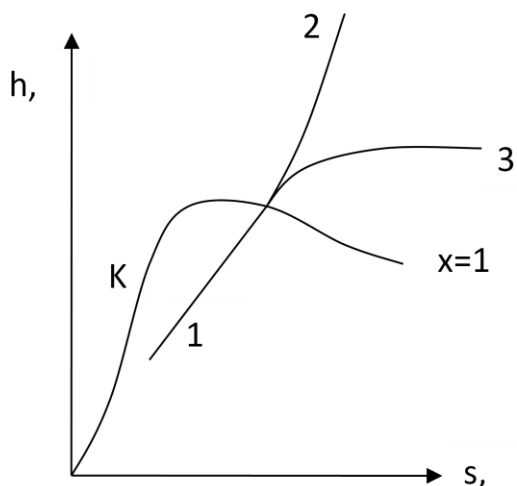
1.28. При прохождении хладагента через дроссельный вентиль в холодильной машине температура хладагента:

- а) уменьшается.
- б) увеличивается.
- в) остается постоянной.
- г) изменяется непредсказуемо.
- д) принимает строго определенной значение, независимо от исходной температуры.

1.29. Испарение – это:

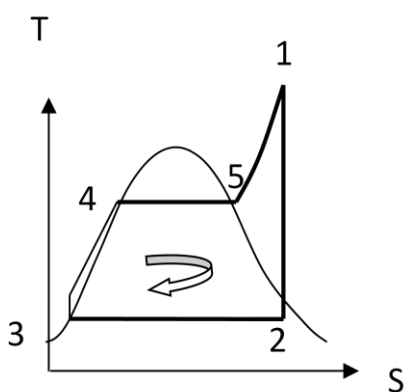
- а) **парообразование только со свободной поверхности жидкости**
- б) парообразование во всем объеме жидкости
- в) переход 1 кг жидкости в пар
- г) переход 1 м³ жидкости в пар
- д) парообразование по всей массе жидкости

1.30. Процесс 1-2, показанный на h-s диаграмме водяного пара, является:



- а) Изотермическим
- б) Изобарным**
- в) Изохорным
- г) Адиабатным
- д) Политропным

1.31. Укажите процесс расширения пара в турбине:

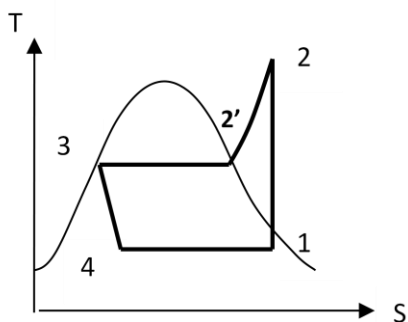


- а) Процесс 1-2**
- б) Процесс 2-3
- в) Процесс 3-4
- г) Процесс 4-5
- д) Процесс 5-1

1.32. Укажите, при какой температуре, начинается выпадение влаги из влажного воздуха:

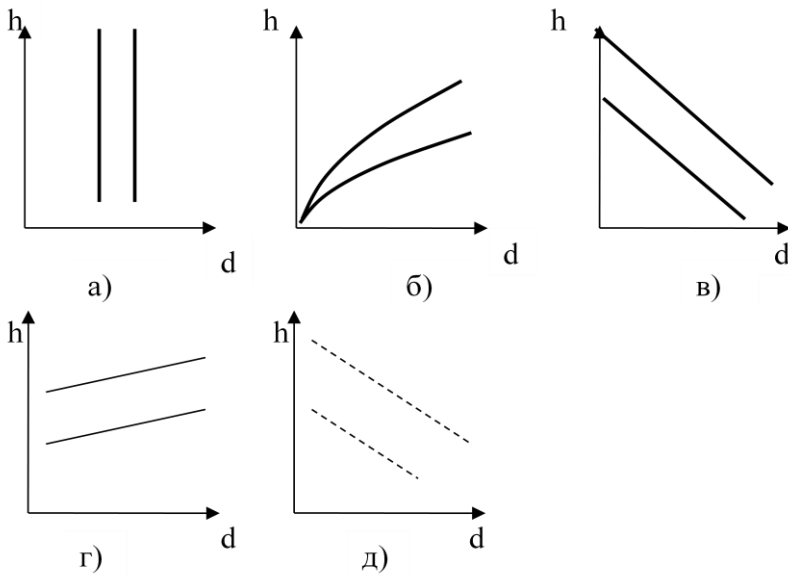
- а) При температуре точки росы.**
- б) При температуре мокрого термометра.
- в) При температуре выше температуры точки росы.
- г) При температуре сухого термометра.
- д) При температуре ниже температуры точки росы.

1.33. Укажите процесс сжатия в компрессоре холодильной машины:



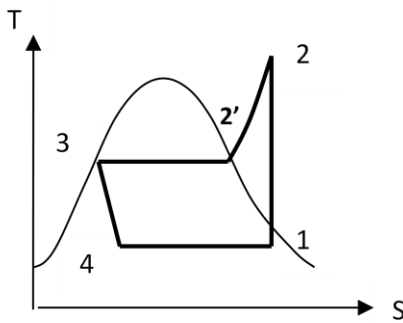
- а) Процесс 1-2**
- б) Процесс 2-2'
- в) Процесс 2'-3
- г) Процесс 3-4
- д) Процесс 4-1

1.34. Укажите правильное расположение линии изотермы сухого термометра $t_s = \text{const}$ на H-d диаграмме состояния влажного воздуха:



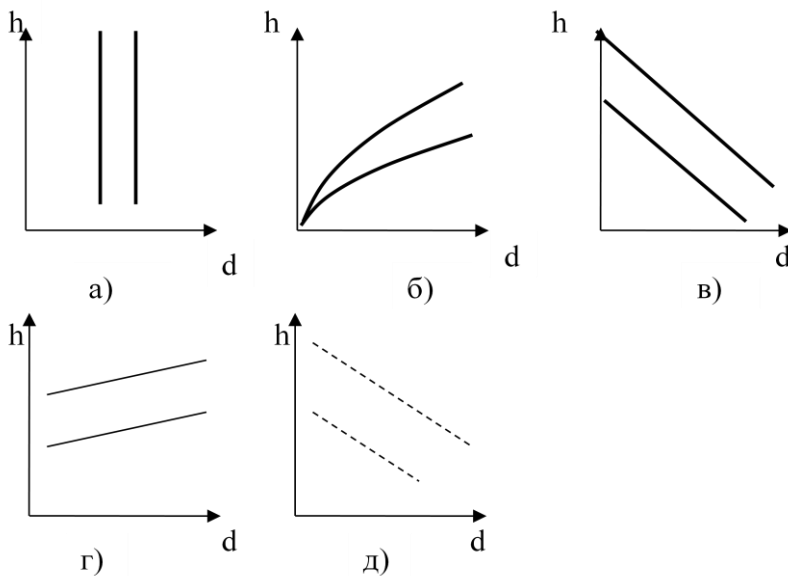
- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

1.35. Укажите процесс кипения холодильного агента в испарителе:



- а) Процесс 1-2
- б) Процесс 2-2'
- в) Процесс 2'-3
- г) Процесс 3-4
- д) **Процесс 4-1**

1.36. Укажите правильное расположение линии изотермы мокрого термометра $t_m = \text{const}$ на H-d диаграмме состояния влажного воздуха:

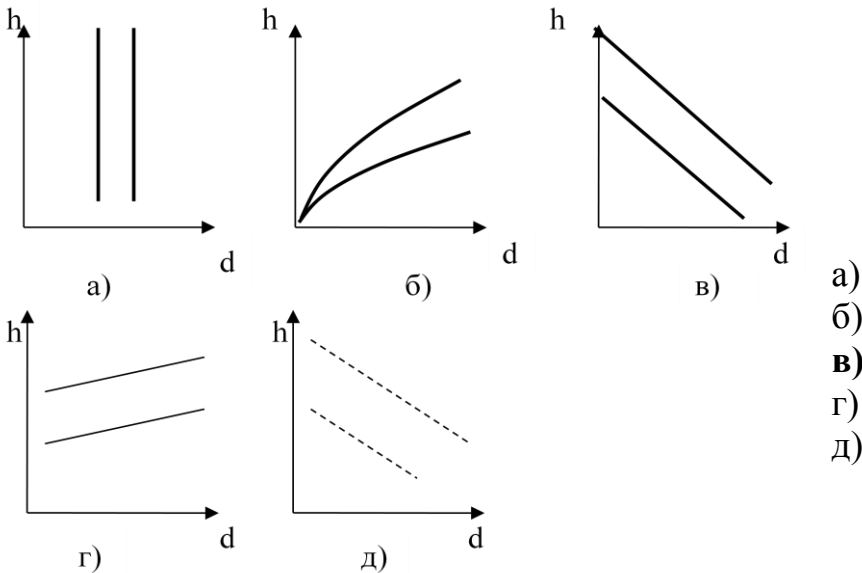


- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

1.37. По какой формуле определяется абсолютное давление, если $p_{абс} > p_{атм}$?

- а) $p_{абс} = p_{атм} + p_{изб}$
- б) $p_{абс} = p_{атм} - p_{изб}$
- в) $p_{абс} = p_{атм} + p_{вак}$
- г) $p_{абс} = p_{атм} - p_{вак}$
- д) правильный ответ отсутствует

1.38. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха $h = \text{const}$ на Н-d диаграмме состояния влажного воздуха:



1.39. Повышение температуры пара перед турбиной оказывает на термический КПД цикла Ренкина, следующее влияние:

- а) **повышает**
- б) понижает
- в) не влияет
- г) влияет незначительно
- д) влияет неоднозначно

1.40. В каких единицах измеряется температура в термодинамике?

- а) Па
- б) °С
- в) **К**
- г) м³
- д) Н

1.41. В каких единицах измеряется теплота термодинамического процесса?

- а) Па
- б) °С
- в) **Дж**
- г) м/с
- д) Н

1.42. Какими приборами измеряется вакуумметрическое давление?

- а) барометрами
- б) манометрами
- в) пирометрами
- г) амперметрами
- д) **вакуумметрами**

1.43. По какой формуле определяется абсолютное давление, если $p_{абс} < p_{атм}$?

- а) $p_{абс} = p_{атм} + p_{изб}$
- б) $p_{абс} = p_{атм} - p_{изб}$
- в) $p_{абс} = p_{атм} + p_{вак}$
- г) **$p_{абс} = p_{атм} - p_{вак}$**
- д) правильный ответ отсутствует

1.44. Какой термодинамический процесс называется изобарным?

- а) **при постоянном давлении**
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.45. Какой термодинамический процесс называется изохорным?

- а) при постоянном давлении
- б) **при постоянном объеме**
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.46. Какой термодинамический процесс называется изотермическим?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) **при постоянной температуре**
- г) при постоянной энтропии
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.47. Какой термодинамический процесс называется адиабатным?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) **при постоянной энтропии**
- д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.48. Какой термодинамический процесс называется политропным?

- а) при постоянном давлении
- б) при постоянном объеме
- в) при постоянной температуре
- г) при постоянной энтропии

д) когда все параметры рабочего тела изменяются

1.49. Что называется сухим насыщенным паром?

- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;
- д) Правильный ответ отсутствует.

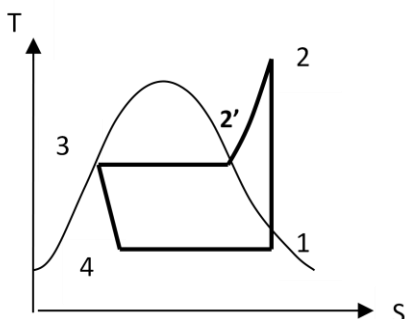
1.50. Что называется влажным насыщенным паром?

- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;
- д) Правильный ответ отсутствует.

1.51. Что называется перегретым паром?

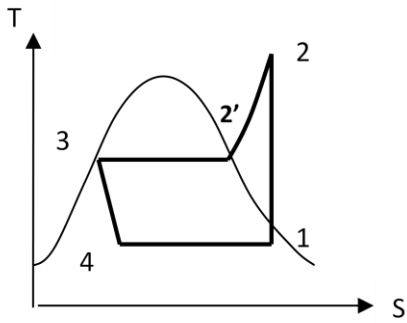
- а) Пар при температуре и давления насыщения, в котором отсутствуют капельки кипящей жидкости;
- б) Пар при температуре и давления насыщения, в котором присутствуют капельки кипящей жидкости;
- в) Пар при давлении насыщения и температуре выше температуры насыщения;
- г) Пар при температуре и давления насыщения со степенью сухости меньше 1;
- д) Правильный ответ отсутствует.

1.52. Укажите процесс конденсации холодильного агента в конденсаторе:



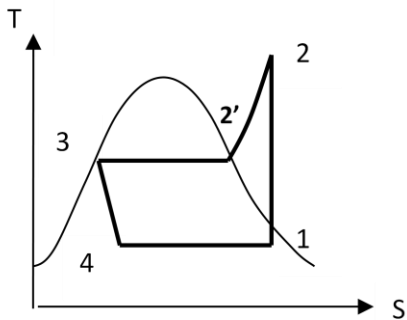
- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

1.53. Укажите процесс испарения холодильного агента в испарителе:



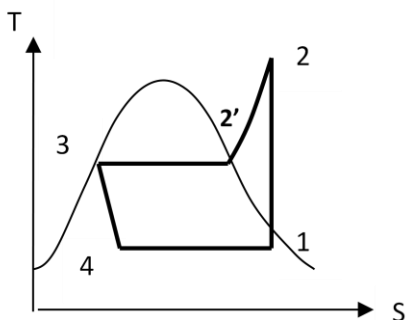
- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1**
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

1.54. Укажите процесс сжатия холодильного агента в компрессоре:



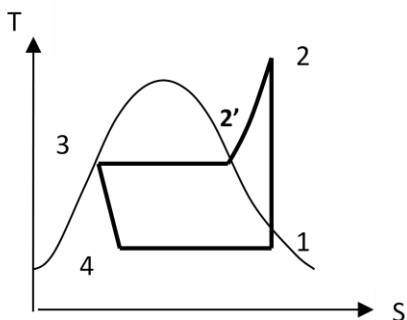
- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2**
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4

1.55. Укажите процесс дросселирования холодильного агента:



- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) Процесс 2-2'
- д) Процесс 3-4**

1.56. Укажите процесс охлаждения перегретых паров холодильного агента до температуры насыщения:



- а) Процесс 2'-3
- б) Процесс 4-1
- в) Процесс 1-2
- г) **Процесс 2-2'**
- д) Процесс 3-4

1.57. В каких единицах измеряется удельный объем газа?

- а) л
- б) Н/м³
- в) кг/м³
- г) м³
- д) **м³/кг**

1.58. В каких единицах измеряется энтропия?

- А) Вт
- Б) Дж
- В) Дж/К**
- Г) Дж/кг
- Д) Н

1.59. Какими приборами измеряется атмосферное давление?

- а) барометрами;**
- б) манометрами;
- в) пирометрами;
- г) амперметрами;
- д) вакуумметрами.

1.60. По какой формуле определяется избыточное давление?

- а) $p_{изб} = p_{абс} - p_{атм}$**
- б) $p_{изб} = p_{атм} - p_{абс}$
- в) $p_{изб} = \rho \cdot g \cdot V$
- г) $p_{изб} = p_{атм} + p_{абс}$
- д) правильный ответ отсутствует

1.61. В каких единицах измеряется плотность газа?

- а) кг

- б) Н/м³
- в) кг/м³**
- г) м³
- д) м³/кг

1.62. В каких единицах измеряется энтальпия?

- А) Вт
- Б) Дж**
- В) Дж/К
- Г) Дж/кг
- Д) Н

1.63. Какими приборами измеряется абсолютное давление?

- а) барометрами
- б) манометрами
- в) пирометрами
- г) не измеряется непосредственно, вычисляется косвенным путем**
- д) вакуумметрами

1.64. По какой формуле определяется вакуумметрическое давление?

- а) $p_{\text{вак}} = p_{\text{абс}} - p_{\text{атм}}$
- б) $p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$**
- в) $p_{\text{вак}} = \rho \cdot g \cdot V$
- г) $p_{\text{вак}} = p_{\text{атм}} + p_{\text{абс}}$
- д) правильный ответ отсутствует

1.65. В каких единицах измеряется внутренняя энергия?

- а) Вт
- б) Дж**
- в) Дж/К
- г) Дж/кг
- д) Н

1.66. Какими приборами измеряется расход газа?

- а) счетчиками
- б) расходомерами**
- в) тепломерами
- г) не измеряется непосредственно, вычисляется косвенным путем
- д) напоромерами

1.67. В каких единицах измеряется работа?

- а) Вт
- б) Дж**
- в) Дж/К
- г) Дж/кг
- д) Н

1.68. Что называется теплопроводностью?

- а) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемым телом.
- б) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.**
- в) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.
- г) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.
- д) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

1.69. Что такое конвективный теплообмен?

- а) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.
- б) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемых телом.
- в) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.
- г) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.**
- д) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.

1.70. Укажите уравнение конвективной теплоотдачи (Ньютона-Рихмана):

- а) $Q = C_0 * F(T/100)^4$.
- б) $Q = \lambda(dT/dn)F$.
- в) $Q = -\lambda(dT/dn)F$.
- г) $Q = k(t_1 - t_2)F$.
- д) $Q = \alpha(tc - tж)F$.**

1.71. Что такое свободная конвекция?

- а) движение жидкости (или газа) под действием внешних побудителей потока, например, насоса, вентилятора или компрессора и пр.
- б) движение жидкости (или газа) вследствие разности плотностей нагретых и холодных частей жидкости (или газа), обусловленное разностью температур, под действием сил гравитации.**
- в) движение жидкости (или газа) спокойное, параллельноструйное, без вихревых потоков.
- г) движение жидкости (или газа) бурлящее, с беспорядочным перемешиванием

слоев жидкости (или газа), с вихревыми потоками

д) движение жидкости (или газа) в направлении от поверхности теплообмена.

1.72. Что такое вынужденная конвекция?

а) движение жидкости (или газа) под действием внешних побудителей потока, например, насоса, вентилятора или компрессора и пр.

б) движение жидкости (или газа) вследствие разности плотностей нагретых и холодных частей жидкости (или газа), обусловленное разностью температур, под действием сил гравитации.

в) движение жидкости (или газа) спокойное, параллельноструйное, без вихревых потоков.

г) движение жидкости (или газа) бурлящее, с беспорядочным перемешиванием слоев жидкости (или газа), с вихревыми потоками

д) движение жидкости (или газа) в направлении от поверхности теплообмена.

1.73. Теплообмен излучением - это ...

а) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемых телом.

б) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

в) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.

г) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.

д) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.

1.74. Что называется сложной теплоотдачей?

а) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.

б) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.

в) процесс переноса от поверхности твердого тела к газообразной среде, осуществляемый совместно конвекцией и излучением.

г) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

д) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемых телом.

1.75. Что называется теплопередачей?

а) процесс переноса от поверхности твердого тела к газообразной среде,

осуществляемый совместно конвекцией и излучением.

- б) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.
- в) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемых телом.
- г) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.
- д) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.**

1.76. Укажите формулу закона Фурье:

- а) $Q = - \lambda(dT/dn)F$.**
- б) $Q = \lambda(dT/dn)F$.
- в) $Q = \alpha(tc - tж)F$.
- г) $Q = k(t_1 - t_2)F$.
- д) $Q = C_0 * F(T/100)^4$.

1.77. Тепловой поток – это ...

- а) количество теплоты, переданное через единицу площади изотермической поверхности.
- б) количество теплоты, переданное через изотермическую поверхность.
- в) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при градиенте температуры, равном единице.
- г) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через изотермическую поверхность.**
- д) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности.

1.78. Коэффициент теплоотдачи - это ...

- а) количество теплоты, передаваемое в единицу времени с единицы площади поверхности стенки к жидкости или газу при разности температур в один градус Цельсия или Кельвина.**
- б) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при градиенте температуры, равном единице.
- в) количества тепла, передаваемого в единицу времени через единицу площади поверхности стенки при разности температур между горячим и холодным теплоносителями в 1 оС или К.
- г) количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу поверхности.
- д) количество теплоты, передаваемое в единицу времени с одного погонного метра длины трубопровода.

1.79. О режиме течения жидкости (или газа) судят по значению:

- а) критерия Грасгофа Gr.
- б) критерия Прандтля Pr.
- в) критерия Рейнольдса Re.**
- г) средней скорости потока w .
- д) критерия Грасгофа Gr.

1.80. Назовите вид теплообмена, который возможен в условиях отсутствия вещества между телами (в вакууме):

- а) теплопередачей.
- б) конвекцией.
- в) теплоотдачей.
- г) теплопередачей.
- д) излучением.**

1.81. Укажите формулу для расчета удельного теплового потока q , Вт/м², сложной теплоотдачей:

- а) $q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_0 \cdot [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4]$.
- б) $q = (\lambda/\delta) \cdot (T_1 - T_2)$.
- в) $q = k(t_1 - t_2)$.
- г) $q = \alpha(tc - tж) + \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_0 \cdot [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4]$.**
- д) $q = \alpha(tc - tж)$.

1.82. Градиент температуры - это ...

- а) векторная величина, направленная по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равная производной от температуры по этому направлению.**
- б) векторная величина, направленная по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры, и численно равная производной от температуры по этому направлению.
- в) количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу площади поверхности стенки толщиной в 1 м при разности температур в один градус Цельсия или Кельвина.
- г) количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу поверхности.
- д) векторная величина, направленная по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры.

1.83 Критерий Нуссельта Nu ...

- а) характеризует физические свойства жидкости (или газа) и способность распространения теплоты в жидкости (или газе).
- б) характеризует интенсивность теплоотдачи на границе жидкость (или газ) — твердое тело.**
- в) характеризует подъемные силы, возникающие в жидкости (или газе) вследствие разности плотностей их частиц и вызывающие так называемую свободную конвекцию.
- г) представляет собой, отношение сил инерции к силам внутреннего трения и характеризует гидродинамический режим движения жидкости.
- д) характеризует подобие полей давления и является мерой отношения сил давления и инерционных сил.

1.84. Критерий Прандтля Pr ...

- а) характеризует интенсивность теплоотдачи на границе жидкость (или газ) — твердое тело.
- б) характеризует подъемные силы, возникающие в жидкости (или газе) вследствие разности плотностей их частиц и вызывающие так называемую свободную конвекцию.
- в) характеризует физические свойства жидкости (или газа) и способность распространения теплоты в жидкости (или газе).**
- г) характеризует подобие полей давления и является мерой отношения сил давления и инерционных сил.
- д) представляет собой, отношение сил инерции к силам внутреннего трения и характеризует гидродинамический режим движения жидкости.

1.85. Критерий Грасгофа Gr ...

- а) характеризует подобие полей давления и является мерой отношения сил давления и инерционных сил.
- б) представляет собой, отношение сил инерции к силам внутреннего трения и характеризует гидродинамический режим движения жидкости.
- в) характеризует подъемные силы, возникающие в жидкости (или газе) вследствие разности плотностей их частиц и вызывающие так называемую свободную конвекцию.**
- г) характеризует физические свойства жидкости (или газа) и способность распространения теплоты в жидкости (или газе).
- д) характеризует интенсивность теплоотдачи на границе жидкость (или газ) — твердое тело.

1.85. Критерий Рейнольдса Re ...

- а) характеризует подобие полей давления и является мерой отношения сил давления и инерционных сил.

- б) представляет собой, отношение сил инерции к силам внутреннего трения и характеризует гидродинамический режим движения жидкости.**
- в) характеризует подъемные силы, возникающие в жидкости (или газе) вследствие разности плотностей их частиц и вызывающие так называемую свободную конвекцию.
- г) характеризует физические свойства жидкости (или газа) и способность распространения теплоты в жидкости (или газе).
- д) характеризует интенсивность теплоотдачи на границе жидкость (или газ) — твердое тело.

1.86 Абсолютно черным называется тело, если ...

- а) вся падающая лучистая энергия полностью проходит сквозь тело.
- б) вся падающая лучистая энергия полностью поглощается телом.**
- в) вся падающая лучистая энергия полностью отражается телом.
- г) поглощательная способность тела не зависит от длины волны.
- д) вся падающая лучистая энергия частично поглощается телом, частично проходит сквозь него, частично отражается телом.

1.87. Абсолютно белым называется тело, если ...

- а) поглощательная способность тела не зависит от длины волны.
- б) вся падающая лучистая энергия частично поглощается телом, частично проходит сквозь него, частично отражается телом.
- в) вся падающая лучистая энергия полностью проходит сквозь тело.
- г) вся падающая лучистая энергия полностью поглощается телом.
- д) вся падающая лучистая энергия полностью отражается телом.**

1.88. Абсолютно прозрачным называется тело, если ...

- а) вся падающая лучистая энергия полностью отражается телом.**
- б) поглощательная способность тела не зависит от длины волны.
- в) вся падающая лучистая энергия частично поглощается телом, частично проходит сквозь него, частично отражается телом.
- г) вся падающая лучистая энергия полностью проходит сквозь тело.
- д) вся падающая лучистая энергия полностью поглощается телом.

1.89. Серым называется тело, если ...

- а) вся падающая лучистая энергия частично поглощается телом, частично проходит сквозь него, частично отражается телом.
- б) вся падающая лучистая энергия полностью отражается телом.
- в) вся падающая лучистая энергия полностью проходит сквозь тело.
- г) вся падающая лучистая энергия полностью поглощается телом.
- д) поглощательная способность тела не зависит от длины волны.**

1.90. Укажите уравнение теплопередачи:

- а) $Q = k(t_1 - t_2)F$.
- б) $Q = \alpha(t_c - t_{ж})F$.
- в) $Q = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_0 \cdot [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] \cdot F_1$.
- г) $Q = (\lambda/\delta) \cdot (t_1 - t_2)F$.
- д) $Q = (T_1 - T_2)F / [(1/2\lambda) \cdot \ln(d_2/d_1)]$.

1.91. Какие критерии теплового подобия входят в критериальное уравнение при вынужденной конвекции?

- а) $Nu = f(Re, Gr, Pr)$.
- б) $Nu = f(Eu, Pr)$.
- в) $Nu = f(Gr, Pr)$.
- г) $Nu = f(Re, Gr)$.
- д) **$Nu = f(Re, Pr)$** .

1.92. Какие критерии теплового подобия входят в критериальное уравнение при свободной конвекции?

- а) **$Nu = f(Gr, Pr)$** .
- б) $Nu = f(Re, Pr)$.
- в) $Nu = f(Re, Gr)$.
- г) $Nu = f(Re, Gr, Pr)$.
- д) $Nu = f(Eu, Pr)$.

1.93. Степенью черноты тела (ε) называется:

- а) **отношение плотностей потока излучения E серого тела и абсолютно черного тела E_0 .**
- б) отношение потока излучения, поглощенного телом Q_a , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_0 .
- в) отношение потока излучения, отраженного телом Q_r , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_0 .
- г) отношение потока излучения, прошедшего сквозь тело Q_d , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_0 .
- д) отношение плотности потока излучения E к площади излучающей поверхности тела F .

1.94. Укажите формулу закона Стефана-Больцмана:

- а) $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$.
- б) $E_0 = E/A = f(T)$.
- в) **$E_0 = C_0(T/100)^4$** .
- г) $E = \varepsilon \cdot E_0$.
- д) $I_\psi = I_n \cdot \cos(\psi)$

1.95. Что называется изотермической поверхностью?

- а) линия, объединяющая точки тела с различной температурой.
- б) поверхность, объединяющая точки тела с одинаковой температурой.**
- в) поверхность, объединяющая точки тела с различной температурой.
- г) поверхность, объединяющая точки тела с одинаковым давлением.
- д) поверхность раздела фаз между жидкостью (или газом) и твердым телом.

1.96. Теплоотдачей называется ...

- а) процесс переноса теплоты между потоком жидкости (или газа) и стенкой.
- б) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.
- в) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемых телом.
- г) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.
- д) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.**

1.97. Укажите формулу закона Кирхгофа:

- а) $I_{\psi} = I_n \cdot \cos(\psi)$.
- б) $E = \varepsilon \cdot C_0 (T/100)^4$.
- в) $\lambda_{\max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$.
- г) $E_0 = C_0 (T/100)^4$.
- д) $E_0 = E/A = f(T)$.**

1.98. Что называется коэффициентом температуропроводности?

- а) количество теплоты, отдаваемое в единицу времени единицей поверхности при разности температур между стенкой и жидкостью (или газом) в один градус Цельсия или Кельвина.
- б) величина, характеризующая способность тела проводить теплоту.
- в) величина, характеризующая скорость изменения температуры в нестационарных тепловых процессах.**
- г) количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу изотермической поверхности при температурном градиенте, равном единице.
- д) количество теплоты, передаваемое в единицу времени от одного теплоносителя к другому через единицу поверхности при разности температур между теплоносителями в один градус Цельсия или Кельвина.

1.99. Коэффициент теплопередачи - это ...

- а) количество теплоты, передаваемое в единицу времени с единицы площади поверхности стенки к жидкости или газу при разности температур в один градус Цельсия или Кельвина.

- б) количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при градиенте температуры, равном единице.
- в) количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу поверхности.
- г) количества тепла, передаваемого в единицу времени через единицу площади поверхности стенки при разности температур между горячим и холодным теплоносителями в 1 оС или К.
- д) количество теплоты, передаваемое в единицу времени с одного погонного метра длины трубопровода.

1.100. Что называется граничными условиями первого рода?

- а) заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.
- б) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени.
- в) распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени.**
- г) заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки.
- д) распределение температуры во всем объеме тела в начальный момент времени.

1.101. Что называется граничными условиями второго рода?

- а) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени.**
- б) распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени.
- в) заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.
- г) заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки.
- д) распределение температуры во всем объеме тела в начальный момент времени.

1.102. Что называется граничными условиями третьего рода?

- а) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени.
- б) распределение температуры во всем объеме тела в начальный момент времени.
- в) заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между**

поверхностью тела и окружающей средой.

- г) распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени.
- д) заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки.

1.103. Что называется граничными условиями четвёртого рода?

- а) заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.
- б) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени.
- в) распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени.
- г) распределение температуры во всем объеме тела в начальный момент времени.
- д) заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки.

2 Вопросы в открытой форме.

- 2.1. Смесь сухого воздуха и сухого насыщенного водяного пара называется (каким?) _____ влажным воздухом. **Ответ: «насыщенным».**
- 2.2. Смесь сухого воздуха и влажного насыщенного водяного пара называется _____. **Ответ: «туманом».**
- 2.3. Смесь сухого воздуха и перегретого водяного пара называется (каким?) _____ влажным воздухом. **Ответ: «ненасыщенным».**
- 2.4. Процесс парообразования во всем объеме жидкости называется _____. **Ответ: «кипением».**
- 2.5. Процесс парообразования с поверхности жидкости называется _____. **Ответ: «испарением».**
- 2.6. Устройство для передачи теплоты от источника с низкой температурой к источнику с высокой температурой называется _____. **Ответ: «тепловым насосом».**
- 2.7. Устройство для создания и поддержания температур ниже температуры окружающей среды называется _____. **Ответ: «холодильной установкой».**

- 2.8. Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую энергию (работу) называется _____. **Ответ: «тепловым двигателем».**
- 2.9. Количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха называется _____ влажного воздуха. **Ответ: «влажностью».**
- 2.10. Процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое называется _____. **Ответ: «конденсацией».**
- 2.11. Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени называется _____ холодильной установки. **Ответ: «холодопроизводительностью».**
- 2.12. Отношение теплоты, отведенной холодильной установкой от холодного источника, к затраченной работе, называется _____. **Ответ: «холодильным коэффициентом».**
- 2.13. Отношение теплоты, отданной в конденсаторе, к мощности компрессора называется _____ теплового насоса. **Ответ: «коэффициентом трансформации».**
- 2.14. Разность температур перегретого и сухого насыщенного водяного пара при постоянном давлении называется _____. **Ответ: «степенью перегрева пара».**
- 2.15. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном давлении, называется _____. **Ответ: «изобарным».**
- 2.16. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном объеме, называется _____. **Ответ: «изохорным».**
- 2.17. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной температуре, называется _____. **Ответ: «изотермическим».**
- 2.18. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной энтальпии, называется _____. **Ответ: «адиабатным».**
- 2.19. Термодинамический газовый процесс, в котором все параметры газа изменяются, называется _____. **Ответ: «политропным».**
- 2.20. Термодинамический цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатных процессов, называется циклом _____. **Ответ: «Карно».**
- 2.21. Процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении

частиц с различной температурой называется _____. **Ответ:** «теплопроводностью».

2.22. Процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой называется _____. **Ответ:** «конвективный теплообмен».

2.23. Процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемым телом, называется _____. **Ответ:** «тепловое излучение».

2.24. Процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом, называется _____. **Ответ:** «теплоотдачей».

2.25. Процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку, называется _____. **Ответ:** «теплопередачей».

2.26. Движение жидкости (или газа) вследствие разности плотностей нагретых и холодных частей жидкости (или газа), обусловленное разностью температур, под действием сил гравитации, называется _____. **Ответ:** «свободной или естественной конвекцией».

2.27. Движение жидкости (или газа), обусловленное действием внешних побудителей потока, например, насоса, вентилятора или компрессора и пр., называется _____. **Ответ:** «вынужденной конвекцией».

2.28. Количество теплоты, передаваемое в единицу времени через изотермическую поверхность, называется _____. **Ответ:** «тепловым потоком».

2.29. Количество теплоты, передаваемое в единицу времени с единицы площади поверхности стенки к жидкости или газу при разности температур в один градус Цельсия или Кельвина называется _____. **Ответ:** «коэффициентом теплоотдачи».

2.30. Количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности, называется _____. **Ответ:** «поверхностной плотностью теплового потока».

2.31. Количество теплоты, передаваемое в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности при градиенте температуры, равном единице, называется _____. **Ответ:** «коэффициентом теплопроводности».

2.32. Количества тепла, передаваемого в единицу времени через единицу площади поверхности стенки при разности температур между горячим и холодным

теплоносителями в $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ или K , называется _____. **Ответ: «коэффициентом теплопередачи».**

2.33. Вид теплообмена, который возможен в условиях отсутствия вещества между телами (в вакууме), называется _____. **Ответ: «тепловое излучение».**

2.34. Процесс переноса теплоты от поверхности твердого тела к газообразной среде, осуществляемый совместно конвекцией и излучением, называется _____. **Ответ: «сложной теплоотдачей».**

2.35. Критерий теплового подобия тепловых процессов, характеризующий влияние физических свойств жидкости (или газа) и способность распространения теплоты в жидкости (или газе), называется критерием или числом _____. **Ответ: «Прандтля».**

2.36. Критерий теплового подобия тепловых процессов, характеризующий интенсивность теплоотдачи на границе жидкость (или газ) — твердое тело, называется критерием или числом _____. **Ответ: «Нуссельта».**

2.37. Критерий теплового подобия тепловых процессов, характеризующий подъемные силы, возникающие в жидкости (или газе) вследствие разности плотностей их частиц и вызывающие свободную конвекцию, называется критерием или числом _____. **Ответ: «Грасгофа».**

2.38. Критерий теплового подобия тепловых процессов, представляющий собой, отношение сил инерции к силам внутреннего трения и характеризующий гидродинамический режим движения жидкости, называется критерием или числом _____. **Ответ: «Рейнольдса».**

2.39. Тело называется _____, если вся падающая лучистая энергия полностью поглощается телом. **Ответ: «абсолютно черным».**

2.40. Тело называется _____, если вся падающая лучистая энергия полностью отражается телом. **Ответ: «абсолютно белым».**

2.41. Тело называется _____, если вся падающая лучистая энергия полностью проходит сквозь тело. **Ответ: «абсолютно прозрачным».**

2.42. Тело называется _____, если поглощательная способность тела не зависит от длины волны. **Ответ: «серым».**

2.43. Отношение плотностей потока излучения E серого тела к плотности потока абсолютно черного тела E_0 , называется _____. **Ответ: «степенью черноты».**

2.44. Отношение потока излучения, поглощенного телом Q_A , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_O , называется (какой?) _____ способностью тела. **Ответ: «поглощательной».**

2.45. Отношение потока излучения, отраженного телом Q_R , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_O , называется (какой?) _____ способностью тела. **Ответ: «отражательной».**

2.46. Отношение потока излучения, прошедшего сквозь тело Q_D , ко всему потоку излучения, падающему на тело Q_O , называется (какой?) _____ способностью тела. **Ответ: «пропускной».**

2.47. Поверхность, объединяющая точки тела с одинаковой температурой, называется (какой?) _____ поверхностью. **Ответ: «изотермической».**

2.48. Величина, характеризующая скорость изменения температуры в нестационарных тепловых процессах, называется коэффициентом (чего?) _____. **Ответ: «температуропроводности».**

2.49. Векторная величина, направленная по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равная производной от температуры по этому направлению называется _____. **Ответ: «градиентом температуры».**

2.50. Строительные материалы с коэффициентом теплопроводности λ менее 0,25 Вт/(м*К) называются _____. **Ответ: «теплоизоляционными».**

3. Вопросы на установление последовательности.

3.1. Выберите правильную последовательность процессов в цикле парокомпрессионной холодильной установки:

- 1) конденсация;
- 2) сжатие в компрессоре;
- 3) дросселирование в редукционном вентиле;
- 4) кипение в испарителе.

Ответ: 2, 1, 3, 4, 2

3.2. Выберите правильную последовательность процессов в воздушной холодильной установке:

- 1) сжатие в компрессоре;
- 2) расширение в детандере;
- 3) охлаждение воздуха в теплообменнике.
- 4) нагрев воздуха холодильной камере.

Ответ: 1, 3, 2, 4, 1

3.3. Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, включает в себя основное оборудование, работающее в следующей последовательности:

- 1) конденсатор
- 2) парогенератор
- 3) насос
- 4) пароперегреватель
- 5) паровая турбина

Ответ: 2, 4, 5, 1, 3, 2

3.4. Выберите правильную последовательность процессов с хладагентом в цикле парокомпрессионной холодильной установки:

- 1) конденсация паров хладагента;
- 2) сжатие хладагента в компрессоре;
- 3) дросселирование в редукционном вентиле;
- 4) кипение жидкого хладагента в испарителе.

Ответ: 2, 1, 3, 4, 2

3.5. Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, включает в себя основное оборудование, работающее в следующей последовательности:

- 1) парогенератор;
- 2) конденсатор;
- 3) насос;
- 4) паровая турбина;
- 5) пароперегреватель.

Ответ: 1, 5, 4, 2, 3, 1

3.6. В какой последовательности и из каких термодинамических процессов состоит цикл работы парокомпрессионной холодильной установки?

- 1) изобарный процесс.
- 2) изохорный процесс.
- 3) изотермический процесс.
- 4) изоэнтальпийный процесс.
- 5) адиабатный процесс.

Ответ: 5, 1, 3, 4, 3, 5

3.7. В какой последовательности происходит обратный цикл Карно:

- 1) изотермическое сжатие рабочего тела.
- 2) изотермическое расширение рабочего тела.
- 3) адиабатное расширение рабочего тела.
- 4) адиабатное сжатие рабочего тела.

Ответ: 3, 2, 4, 1, 3

3.8. В какой последовательности происходит прямой цикл Карно:

- 1) изотермическое сжатие рабочего тела.
- 2) изотермическое расширение рабочего тела.
- 3) адиабатное расширение рабочего тела.
- 4) адиабатное сжатие рабочего тела.

Ответ: 2, 3, 1, 4, 2

3.9. Выберите правильную последовательность процессов теплопередачи между двумя теплоносителями через твердую стенку:

- 1) теплообмен теплопроводностью в твердой стенке;
- 2) конвективная теплоотдача от твердой стенки к нагреваемому теплоносителю;
- 3) конвективная теплоотдача от твердой стенки к нагревающему теплоносителю;
- 4) конвективная теплоотдача от нагревающего теплоносителя к твердой стенке;
- 5) конвективная теплоотдача от нагреваемого теплоносителя к твердой стенке.

Ответ: 4, 1, 2

3.10. Выберите правильную последовательность процессов теплообмена излучением:

- 1) превращение внутренней энергии излучающего тела в лучистую энергию в виде электромагнитных волн;
- 2) превращение лучистой энергии в виде электромагнитных волн во внутреннюю энергию тела, поглощающего тепловое излучение;
- 3) распространение в газообразной среде теплового излучения посредством электромагнитных волн;
- г) превращение лучистой энергии в виде электромагнитных волн во внутреннюю энергию тела, излучающего тепловое излучение;
- д) теплообмен теплопроводностью в газообразной среде.

Ответ: 1, 3, 2

3.11. Паросиловая установка, работающая по циклу Ренкина, включает в себя основное оборудование, работающее в следующей последовательности:

- 1) конденсатор
- 2) парогенератор
- 3) насос
- 4) пароперегреватель
- 5) паровая турбина

Ответ: 2, 4, 5, 1, 3, 2

3.12. Выберите правильную последовательность процессов с хладагентом в цикле парокомпрессионной холодильной установки:

- 1) конденсация паров хладагента;
- 2) сжатие хладагента в компрессоре;
- 3) дросселирование в редукционном вентиле;
- 4) кипение жидкого хладагента в испарителе.

Ответ: 2, 1, 3, 4, 2

3.13. Укажите последовательность холодильного цикла с теплообменником-переохладителем:

- 1) Компрессор
- 2) Испаритель
- 3) Теплообменник-переохладитель
- 4) Дроссельное устройство
- 5) Ресивер
- 6) Конденсатор

Ответ: 1,6,3,4,5,2

4. Вопросы на установление соответствия.

4.1. Укажите соответствующие размерности для физических величин:

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| а) давление | 1) $\text{м}^3/\text{кг}$ |
| б) температура | 2) К |
| в) удельный объем | 3) м^3 |
| г) плотность | 4) Па |
| д) объем | 5) $\text{кг}/\text{м}^3$ |

Ответ: а) - 4

б) - 2

в) - 1

г) - 5

д) - 3

4.2. Укажите соответствие: какими приборами измеряется давление:

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| а) избыточное | 1) барометром |
| б) вакуумметрическое | 2) манометром |
| в) атмосферное | 3) вакууметром |
| г) перепад давлений | 4) вычисляется по формулам |
| д) абсолютное | 5) дифманометром |

Ответ: а) - 2

б) - 3

в) - 1

г) - 5

д) - 4

4.3. Укажите соответствующие величины для физических констант из теории технической термодинамики:

- | | |
|--|---------|
| а) универсальная газовая постоянная R_u , Дж/(кмоль·К) | 1) 287 |
| б) газовая постоянная воздуха R , Дж/(кг·К) | 2) 1005 |
| в) молекулярная масса воздуха μ | 3) 8314 |

- г) изобарная массовая теплоемкость воздуха C_p , Дж/(кг·К) 4) 28,96
 д) нормальные физические условия p , мм рт.ст. и T , К 5) 760 и 273

Ответ: а) – 3

б) – 1

в) – 4

г) – 2

д) – 5

4.4. Укажите соответствующие размерности для физических величин:

- а) удельная работа ℓ 1) Дж/(кг К)
 б) изменение внутренней энергии ΔU 2) Дж/К
 в) энтропия S 3) Дж/(кмоль·К)
 г) удельная массовая теплоемкость 4) Дж/кг
 д) удельная мольная теплоемкость 5) Дж

Ответ: а) - 4

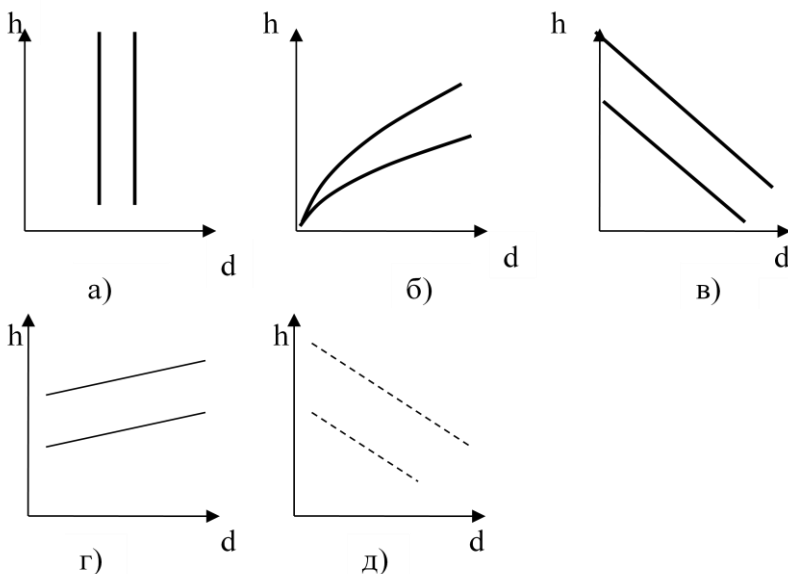
б) – 5

в) – 2

г) – 1

д) – 3

4.5. Укажите соответствующее название линий на h - d диаграмме состояния влажного воздуха:



- 1) изотермы сухого термометра $t_c = \text{const}$:
 2) изотермы мокрого термометра $t_m = \text{const}$:
 3) линии постоянного влагосодержания $d = \text{const}$
 4) линии постоянной относительной влажности $\varphi = \text{const}$
 5) линии постоянной энтальпии $h = \text{const}$

Ответ: а) - 3

- б) – 4
- в) – 5
- г) – 1
- д) – 2

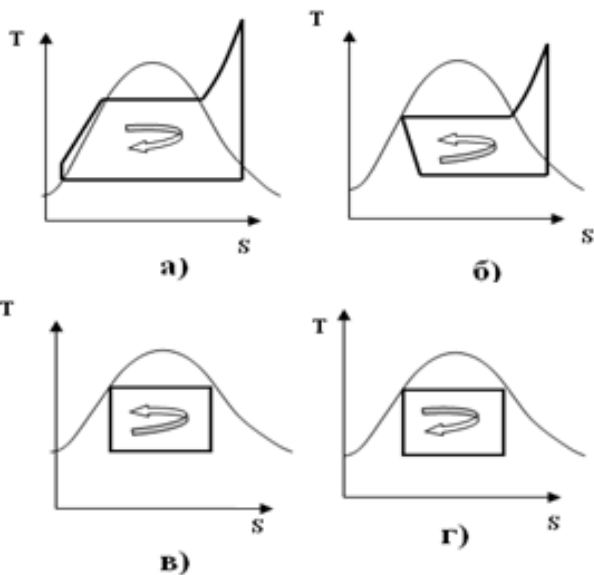
4.6. Какой термодинамический процесс называется:

- | | |
|-------------------|--------------------------------|
| а) политропным | 1) при постоянном давлении |
| б) адиабатным | 2) при постоянном объеме |
| в) изобарным | 3) при постоянной температуре |
| г) изохорным | 4) при постоянной энтропии |
| д) изотермическим | 5) при постоянной теплоемкости |

Ответ: а) - 5

- б) – 4
- в) – 1
- г) – 2
- д) – 3

4.7. Укажите название соответствующий цикл парокompрессионной холодильной машины:



- 1) Цикл Карно
- 2) Обратный цикл Карно
- 3) Цикл парокompрессионной холодильной установки
- 4) Цикл Ренкина паротурбинной установки

Ответ: а) - 4

- б) – 3
- в) – 2
- г) – 1

4.8. Как обозначаются параметры, относящиеся к:

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| а) сухому насыщенному пару | 1) v_x, h_x, s_x |
| б) влажному насыщенному пару | 2) v, h, s |

- в) перегретому пару
 г) воде в состоянии насыщения (кипения)

- 3) v', h', s'
 4) v'', h'', s''

Ответ: а) - 4

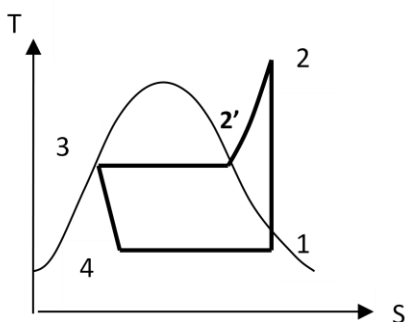
б) - 1

в) - 2

г) - 3

4.9. Укажите соответствие процессов в цикле холодильной парокомпрессионной установки:

- | | |
|-----------------|--|
| а) Процесс 4-1 | 1) адиабатное сжатие хладагента в компрессоре. |
| б) Процесс 1-2 | 2) изотермическое испарение хладагента в испарителе. |
| в) Процесс 2-2' | 3) изотермическая конденсация хладагента в конденсаторе. |
| г) Процесс 2'-3 | 4) изобарное охлаждение хладагента в конденсаторе . |
| д) Процесс 3-4 | 5) изоэнтальпийное дросселирование хладагента. |



Ответ: а) - 2

б) - 1

в) - 4

г) - 3

д) - 5

4.10. Укажите правильное название, соответствующее тепловым процессам:

- | | |
|--|-------------------|
| а) переход вещества из газообразного состояния в жидкое | 1) сублимация. |
| б) переход вещества из жидкого состояния в газообразное | 2) испарение. |
| в) переход вещества из твердого состояния в газообразное | 3) кипение. |
| г) переход вещества из газообразного состояния в твердое | 4) десублимацией. |
| д) парообразование со свободной поверхности жидкости | 5) конденсация. |

Ответ: а) - 5

б) - 3

в) - 1

г) - 4

д) - 2

4.11. Укажите соответствующие размерности для физических величин из теории тепломассообмена:

- | | |
|---|----------------------|
| а) количество теплоты | 1) Вт |
| б) тепловой поток | 2) Вт/м ² |
| в) поверхностная плотность теплового потока | 3) Дж |
| г) линейная плотность теплового потока | 4) Вт/м ³ |
| д) удельная тепловая мощность внутренних источников теплоты | 5) Вт/м |

Ответ: а) - 3

б) - 1

- в) – 2
- г) – 5
- д) – 4

4.12. Укажите соответствующие размерности для физических величин из теории теплообмена:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| а) коэффициент теплопроводности | 1) Вт/(м ² ·°С) |
| б) коэффициент теплоотдачи | 2) Вт/(м·°С) |
| в) коэффициент теплопередачи | 3) Вт/(м ² ·°С) |
| г) коэффициент температуропроводности | 4) °С/м |
| д) температурный градиент | 5) м ² /с |

Ответ: а) - 2

- б) – 1
- в) – 1 или 3
- г) – 5
- д) – 4

4.13. Укажите соответствующие величины для физических констант из теории теплообмена:

- | | |
|---|--|
| а) коэффициент излучения абсолютно черного тела | 1) 1 |
| б) степень черноты абсолютно черного тела | 2) 5,67 Вт/(м ² ·К ⁴) |
| в) удельная массовая теплоемкость воды | 3) 1,005 кДж/(кг·°С) |
| г) удельная массовая теплоемкость воздуха | 4) 4,19 кДж/(кг·°С) |
| д) степень черноты абсолютно белого тела | 5) 0 |

Ответ: а) - 2

- б) – 1
- в) – 4
- г) – 3
- д) – 5

4.14. Соотнесите основные понятия теплопередачи с соответствующими им определениями:

- | | |
|-------------------------|---|
| а) теплопроводность | 1) количество теплоты, проходящее в единицу времени через изотермическую поверхность |
| б) температурное поле | 2) процесс распространения теплоты между соприкасающимися телами или частями одного тела с различной температурой |
| в) градиент температуры | 3) векторная величина, направленная по нормали к изотермической поверхности в сторону увеличения |

г) тепловой поток

температуры и численно равная производной от температуры по этому направлению

д) коэффициент теплопроводности

4) количество теплоты, проходящее за единицу времени через изотермическую поверхность площадью 1 квадратный метр при температурном градиенте, равном единице.

5) совокупность значений температуры во всех точках тела в данный момент времени

Ответ: а) - 2
б) - 5
в) - 3
г) - 1
д) - 4

4.15. Соотнесите критерии подобия с соответствующими им определениями

а) число Рейнольдса

1) устанавливает соотношение между толщиной динамического и теплового пограничных слоёв

б) число Прандтля

2) характеризует режим течения жидкости или газа и выражает отношение сил инерции (скоростного напора) к силам вязкостного трения

в) число Нуссельта

3) характеризует отношение перепада давления к скоростному напору

г) число Грасгофа

4) характеризует интенсивность свободного конвективного теплообмена

д) число Эйлера

5) характеризует интенсивность конвективного теплообмена между жидкостью (газом) и поверхностью твёрдого тела

Ответ: а) - 2
б) - 1
в) - 5
г) - 4
д) - 3

4.16. Соотнесите название законов, описывающих теплообмен излучением с соответствующими им определениями

а) закон Планка

1) плотность интенсивности излучения абсолютного черного тела

б) закон Вина

в) закон Стефана-Больцмана

г) закон Кирхгофа

д) закон Ламберта

Ответ: а) - 3
б) - 5
в) - 1
г) - 4
д) - 2

пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры

2) максимальное излучение имеет место в направлении нормали к поверхности; количество энергии, излучаемой под углом ϕ к нормали

3) интенсивность излучения абсолютно черного тела и любого реального тела зависит от температуры и длины волны

4) отношение энергии излучения к коэффициенту поглощения не зависит от природы тела и равно энергии излучения абсолютно черного тела при той же температуре

5) кривая излучения черного тела для разных температур достигает максимума при разных длинах волн, которые обратно пропорциональны температуре.

4.17. Какими приборами измеряется давление?

а) барометром

б) манометром

в) вакуумметром

г) косвенными измерениями по формулам

д) дифманометром

1) атмосферное

2) вакуумметрическое

3) перепад давлений

4) абсолютное

5) избыточное

Ответ: а) – 1
б) - 5
в) – 2
г) – 4
д) – 3

4.18. Укажите область значений критерия Рейнольдса Re для соответствующего режима течения теплоносителя в трубах круглого сечения:

а) ламинарный

б) переходный

в) турбулентный

1) $Re < 10000$

2) $Re > 10000$

3) $Re > 2300$

4) $Re < 2300$

5) $2300 < Re < 10000$.

Ответ: а) – 4

б) - 5

в) – 2

4.19. Что принимают за определяющий линейный размер ℓ_0 в числах подобия (например, $Re = w \cdot \ell_0 / \nu$, $Nu = \alpha \cdot \ell_0 / \lambda$, $Gr = g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot \ell_0^3 / \nu^2$) при различных случаях течения теплоносителя около твердой поверхности:

- | | |
|--|----------------------------------|
| а) внутри горизонтальной трубы | 1) длину трубы |
| б) снаружи горизонтальной трубы вдоль | 2) внутренний диаметр трубы |
| в) при поперечном омывании трубы снаружи | 3) высота трубы |
| г) внутри канала произвольного сечения | 4) эквивалентный диаметр канала. |
| д) снаружи вертикальной трубы вверх | 5) наружный диаметр трубы |

Ответ: а) – 2

б) - 1

в) – 5

г) – 4

д) – 3

4.20. Каким называется тело с точки зрения теории теплового излучения, если оно...

- | | |
|---|-------------------------|
| а) всю падающую лучистую энергию полностью пропускает сквозь себя | 1) абсолютно белым |
| б) всю падающую лучистую энергию полностью поглощает | 2) серым |
| в) всю падающую лучистую энергию полностью отражает | 3) абсолютно прозрачным |
| г) поглощательная способность тела не зависит от длины волны. | 4) абсолютно черным |
| д) всю падающую лучистую энергию частично поглощает, частично проходит сквозь него, частично отражает | 5) обобщенный случай |

Ответ: а) – 3

б) - 4

в) – 1

г) – 2

д) – 5

4.21. Соотнесите основные понятия теплопередачи с соответствующими им определениями:

- | | |
|----------------------------|--|
| а) конвективный теплообмен | 1) процесс переноса от поверхности твердого тела к газообразной среде, осуществляемый совместно конвекцией и излучением. |
| б) свободная конвекция | 2) процесс переноса теплоты путем |

в) сложная теплоотдача

г) вынужденная конвекция

д) теплопередача

Ответ: а) – 2

б) - 4

в) – 1

г) – 3

д) – 5

перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

3) движение жидкости (или газа) под действием внешних побудителей потока, например, насоса, вентилятора или компрессора и пр.

4) движение жидкости (или газа) вследствие разности плотностей нагретых и холодных частей жидкости (или газа), обусловленное разностью температур, под действием сил гравитации.

5) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.

4.22. Укажите соответствие формул основных законов теплообмена с их названиями:

а) закон Фурье

б) уравнение Ньютона-Рихмана

в) закон Стефана-Больцмана

г) закон Кирхгофа

д) закон Вина

1) $E_o = C_o(T/100)^4$.

2) $E_o = E/A = f(T)$.

3) $Q = -\lambda(dT/dn)F$

4) $\lambda_{max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$.

5) $Q = \alpha(t_c - t_{ж})F$.

Ответ: а) – 3

б) - 5

в) – 1

г) – 2

д) – 4

4.23. Укажите соответствие наименований граничных условий теплообмена теплоотдачей конвекцией их физической сущности:

а) граничные условия первого рода

б) граничные условия второго рода

1) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени.

2) заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.

в) граничные условия третьего рода

3) заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки.

г) граничные условия четвертого рода

4) распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени.

Ответ: а) – 4

б) - 1

в) – 2

г) – 3

4.24. Укажите соответствие формул критериев теплового подобия с их названиями:

а) критерий Рейнольдса

1) $Pr = \nu/a$

б) критерий Грасгофа

2) $Gr = g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot \ell^3 / \nu^2$

в) критерий Прандтля

3) $Eu = p / (\rho \cdot w^2)$

г) критерий Нуссельта

4) $Re = w \cdot \ell / \nu$

д) критерий Эйлера

5) $Nu = \alpha \cdot \ell / \lambda$

Ответ: а) – 4

б) - 2

в) – 1

г) – 5

д) – 3

4.25. Укажите соответствие формул для расчета степени черноты различным случаям лучистого теплообмена между телами:

а) если одно тело площадью F_1 находится внутри другого площадью F_2 и их площади во много раз отличаются $F_1 \ll F_2$;

1) $\epsilon_{np} = 1/[1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 + 2\sum(1/\epsilon_{ji}) - (n+1)]$

б) если между телами расположен экран со степенью черноты, отличающейся от степени черноты этих тел;

2) $\epsilon_{np} = \epsilon_1$

в) если две параллельные пластины с равной площадью поверхности ($F_1 = F_2$), расположены на близком расстоянии друг от друга.

3) $\epsilon_{np} = 1/[(1/\epsilon_1) + (F_1/F_2) \cdot (1/\epsilon_2 - 1)]$

г) если между телами, разными по площади поверхности ($F_1 < F_2$), происходит теплообмен излучением;

4) $\epsilon_{np} = 1/[1/\epsilon_1 + 1/\epsilon_2 - 1]$

Ответ: а) – 2

б) - 1

в) – 4

г) – 3

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом):

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по 100-балльной шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.

2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ (производственные (или ситуационные) задачи и (или) кейс-задачи)

Компетентностно-ориентированная задача № 1.

Определите количества тепла q , затраченного в процессе нагрева воздуха при постоянном влагосодержании от температуры $t_1=30$ °С до температуры $t_2=67$ °С, если энтальпия влажного воздуха изменилась от $H_1= 100$ кДж/кг с.в. До $H_2=140$ кДж/кг с.в. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $q = 40$ кДж/кг с.в.
- б) $q = 1,08$ кДж/кг с.в.
- в) $q = 120$ кДж/кг с.в.
- г) $q = 240$ кДж/кг с.в.
- д) $q = 20$ кДж/кг с.в.

Компетентностно-ориентированная задача №2.

Азот находится в ресивере объемом $V = 300$ литров при избыточном давлении $P_{изб} = 1,97$ бар и температуре $t = 27$ °С. Определите массу азота в ресивере, если барометрическое давление $B = 1$ бар. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $m=1$ кг
- б) $m=0,5$ кг
- в) $m=1,5$ кг
- г) $m=2$ кг
- д) $m=2,5$ кг

Компетентностно-ориентированная задача №3.

В изохорном процессе воздух нагревается на 100 °С. Определите конечное давление - P_2 , если начальные параметры: давление $P_1 = 3$ бара, температура $t_1=27$ °С. Выберите правильный вариант ответа. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $P_2 = 4$ бара.
- б) $P_2 = 2$ бара.
- в) $P_2 = 3$ бара.
- г) $P_2 = 5$ бар.
- д) $P_2 = 6$ бар.

Компетентностно-ориентированная задача №4.

В изобарном процессе 2 кг воздуха увеличились в объеме в 2 раза. Определите подведенную теплоту, если начальная температура воздуха $t_1 = 27$ °С, а изобарная теплоемкость $C_p = 1$ кДж/(кг·К). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $Q = 600$ кДж.
- б) $Q = 300$ кДж.
- в) $Q = 400$ кДж.
- г) $Q = 500$ кДж.
- д) $Q = 700$ кДж.

Компетентностно-ориентированная задача №5.

Определите холодильный коэффициент ε воздушной идеальной холодильной машины, если ее холодопроизводительность составляет 100 кВт, а тепловая мощность воздухоохладителя – 150 кВт.

Ответ:

- а) $\varepsilon = 2,0$
- б) $\varepsilon = 1,5$
- в) $\varepsilon = 2,5$
- г) $\varepsilon = 1,0$
- д) $\varepsilon = 0,7$

Компетентностно-ориентированная задача №6.

Определите холодильный коэффициент ε парокомпрессионной холодильной установки, если она имеет удельную холодопроизводительность $q_0 = 120$ кДж/кг, расход фреона $G = 0,5$ кг/с, мощность привода компрессора $N = 30$ кВт.

Ответ:

- а) $\varepsilon = 2,0$
- б) $\varepsilon = 1,6$
- в) $\varepsilon = 1,8$
- г) $\varepsilon = 2,2$
- д) $\varepsilon = 4,0$

Компетентностно-ориентированная задача №7.

Определите работу цикла Карно, если теплота в количестве $Q_1 = 1$ кДж подводится к рабочему телу при температуре $t_1 = 327$ °С, а отвод теплоты осуществляется при температуре $t_2 = 27$ °С. Выберите правильный вариант ответа. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $L = 0,5$ кДж
- б) $L = 1$ кДж
- в) $L = 1,5$ кДж
- г) $L = 2$ кДж
- д) $L = 2,5$ кДж

Компетентностно-ориентированная задача №8.

Температура воздуха на входе в компрессор воздушной холодильной машины $t_2 = 27$ °С, на выходе из компрессора $t_1 = 127$ °С. Чему равен ее холодильный коэффициент обратного цикла Карно?

Ответ:

- а) $\varepsilon = 3$
- б) $\varepsilon = 2$

- в) $\varepsilon = 2,5$
- г) $\varepsilon = 3,5$
- д) $\varepsilon = 4$

Компетентностно-ориентированная задача №9.

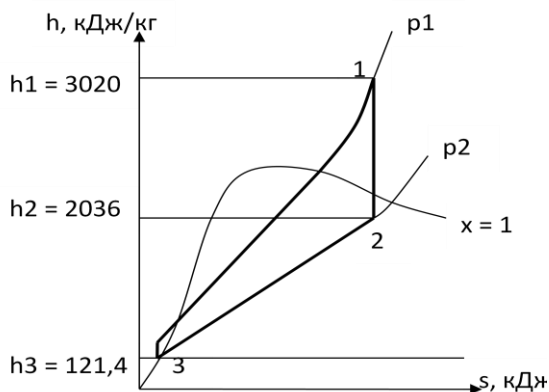
В изобарном процессе расширения воздух нагревается на 100°C . Определите работу расширения 1 кг воздуха, если его удельная газовая постоянная $R = 287 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $\ell = 28,7 \text{ кДж}$
- б) $\ell = 2,87 \text{ кДж}$
- в) $\ell = 287 \text{ кДж}$
- г) $\ell = 0,287 \text{ кДж}$
- д) $\ell = 2870 \text{ кДж}$

Компетентностно-ориентированная задача №10.

Определить работу цикла Ренкина и термический КПД цикла, если пар поступает в турбину с давлением 2 МПа и температурой 300°C . Давление в конденсаторе 0,004 МПа. Задача решается с помощью h - s диаграммы водяного пара (см. методические указания). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.



Ответ:

- а) $\ell = 984 \text{ кДж/кг}$, $\eta_t = 0,34$
- б) $\ell = 984 \text{ кДж/кг}$, $\eta_t = 0,66$
- в) $\ell = 1915 \text{ кДж/кг}$, $\eta_t = 0,34$
- г) $\ell = 1915 \text{ кДж/кг}$, $\eta_t = 0,66$
- д) $\ell = 2899 \text{ кДж/кг}$, $\eta_t = 1,0$

Компетентностно-ориентированная задача №11.

Определите расход пара через турбину, если ее эффективная мощность на валу составляет $N_{\text{э}} = 400 \text{ МВт}$, относительный внутренний КПД паровой турбины равен 0,8, удельная теоретическая работа пара в турбине $\ell_t = 1000 \text{ кДж/кг}$. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $D = 500 \text{ кг/с}$
- б) $D = 400 \text{ кг/с}$
- в) $D = 600 \text{ кг/с}$
- г) $D = 700 \text{ кг/с}$

д) $D = 800 \text{ кг/с}$

Компетентностно-ориентированная задача №12.

Определить степень сухости пара x , если объем пара при давлении $p = 1,4$ МПа равен $v=0,08 \text{ м}^3/\text{кг}$, а объемы насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара равны $v' = 0,00115 \text{ м}^3/\text{кг}$, $v'' = 0,1407 \text{ м}^3/\text{кг}$. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $x = 0,57$
- б) $x=1$
- в) $x=0$
- г) $x=0,5$
- д) $x=0,76$

Компетентностно-ориентированная задача №13.

Определите параметры влажного воздуха - t_c , d_c - после смешения двух потоков в отношении 1:2, если параметры первого потока: температура $t_1= 70$ °С, $d_1 = 20$ г/кг с.в.; параметры второго потока: температура $t_2= 80$ °С, влагосодержание $d_2= 40$ г/кг с.в. Задача решается с помощью Н-d диаграммы влажного воздуха. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $t_c= 77$ °С, $d_c = 33$ г/кг с.в.
- б) $t_c= 75$ °С, $d_c = 30$ г/кг с.в.
- в) $t_c= 150$ °С, $d_c = 60$ г/кг с.в.
- г) $t_c= 80$ °С, $d_c = 40$ г/кг с.в.
- д) $t_c= 70$ °С, $d_c = 20$ г/кг с.в.

Компетентностно-ориентированная задача №14.

Определите количество влаги m , испаренной в воздух в камере орошения в процессе при постоянной энтальпии $H=\text{const}=120$ кДж/кг с.в., если влагосодержание воздуха изменилось от $d_1 = 20$ г/кг с.в. до $d_2= 30$ г/кг с.в. Задача решается с помощью Н-d диаграммы влажного воздуха. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $m = 10$ г/кг с.в.
- б) $m = 15$ г/кг с.в.
- в) $m = 25$ г/кг с.в.
- г) $m = 50$ г/кг с.в.
- д) $m = 5$ г/кг с.в.

Компетентностно-ориентированная задача №15.

Определите энтальпию влажного пара при степени сухости $x = 0,5$, если энтальпия насыщенной жидкости $h' = 350$ кДж/кг, а теплота парообразования $r=2300$ кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $h = 1500$ кДж/кг
- б) $h = 1600$ кДж/кг
- в) $h = 1400$ кДж/кг
- г) $h = 1300$ кДж/кг
- д) $h = 2475$ кДж/кг

Компетентностно-ориентированная задача №16.

Определите термический КПД цикла Ренкина без учета насоса, если энтальпии пара: перед турбиной $h_1 = 3400$ кДж/кг, после турбины $h_2 = 1800$ кДж/кг, а энтальпия конденсата $h_2' = 200$ кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) **КПД = 0,5**
- б) КПД = 0,4
- в) КПД = 0,45
- г) КПД = 0,55
- д) КПД = 0,6

Компетентностно-ориентированная задача №17.

Найти абсолютное давление в газоходе котельного агрегата при помощи тягомера с наклонной трубкой, изображенной на рис. 3. Жидкость, используемая в тягомере, – спирт с плотностью $\rho=800$ кг/м³. Отсчет ведут по наклонной шкале $l=200$ мм. Угол наклона трубки $\alpha=30^\circ$. Барометрическое давление $B_0=99325$ Па приведено к 0°C.

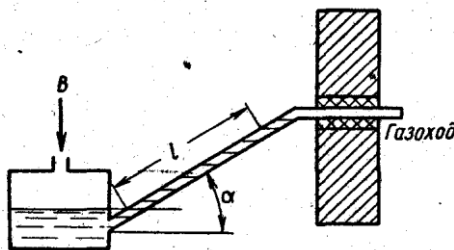


Рис. 3

Ответ:

- а) **$P_{абс} = 100895$ Па.**
- б) $P_{абс} = 100000$ Па.
- в) $P_{абс} = 99325$ Па.
- г) $P_{абс} = 1570$ Па.

д) $P_{абс} = 97755$ Па.

Компетентностно-ориентированная задача №18.

Какой объем занимают 10 кмоль азота при нормальных условиях?

Ответ:

- а) $V = 224$ м³.
- б) $V = 22,4$ м³.
- в) $V = 2240$ м³.
- г) $V = 2,24$ м³.
- д) $V = 2$ м³.

Компетентностно-ориентированная задача №19.

В цилиндре диаметром 0,6 м содержится 0,41 м³ воздуха при $p = 0,25$ МПа и $t_1 = 35$ °С. До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на 0,4 м?

Ответ:

- а) $t = 120$ °С.
- б) $t = 100$ °С.
- в) $t = 35$ °С.
- г) $t = 50$ °С.
- д) $t = 75$ °С.

Компетентностно-ориентированная задача №20.

Дутьевой вентилятор подает в топку парового котла 102000 м³/ч воздуха при температуре 300 °С и давлении 20,7 кПа. Барометрическое давление воздуха в помещении $B = 100,7$ кПа. Определить часовую производительность вентилятора в м³ при нормальных условиях.

Ответ:

- а) $V_{н.у.} = 58225$ м³/ч.
- б) $V_{н.у.} = 5822$ м³/ч.
- в) $V_{н.у.} = 582$ м³/ч.
- г) $V_{н.у.} = 58$ м³/ч.
- д) $V_{н.у.} = 582255$ м³/ч.

Компетентностно-ориентированная задача №21.

По трубопроводу протекает 10 м³/с кислорода при температуре 127 °С и давлении 0,4 МПа. Определить массовый расход газа в секунду.

Ответ:

- а) $G = 38,5$ кг/с.
- б) $G = 55,8$ кг/с.

- в) $G = 10$ кг/с.
- г) $G = 75,5$ кг/с.
- д) $G = 25,5$ кг/с.

Компетентностно-ориентированная задача №22.

Какой объем займет 1 кмоль газа при давлении 2 МПа и температуре 200°С?

Ответ:

- а) $V = 1,97$ м³/ч.
- б) $V = 19,7$ м³/ч.
- в) $V = 197$ м³/ч.
- г) $V = 17,9$ м³/ч.
- д) $V = 1,79$ м³/ч.

Компетентностно-ориентированная задача №23.

Масса пустого баллона для кислорода емкостью 0,05 м³ равна 80 кг. Определить массу баллона после заполнения его кислородом при температуре 20 °С до давления 10 МПа.

Ответ:

- а) $m = 86,57$ кг.
- б) $m = 80$ кг.
- в) $m = 6,57$ кг.
- г) $m = 85,67$ кг.
- д) $m = 87,65$ кг.

Компетентностно-ориентированная задача №24.

Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450°С. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление воздуха в баллоне 4,8 МПа.

Ответ:

- а) $p_2 = 12,05$ МПа > 9,8 МПа, баллон взорвется.
- б) $p_2 = 9,8$ МПа = 9,8 МПа, баллон не взорвется.
- в) $p_2 = 9$ МПа < 9,8 МПа, баллон не взорвется.
- г) $p_2 = 15$ МПа > 9,8 МПа, баллон взорвется.
- д) $p_2 = 9,8$ МПа = 9,8 МПа, баллон взорвется.

Компетентностно-ориентированная задача №25.

Определите расход пара через турбину, если электрическая мощность генератора $N_e = 100$ МВт, относительный электрический КПД турбогенератора

равен 0,8, а теоретическая работа 1кг пара составляет $\ell=(h_1- h_2) = 1250$ кДж/кг. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а) $D = 100$ кг/с
- б) $D = 70$ кг/с
- в) $D = 80$ кг/с
- г) $D = 90$ кг/с
- д) $D = 64$ кг/с

Компетентностно-ориентированная задача №26.

Определить потери тепла Q , Вт, через плоскую керамзитобетонную стенку толщиной $\delta=400$ мм, длиной $\ell = 6$ м, высотой $h=3$ м, если на одной поверхности стенки температура $t_1= 18$ °С, а на другой равна $t_2= -32$ °С. Коэффициент теплопроводности стенки $\lambda= 0,33$ Вт/(м*К). К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $Q = 742,5$ Вт.
- б) $Q = 247,5$ Вт.
- в) $Q = 123,8$ Вт.
- г) $Q = 41,3$ Вт.
- д) $Q = 1091$ Вт.

Компетентностно-ориентированная задача №27.

Стенка теплообменника из стали ($\lambda_{ст} = 45$ Вт/(м·К)) толщиной $\delta_{ст} = 5$ мм покрыта снаружи теплоизоляцией из шлаковаты ($\lambda_{из} = 0,16$ Вт/(м·К)) толщиной $\delta_{из} = 50$ мм. В теплообменнике находится жидкость с температурой $t_1 = 100$ °С, температура наружного воздуха $t_2 = 10$ °С. Коэффициенты теплоотдачи со стороны жидкости $\alpha_1=240$ Вт/(м²·К), со стороны воздуха $\alpha_2=10$ Вт/(м²·К). Найти коэффициент теплопередачи k , Вт/(м²·К), и удельный тепловой поток q , Вт/м². К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $k = 4,8$ Вт/(м²·К); $q = 432$ Вт/м².
- б) $k = 2,4$ Вт/(м²·К); $q = 216$ Вт/м².
- в) $k = 1,2$ Вт/(м²·К); $q = 108$ Вт/м².
- г) $k = 2,4$ Вт/(м²·К); $q = 432$ Вт/м².
- д) $k = 1,2$ Вт/(м²·К); $q = 216$ Вт/м².

Компетентностно-ориентированная задача №28.

Определить коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²*°С), и линейный тепловой поток теплоотдачей q_l , Вт/м, если известно, что воздух движется по горизонтальному трубопроводу внутренним диаметром $d_{вн} = 50$ мм со скоростью

$w = 4,6$ м/с и температурой $t_{ж} = 95$ °С. Температура стенки трубы $t_c = 60$ °С. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $\alpha = 18,2$ Вт/(м²*°С), $q_\ell = 100$ Вт/м.
- б) $\alpha = 36,4$ Вт/(м²*°С), $q_\ell = 200$ Вт/м.
- в) $\alpha = 9,1$ Вт/(м²*°С), $q_\ell = 50$ Вт/м.
- г) $\alpha = 18,2$ Вт/(м²*°С), $q_\ell = 32$ Вт/м.
- д) $\alpha = 36,4$ Вт/(м²*°С), $q_\ell = 300$ Вт/м.

Компетентностно-ориентированная задача №29.

Трубопровод с наружным диаметром $d_1 = 100$ мм покрыт слоем теплоизоляции толщиной $\delta = 30$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,05$ Вт/(м*К). Температура наружной поверхности трубы $t_1 = 150$ °С, а на наружной поверхности теплоизоляции $t_2 = 30$ °С. Определить линейную плотность теплового потока q , Вт/м, и суммарные потери теплоты Q трубопроводом, если его длина $\ell = 20$ м. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $q_\ell = 120,3$ Вт/м; $Q = 1603,4$ Вт.
- б) $q_\ell = 80,17$ Вт/м; $Q = 2406$ Вт.
- в) $q_\ell = 17,7$ Вт/м; $Q = 354$ Вт.
- г) $q_\ell = 120,3$ Вт/м; $Q = 2406$ Вт.
- д) $q_\ell = 80,17$ Вт/м; $Q = 1603,4$ Вт.

Компетентностно-ориентированная задача №30.

Помещение отапливается с помощью горизонтального трубопровода наружным диаметром $d_n = 25$ мм. Температура поверхности трубопровода $t_c = 100$ °С, а воздуха в помещении 25 °С. Определить коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²*К) и линейный тепловой поток q_ℓ , Вт/м. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $\alpha = 9,3$ Вт/(м²*К), $q_\ell = 55$ Вт/м.
- б) $\alpha = 18,6$ Вт/(м²*К), $q_\ell = 110$ Вт/м.
- в) $\alpha = 4,6$ Вт/(м²*К), $q_\ell = 27$ Вт/м.
- г) $\alpha = 9,3$ Вт/(м²*К), $q_\ell = 110$ Вт/м.
- д) $\alpha = 18,6$ Вт/(м²*К), $q_\ell = 55$ Вт/м.

Компетентностно-ориентированная задача №31.

В узкой щели между стенками, имеющими на поверхности температуры $t_{c1} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$ и $t_{c2} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, циркулирует воздух. Воздушная прослойка в щели имеет толщину $\delta = 25 \text{ мм}$. Найти коэффициент теплоотдачи α , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, и плотность теплового потока q , $\text{Вт}/\text{м}^2$. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $\alpha = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 700 \text{ Вт}/\text{м}^2$.
- б) $\alpha = 14 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 1400 \text{ Вт}/\text{м}^2$.
- в) $\alpha = 3,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 350 \text{ Вт}/\text{м}^2$.**
- г) $\alpha = 3,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 700 \text{ Вт}/\text{м}^2$.
- д) $\alpha = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 1400 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Компетентностно-ориентированная задача №32.

Определить тепловой поток Q , излучаемый стальной трубой с окисленной поверхностью ($\epsilon_1 = 0,80$), имеющей наружный диаметр $d_n = 70 \text{ мм}$ и длину $\ell = 10 \text{ м}$. Температура поверхности трубы $t_1 = 230 \text{ }^\circ\text{C}$. Труба расположена в помещении на большом удалении от стен, температура которых $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ - коэффициент излучения абсолютно черного тела. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $Q = 565 \text{ Вт}$.
- б) $Q = 279 \text{ Вт}$.
- в) $Q = 3812 \text{ Вт}$.
- г) $Q = 6706 \text{ Вт}$.
- д) $Q = 5647 \text{ Вт}$.**

Компетентностно-ориентированная задача №33.

Горизонтальная плита с обращенной вверх теплоотдающей поверхностью имеет размеры $600 \times 1100 \text{ мм}$ и нагрета до $t_c = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Вдали от плиты воздух имеет температуру $t_{ж} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Найти коэффициент теплоотдачи α , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, и тепловой поток Q , Вт , от плиты к окружающему воздуху. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

- а) $\alpha = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $Q = 195 \text{ Вт}$.**
- б) $\alpha = 3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $Q = 97 \text{ Вт}$.
- в) $\alpha = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $Q = 400 \text{ Вт}$.
- г) $\alpha = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $Q = 97 \text{ Вт}$.

д) $\alpha = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $Q = 195 \text{ Вт}$.

Компетентностно-ориентированная задача №34.

Определить коэффициент теплопередачи k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и удельный тепловой поток q , $\text{Вт}/\text{м}^2$, через плоскую стальную стенку ($\lambda_{\text{ст}} = 45 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) толщиной $\delta = 5 \text{ мм}$, если коэффициенты теплоотдачи $\alpha_1 = 7000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и $\alpha_2 = 10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а разность температур теплоносителей $\Delta t = 70 \text{ }^\circ\text{С}$. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

Ответ:

а) $k = 2825 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 197750 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

б) $k = 0,000354 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 0,02478 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

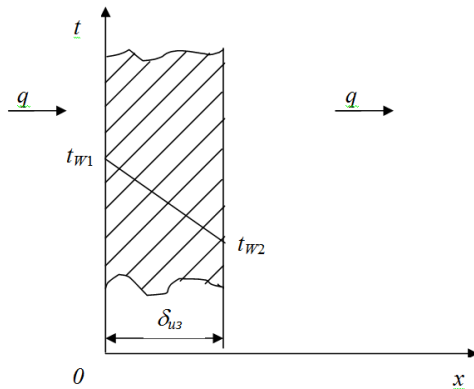
в) $k = 9,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 63 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

г) $k = 0,111 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 7,77 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

д) $k = 4118 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 288260 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

Компетентностно-ориентированная задача №35.

Определить толщину тепловой изоляции δ , выполненной из: 1) альфоля; 2) шлаковой ваты. Удельные потери теплоты через изоляционный слой $q = 523 \text{ Вт}/\text{м}^2$, температуры его поверхности $t_{w1} = 700 \text{ }^\circ\text{С}$ и $t_{w2} = 40 \text{ }^\circ\text{С}$. Коэффициент теплопроводности альфоля $\lambda = 0,0302 + 0,000085 \cdot t$ и коэффициент теплопроводности шлаковой ваты $\lambda = 0,058 + 0,000145 \cdot t$. Здесь t – средняя температура изоляции в $^\circ\text{С}$.



Ответ:

а) $\delta_{\text{ал}} = 0,19 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,0778 \text{ м}$

б) $\delta_{\text{ал}} = 0,778 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,019 \text{ м}$

в) $\delta_{\text{ал}} = 0,00778 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,019 \text{ м}$

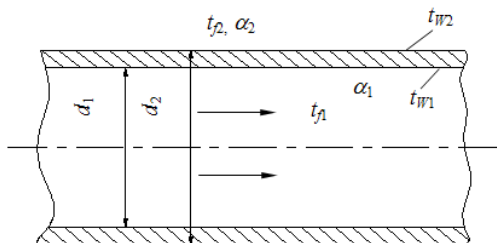
г) $\delta_{\text{ал}} = 0,80 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,20 \text{ м}$

д) $\delta_{\text{ал}} = 0,0778 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,19 \text{ м}$

Компетентностно-ориентированная задача №36.

По неизолированному трубопроводу диаметром $d_1 = 170 \text{ мм}$, $d_2 = 185 \text{ мм}$,

проложенному на открытом воздухе, протекает вода со средней температурой $t_{f1} = 95^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_{f2} =$ минус 18°C . Определить потерю теплоты с 1 м длины трубопровода, если коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda = 58,15$ Вт/м·град, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1 = 1395$ Вт/м²·град и от трубы к окружающему воздуху $\alpha_2 = 13,95$ Вт/м²·град.

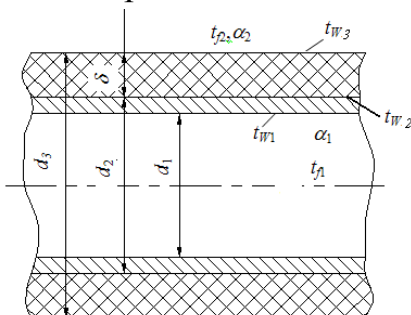


Ответ:

- а) $q_l = 804,7$ Вт/м
- б) $q_l = 704,7$ Вт/м
- в) $q_l = 604,7$ Вт/м
- г) **$q_l = 904,7$ Вт/м**
- д) $q_l = 1004,7$ Вт/м

Компетентностно-ориентированная задача №37.

По изолированному трубопроводу диаметром $d_1 = 170$ мм, $d_2 = 185$ мм, проложенному на открытом воздухе, протекает вода со средней температурой $t_{f1} = 95^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_{f2} =$ минус 18°C . Определить потерю теплоты с 1 м длины трубопровода, если коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda = 58,15$ Вт/м·град, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1 = 1395$ Вт/м·град, толщина слоя изоляции $\delta = 70$ мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{из} = 0,116$ Вт/м·град, а коэффициент теплоотдачи поверхности изоляции к окружающей среде $\alpha_2 = 9,3$ Вт/м²·град.



Ответ:

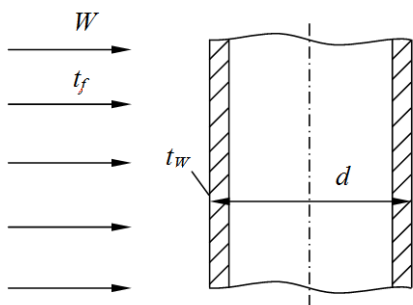
- а) $q_l = 555,4$ Вт/м
- б) $q_l = 455,4$ Вт/м
- в) $q_l = 355,4$ Вт/м

г) $q_l = 255,4 \text{ Вт/м}$

д) $q_l = 155,4 \text{ Вт/м}$

Компетентностно-ориентированная задача №38.

Определить коэффициент теплоотдачи и тепловой поток на единицу длины в поперечном потоке воздуха для трубы $d = 36 \text{ мм}$, если температура ее поверхности $t_w = 80^\circ\text{C}$, температура воздуха $t_f = 20^\circ\text{C}$ и скорость $W = 5 \text{ м/с}$. Параметры воздуха при $t_f = 20^\circ\text{C}$: коэффициент теплопроводности $\lambda_f = 2,593 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, коэффициент кинематической вязкости $\nu_f = 15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.



Ответ:

а) $\alpha = 29 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}; q_l = 196,7 \text{ Вт/м}$

б) $\alpha = 39 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}; q_l = 264,5 \text{ Вт/м}$

в) $\alpha = 49 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}; q_l = 332,3 \text{ Вт/м}$

г) $\alpha = 59 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}; q_l = 400,2 \text{ Вт/м}$

д) $\alpha = 69 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}; q_l = 468,0 \text{ Вт/м}$

Компетентностно-ориентированная задача №39.

Стенка холодильной камеры сделана из пробковой плиты (коэффициент теплопроводности $\lambda_{пр} = 0,047 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$) толщиной 100 мм и обшита с обеих сторон сосновыми досками (коэффициент теплопроводности $\lambda_{сн} = 0,151 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$) толщиной 15 мм каждая. На внешних поверхностях досок температуры соответственно $+20^\circ\text{C}$ и -12°C . Определить потери теплоты через 1 м^2 поверхности стенки и температуры на обеих поверхностях пробковой плиты.

Ответ:

а) $q = 18,6 \text{ Вт/м}^2; t_1' = 13,75^\circ\text{C}; t_2' = -10,6^\circ\text{C}$.

б) $q = 13,75 \text{ Вт/м}^2; t_1' = 18,6^\circ\text{C}; t_2' = -10,6^\circ\text{C}$.

в) $q = 10,6 \text{ Вт/м}^2; t_1' = 18,6^\circ\text{C}; t_2' = -13,75^\circ\text{C}$.

г) $q = 13,75 \text{ Вт/м}^2; t_1' = 13,75^\circ\text{C}; t_2' = -10,6^\circ\text{C}$.

д) $q = 18,6 \text{ Вт/м}^2; t_1' = 20^\circ\text{C}; t_2' = -12^\circ\text{C}$.

Компетентностно-ориентированная задача №40.

Электронагреватель мощностью $1,7 \text{ кВт}$ находится внутри фарфоровых труб (коэффициент теплопроводности фарфора $\lambda_{ф} = 1,04 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), диаметр которых

20×3 мм, а общая длина 7 м. На внутренней поверхности труб температура 140°C. Трубы опущены в раствор, температура кипения которого 130 °С. Будет ли происходить кипение раствора на поверхности труб?

Ответ:

а) $t_{ст} = 128,8 \text{ }^\circ\text{C} < 130 \text{ }^\circ\text{C}$, не закипит.

б) $t_{ст} = 138,8 \text{ }^\circ\text{C} > 130 \text{ }^\circ\text{C}$, закипит.

в) $t_{ст} = 130 \text{ }^\circ\text{C} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$, закипит.

г) $t_{ст} = 140 \text{ }^\circ\text{C} > 130 \text{ }^\circ\text{C}$, закипит.

д) $t_{ст} = 118,8 \text{ }^\circ\text{C} < 130 \text{ }^\circ\text{C}$, не закипит.

Компетентностно-ориентированная задача №41.

Рассчитать толщину слоя изоляции, имеющего на поверхности температуру соответственно 500 и 50 °С, если допустимые тепловые потери 350 Вт/м², а теплопроводность материала теплоизоляции $\lambda_t = 0,84 + 0,0006 \cdot t$ Вт/(м·К). Найти температуры в слое изоляции через каждые 50 мм его толщины.

Ответ:

а) $\delta = 1,0$ м.

б) $\delta = 1,1$ м.

в) $\delta = 1,2$ м.

г) $\delta = 1,3$ м.

д) $\delta = 1,4$ м.

Компетентностно-ориентированная задача №42.

Найти коэффициент теплоотдачи и тепловой поток при движении воздуха со скоростью 11 м/с по горизонтальной трубе диаметром 35×2,5 мм и длиной 5 м. Средняя температура воздуха 40 °С, а стенки трубы 20 °С. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях.

Ответ:

а) $\alpha = 4,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $Q = 42 \text{ Вт}$.

б) $\alpha = 446 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $Q = 4200 \text{ Вт}$.

в) $\alpha = 44,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $Q = 420 \text{ Вт}$.

г) $\alpha = 0,446 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $Q = 4,2 \text{ Вт}$.

д) $\alpha = 4460 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $Q = 42000 \text{ Вт}$.

Компетентностно-ориентированная задача №43.

Бетонные трубы (коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_6 = 1,28 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$), имеющие диаметр 150×25 мм, надо проложить в грунте. Температура грунта на внешней поверхности трубы может снизиться до -1,82°C. Жидкость в трубах замерзает при температуре -0,5°C. Можно ли прокладывать трубы без

теплоизоляции, если линейная плотность теплового потока через стенку трубы равна 21,7 Вт/м?

Ответ:

а) $t_{ст} = -0,72 \text{ }^\circ\text{C} < -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, без теплоизоляции нельзя прокладывать.

б) $t_{ст} = -0,72 \text{ }^\circ\text{C} < -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, без теплоизоляции можно прокладывать.

в) $t_{ст} = -0,52 \text{ }^\circ\text{C} < -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, без теплоизоляции можно прокладывать.

г) $t_{ст} = -1,82 \text{ }^\circ\text{C} < -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, без теплоизоляции нельзя прокладывать.

д) $t_{ст} = -1,72 \text{ }^\circ\text{C} < -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, без теплоизоляции нельзя прокладывать.

Компетентностно-ориентированная задача №44.

Паропровод с наружным диаметром 100 мм покрыт слоем изоляции толщиной 80 мм и теплопроводностью, Вт/(м·К), $\lambda_t = 0,14 + 0,00016 \cdot t$. На поверхностях слоя температуры 170 и 30 °С. Найти потери теплоты через изоляцию, если длина паропровода 15 м.

Ответ:

а) $Q = 1154 \text{ Вт}$.

б) $Q = 2154 \text{ Вт}$.

в) $Q = 3154 \text{ Вт}$.

г) $Q = 4154 \text{ Вт}$.

д) $Q = 5154 \text{ Вт}$.

Компетентностно-ориентированная задача №45.

В теплообменнике вода движется по трубам диаметром 40×2,5 мм со скоростью 1 м/с и нагревается от 15 до 85 °С. Труба имеет температуру 95 °С на поверхности. Найти коэффициент теплоотдачи и линейный тепловой поток. Теплофизические свойства воды (ρ , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях.

Ответ:

а) $\alpha = 544 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $q_\ell = 2692 \text{ Вт}$.

б) $\alpha = 54 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $q_\ell = 269 \text{ Вт}$.

в) $\alpha = 6443 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $q_\ell = 26918 \text{ Вт}$.

г) $\alpha = 5443 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $q_\ell = 26918 \text{ Вт}$.

д) $\alpha = 4443 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, $q_\ell = 16918 \text{ Вт}$.

Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36

баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи - 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал:

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.

***Инструкция по выполнению тестирования
на промежуточной аттестации обучающихся***

Необходимо выполнить 16 заданий. На выполнение отводится 1 акад. час.

Задания выполняются на отдельном листе (бланке ответов), который сдается преподавателю на проверку. На отдельном листе (бланке ответов) запишите свои фамилию, имя, отчество и номер группы, затем приступайте к выполнению заданий. Укажите номер задания и рядом с ним:

- при выполнении заданий *в закрытой форме* запишите букву (буквы), которой (которыми) промаркированы правильные ответы;
- при выполнении задания *в открытой форме* запишите пропущенное слово, словосочетание, цифру или формулу;
- при выполнении задания *на установление последовательности* рядом с буквами, которыми промаркированы варианты ответов, поставьте цифры так, чтобы они показывали правильное расположение ответов;
- при выполнении задания *на установление соответствия* укажите соответствия между буквами и цифрами, располагая их парами.

При решении *компетентностно-ориентированной задачи (задания)* запишите развернутый ответ. Ответ записывайте аккуратно, разборчивым почерком. Количество предложений в ответе не ограничивается.

Баллы, полученные Вами за выполнение заданий, суммируются. Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме - 2 балла,
- задание в открытой форме - 2 балла,
- задание на установление последовательности - 2 балла;
- задание на установление соответствия - 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи (задания) - 6 баллов.

Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации - 36 (для обучающихся по очно-заочной и заочной формам обучения - 60).