

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 16.09.2024 14:44:15
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
Теплофизика
(наименование дисциплины)

08.04.01 Строительство, направленность «Теплогазоснабжение и вентиляция»
(код и наименование ОПОП ВО)

1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Теория теплообмена.

- 1 Понятие рабочего тела. Какие основные параметры состояния рабочего тела вы знаете? Понятие идеального и реального газов. В чем их отличие?
- 2 Дайте определение давления как параметра состояния рабочего тела.
- 3 Что называется абсолютным давлением, атмосферным, избыточным и вакуумметрическим?
- 4 Какие единицы измерения давления газа вы знаете? Укажите, как перевести давление из одних единиц измерения в другие.
- 5 Дайте определение температуры как параметра состояния газа.
- 6 Какие шкалы температур вы знаете? Укажите формулы пересчета из одних единиц измерения в другие.
- 7 Дайте определение удельного объема как параметра состояния газа.
- 8 Понятие смеси идеальных газов. Способы задания состава газовой смеси.
- 9 Уравнение состояния для газовой смеси. Кажущаяся молекулярная масса газовой смеси. Газовая постоянная смеси газов. Парциальное давление компонентов газовой смеси.
- 10 Понятие теплоемкости газов и их классификация, единицы измерения.
- 11 Изобарная и изохорная теплоемкости. Уравнение Майера. Газовая постоянная, ее физический смысл.
- 12 Понятие теплоты в термодинамическом процессе, единицы измерения.
- 13 Понятие работы как формы передачи энергии. Работа термодинамического процесса, изображенного в p - v координатах.
- 14 Понятие внутренней энергии как параметра состояния рабочего тела.
- 15 Первый закон термодинамики: определение и формула. Понятие вечного двигателя 1-го рода.
- 16 Понятие энтальпии как параметра состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики, выраженный через энтальпию.
- 17 Понятие энтропии как параметра состояния рабочего тела. T - s диаграмма.
- 18 Понятие термодинамического процесса. Прямые и обратные процессы. Обратимость процессов, условия обратимости.
- 19 Классификация термодинамических процессов.
- 20 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.
- 21 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.
- 22 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.
 - 23 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.
 - 24 Политропический процесс как общая форма частных процессов. Изображение политропных процессов в P - v и T - s координатах. Теплоемкость политропического процесса.
 - 25 Термодинамические циклы тепловых машин и холодильных установок. Прямые и обратные циклы. Термический к.п.д. прямого цикла и холодильный коэффициент обратного цикла: расчетные формулы.
 - 26 Прямой цикл Карно. Термический к.п.д. цикла Карно.
 - 27 Обратный цикл Карно. Холодильный коэффициент цикла Карно.
 - 28 Второй закон термодинамики: основные формулировки и следствия из него. Понятие вечного двигателя второго рода.
 - 29 Назовите три вида теплообмена.
 - 30 Что называется теплопроводностью? В каких телах она имеет место быть?
 - 31 Что называется тепловым потоком? поверхностной плотностью теплового потока? Назовите единицы их измерения.
 - 32 Что называется температурным полем? Классификация температурных полей.
 - 33 Что называется изотермической поверхностью? изотермой?
 - 34 Что называется температурным градиентом? Его физический смысл. В какую сторону направлен температурный градиент?
 - 35 Расскажите закон Фурье (теплопроводности), напишите его математическую формулу.
 - 36 Что называется коэффициентом теплопроводности? От чего он зависит?
 - 37 Запишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной плоской стенки.
 - 38 Запишите уравнения теплопроводности для однослойной и многослойной цилиндрической стенки.
 - 39 Что называется конвективным теплообменом? Какие виды конвекции вы знаете?
 - 40 Что называется теплоотдачей? Напишите уравнение Ньютона-Рихмана.
 - 41 Что называется коэффициентом теплоотдачи? От каких факторов он зависит?
 - 42 Перечислите критерии теплового и гидромеханического подобия?
 - 43 Какие режимы течения теплоносителей вы знаете? Каким критерием они определяются?
 - 44 Что называется критериальным уравнением? Какие основные критерии

подобия в него входят?

- 45 Что называется вынужденной конвекцией? Что называется конвективной теплоотдачей?
- 46 Что называется свободной конвекцией? От каких факторов она зависит?
- 47 Что называется тепловым излучением? Каков механизм теплообмена излучением?
- 48 Что называется отражательной, поглощательной и пропускной способностью тела?
- 49 Какие тела называются абсолютно белыми? абсолютно прозрачными? абсолютно черными? серыми телами?
- 50 Напишите закон Стефана-Больцмана для серых тел.
- 51 Напишите закон Кирхгофа? Что такое поглощательная способность? Что такое степень черноты?
- 52 Напишите уравнение Стефана-Больцмана для теплообмена излучением между двумя телами. Что называется приведенной степенью черноты?
- 53 Опишите случай теплообмена излучением между двумя параллельными пластинами.
- 54 Опишите случай теплообмена излучением между двумя телами, когда одно находится внутри другого.
- 55 Что называется экранированием? Для чего его применяют? Какие материалы применяют в качестве экранов?
- 56 Что называется сложной теплоотдачей? Из каких видов теплообмена она состоит? Напишите формулу для расчета теплового потока при сложной лучисто-конвективной теплоотдаче.
- 57 Что называется теплопередачей? Из каких видов теплообмена она состоит?
- 58 Напишите основное уравнение теплопередачи. Что называется коэффициентом теплопередачи?
- 59 От каких величин зависит коэффициент теплопередачи? Назовите способы, как можно увеличить коэффициент теплопередачи.
- 60 Что называется термическим сопротивлением теплопередаче?
- 61 Какие материалы называются теплоизоляционными? Напишите формулы, по которой рассчитывается толщина теплоизоляции?
- 62 Что называется теплообменным аппаратом? Какие виды теплообменных аппаратов вы знаете?
- 63 Какие теплоносители применяются в теплообменных аппаратах?
- 64 Напишите уравнение теплового баланса для теплообменника-водонагревателя.
- 65 Какие схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах вы знаете?
- 66 Напишите формулу среднего температурного напора в теплообменных

аппаратах; при прямоточной, противоточной и других схемах движения теплоносителей.

2. Тепловлажностный и воздушный режимы зданий.

- 1 Влажный воздух как рабочее тело. В каких инженерных системах и оборудовании и для чего он используется?
- 2 Почему влажный воздух рассматривается как смесь идеальных газов?
- 3 Основные параметры влажного воздуха: температура, влагосодержание, относительная влажность, энтальпия и др.
- 4 Основные процессы в теплотехнике с влажным воздухом.
- 5 h-d диаграмма влажного воздуха, основные характерные линии.
- 6 Что такое тепловой режим здания?
- 7 Какую роль играют ограждающие конструкции в тепловом режиме здания?
- 8 Что такое относительная влажность воздуха?
- 9 Какой воздух называется насыщенным?
- 10 Какая температура носит название точки росы?
- 11 Что такое воздушный режим здания?
- 12 Что такое теплопередача?
- 13 Опишите процесс распределения температуры по сечению ограждающей конструкции.
- 14 Дайте определение внутреннего давления воздуха в помещениях.
- 15 Какими критериями определяется интенсивность конвекции для любых форм поверхностей?
- 16 Напишите формулу теплового потока, передаваемого конвекцией от воздуха в помещение?
- 17 Дайте описание свободной конвекции с учетом общей подвижности воздуха в помещении?
- 18 Сформулируйте первое условие комфортности в помещении.
- 19 Напишите уравнения первого условия комфортности в помещении.
- 20 Сформулируйте физический смысл второго условия комфортности в помещении.
- 21 Напишите уравнения второго условия комфортности в помещении.
- 22 Запишите уравнение теплового баланса поверхности в помещении.
- 23 Приведите уравнение теплового баланса воздуха помещения.
- 24 Запишите систему уравнений общего теплообмена в помещении.
- 25 Напишите уравнение общего теплообмена в помещении (уравнение В.Н. Богословского).
- 26 Уравнение теплового баланса любой поверхности в помещении.
- 27 Расчетные параметры наружной и внутренней среды для теплотехнических

расчетов.

28 Какие инженерные системы здания обеспечивают параметры микроклимата здания? Какие параметры регулирует каждая из перечисленных вами инженерных систем?

3. Теория массообменных процессов.

- 1 Назовите основные массообменные процессы в теплотехнике.
- 2 Напишите дифференциальные уравнения массообмена.
- 3 Что является движущей силой процессов массообмена?
- 4 Что называется молекулярной и конвективной диффузией?
- 5 Напишите закон Фика.
- 6 Что называется градиентом концентраций?
- 7 Что называется коэффициентом молекулярной диффузии?
- 8 Что называется массоотдачей?
- 9 Напишите основное уравнение массоотдачи.
- 10 Что называется коэффициентом массоотдачи?
- 11 Что называется массопередачей?
- 12 Напишите основное уравнение массопередачи.
- 13 Покажите аналогию процессов тепло - и массообмена.
- 14 Какие критерии подобия процессов массообмена вы знаете?
- 15 Водяной пар как рабочее тело. Где и для чего он используется?
- 16 Почему водяной пар рассматривается как реальный газ?
- 17 Сухой насыщенный пар, влажный насыщенный пар и перегретый пар: основные параметры состояния.
- 18 P-v диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.
- 19 T-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.
- 20 h-s диаграмма состояния водяного пара: пограничные линии, критические точки, изображение основных термодинамических процессов с паром на диаграмме.
- 21 Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, расширение пара в турбине).
- 22 Расчеты параметров пара и основных процессов с паром с помощью h-s диаграммы (например, перегрев пара в пароперегревателе).

4. Тепломассоопередача.

- 1 Причины появления влаги в ограждающей конструкции.
- 2 Перечислите отрицательные последствия увлажнения наружных ограждений.
- 3 Что является потенциалом переноса водяного пара в ограждающих конструкциях?
- 4 Чем отличаются гидрофильные строительные материалы от гидрофобных?
- 5 Какова структура большинства строительных материалов?
- 6 Что такое парциальное давление водяных паров во влажном воздухе?
- 7 Что такое относительная влажность воздуха?
- 8 Какой воздух называется насыщенным водяным паром?
- 9 Какая температура носит название точки росы?
- 10 Каковы условия отсутствия конденсата в какой-либо точке сечения ограждающей конструкции?
- 11 Как определяется весовая влажность материала?
- 12 Как определяется объемная влажность материала?
- 13 Что такое равновесная влажность материала?
- 14 Что является потенциалом переноса водяного пара в ограждающих конструкциях?
- 15 В чем состоит диффузия пара сквозь ограждение?
- 16 Что такое паропроницаемость?
- 17 Что такое паропроницаемость?
- 18 Чему количественно равна паропроницаемость материала μ ?
- 19 Что такое пароизоляция?
- 20 Каков физический смысл сопротивления паропроницанию слоя?
- 21 Что такое общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции?
- 22 Напишите формулу общего сопротивления паропроницанию ограждения.
- 23 Чем определяется давление насыщенных водяных паров?
- 24 Понятие о теплопередаче в ограждающих конструкциях здания.
- 25 Требуемые сопротивления теплопередаче ограждения.
- 26 Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения.
- 27 Распределение температуры по сечению ограждения.
- 28 Причины выпадения влаги на поверхностях и внутри ограждающей конструкции и отрицательные последствия этого процесса.
- 29 Понятие о процессе паропроницания через ограждающую конструкцию и свойствах паропроницаемости материала.
- 30 Сопротивление паропроницанию ограждения, распределение парциального давления по сечению многослойной ограждающей конструкции.
- 31 Конструирование наружного ограждения с теплотехнической точки зрения.

- 32 Понятие о требуемых сопротивлениях паропроницанию ограждающей конструкции.
- 33 Общее представление о процессе воздухопроницания и свойствах воздухопроницаемости наружных ограждений.
- 34 Требуемое и фактическое сопротивления воздухопроницанию ограждений.
- 35 Аэродинамические коэффициенты, формирующиеся на поверхностях ограждения при обдувании их ветром.
- 36 Коэффициент, учитывающий динамические свойства ветра в застройке.
- 37 Разность давлений по разные стороны воздухопроницаемой ограждающей конструкции.
- 38 Аэродинамические коэффициенты, формирующиеся на поверхностях ограждения при обдувании их ветром.
- 39 Паропроницание через ограждающие конструкции.
- 40 Воздухопроницание через ограждающие конструкции.
- 41 Разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждений.

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. Теория теплообмена.

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
-----------------------	-----	---------------------------	---------------------------	----------	-------------

Последняя цифра шифра	Газ	V, м ³ /мин	Предпоследняя цифра шифра	t, °C	P _м , кПа
0	CO	0,4	0	80	40
1	CO 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	CO ₂	0,4	5	80	50
6	CH 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= , C; P_м= °, кПа; газ -

Производственная задача № 2: Газовые смеси.

Смесь газов, для которой известен объемный состав: находится при давлении P_{см.} и температуре t_{см.}.

Определить молекулярную массу смеси и ее газовую постоянную, плотность и удельный объем смеси при заданных условиях и при нормальных условиях, а также парциальные давления компонентов смеси.

Таблица 2 - Исходные данные к расчету

Посл. цифра шифра	P _{см.} , мм рт.ст.	t _{см.} , °C	Предпол. цифра шифра	Объемный состав смеси, %			
				N ₂	O ₂	CO ₂	H ₂ O
0	748	150	0	40	20	30	10
1	750	250	1	50	25	13	12
2	760	350	2	60	30	2	8
3	740	450	3	70	25	1	4
4	752	150	4	80	10	5	5
5	758	250	5	85	11	3	1
6	760	150	6	75	17	4	4
7	768	100	7	65	23	4	8
8	770	100	8	55	27	8	10
9	768	200	9	45	22	18	15

Исходные данные: r_{N2}= %; r_{O2}= %; r_{CO2}= %; r_{H2O}= %; t_{см.}= °C; P_{см.}= мм рт.ст.

Производственная задача № 3: Теплоемкость газов.

Определить средние массовые и объемные теплоемкости газа при условии $P=\text{Const}$ и $v=\text{Const}$ 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 3 - Исходные данные к расчету (по последней цифре шифра)

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

Исходные данные: t₁ = °C; t₂ = °C; газ.

Производственная задача № 4: Термодинамические газовые процессы.

V₁ м³ газа с начальным давлением P₁ и начальной температурой t₁ сжимается до изменения объема в ε раз (ε=v₁/v₂). Сжатие происходит по политропе с показателем политропы n. Определить массу газа, конечные объем, давление и температуру газа, работу сжатия, количество отведенного тепла, изменения внутренней энергии, энтальпии и энтропии газа. (При расчете процесса принять теплоемкость газа не зависящей от температуры).

Изобразить процесс сжатия в P-v и T-s координатах и обозначить основные термодинамические процессы.

Таблица 4 - Исходные данные к расчету

Последняя - цифра шифра	Газ	V ₁ , м ³	P ₁ , МПа	Предпол. цифра шифра	ε	t ₁ , °C	n
0	CO	50	0,1	0	10	10	1,35
1	N ₂	55	0,15	1	8	15	1,32
2	H ₂	60	0,17	2	7	17	1,20
3	O ₂	65	0,12	3	12	20	1,25
4	воздух	70	0,11	4	15	25	1,3
5	N ₂	45	0,14	5	17	30	1,22
6	H ₂	40	0,18	6	10	5	1,18
7	воздух	30	0,2	7	13	15	1,28
8	CO	50	0,19	8	9	25	1,26
9	O ₂	60	0,15	9	15	35	1,38

Исходные данные: Газ - ; V₁= , м³; P₁= , МПа; ε= ; t₁= , °C; n=

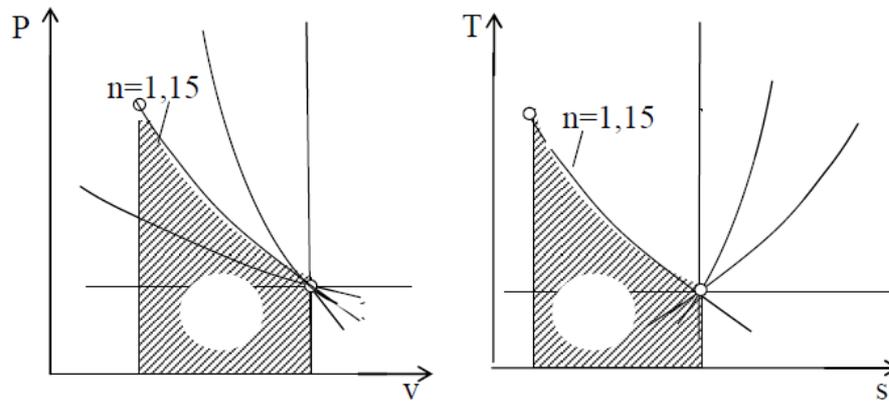


Рис.1. Политропический процесс сжатия в P-v и T-s координатах

Производственная задача № 5: 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. 2).

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. 5.

Таблица 5 – 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	$0,05+0,000145 \times t$

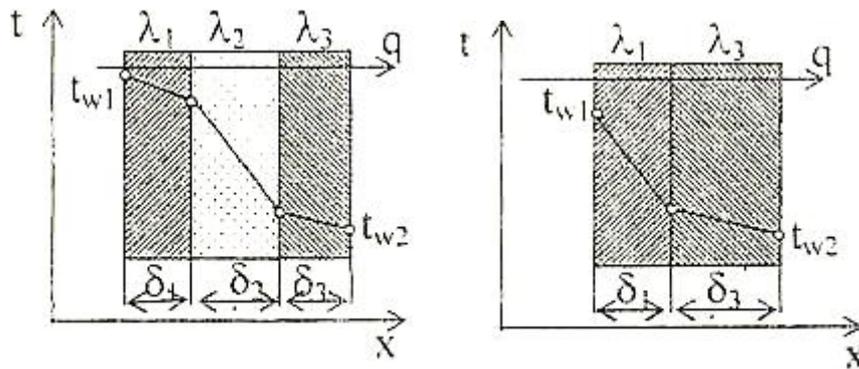


Рис.2. Расчетные схемы 3-х слойной и 2-х плоской стенки

Производственная задача № 6: Лучистый теплообмен. Экранирование.

Определить удельный лучистый тепловой поток q между двумя параллельно расположенными плоскими стенками (см. рис. 3), имеющими температуры, t_{w1} и t_{w2} и степени черноты, ε_1 и ε_2 , если между ними нет экрана. Определить также удельный тепловой поток при наличии экрана, $q^{\text{э}}$ со степенью черноты, $\varepsilon^{\text{э}}$. Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.6.

Таблица 6 – Исходные данные к расчету

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

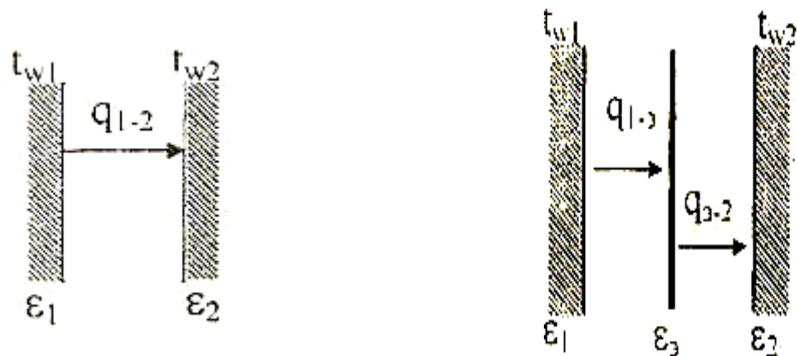


Рис.3. Лучистый теплообмен между 2-мя поверхностями и между 2-мя поверхностями с одним экраном

Производственная задача № 7: Сложный теплообмен.

Определить потери теплоты конвекцией и излучением (отдельно) за сутки горизонтально расположенного трубопровода диаметром d мм и длиной l м (см. рис.4), 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.7.

Таблица 7 – Исходные данные к расчету

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

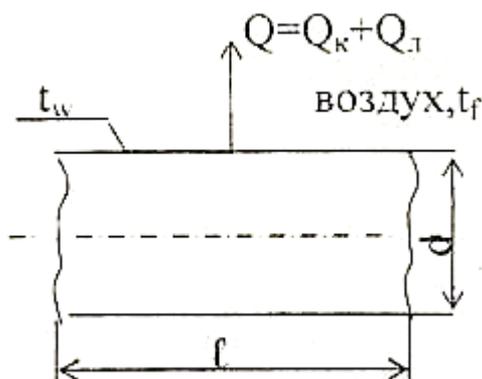


Рис. 4. Расчетная схема для определения сложной теплоотдачи конвекцией и излучением

2. Тепловлажностный и воздушный режимы зданий.

Производственная задача № 8: 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 Н-d диаграмме (см. рис. 5).

Таблица 8.1 - 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.

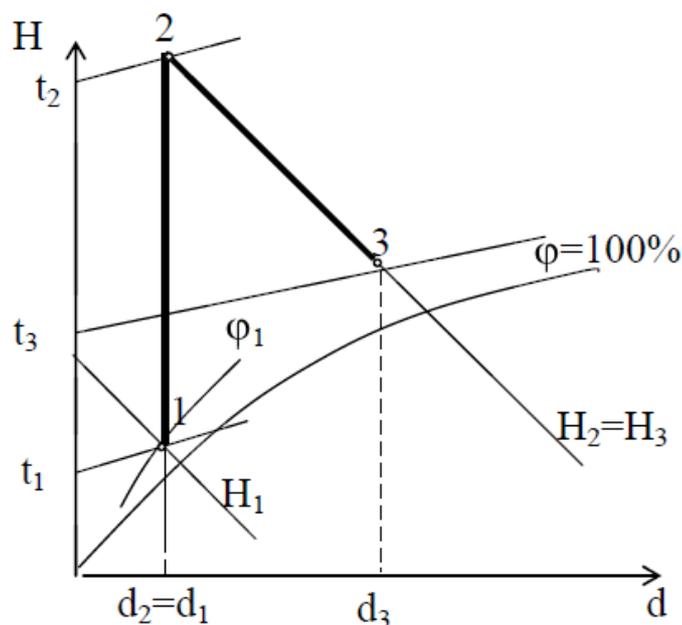


Рис.5. Схема процессов во влажном воздухе в сушильной установке: 1-2-процесс подогрева воздуха в калорифере; 2-3-процесс идеальной сушки (испарения влаги)

Параметры точек вносим в таблицу.

Таблица 8.2 – Параметры состояния влажного воздуха

Параметры	Точки		
	1	2	3
t, °С			
d, г/кг с.в			
H, кДж/кг с.в			

3. Теория массообменных процессов.

Производственная задача № 9: Процессы массообмена.

Вычислить коэффициент массоотдачи в процессе сушки песка в воздушной конвективной сушилке. Сушильный агент - воздух с параметрами по психрометру t_c , °С и t_m , °С перемещается вдоль поверхности испарения со скоростью w , м/с. Давление воздуха в сушилке P , мм рт.ст., длина поверхности испарения L , м.

Примечание: При решении задачи принять:

1) коэффициент диффузии $D_0=21,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ при нормальных физических условиях;

2) критериальное уравнение для процесса сушки $Nu_D=C \cdot Re^n \cdot Pr_D^{0,33} \cdot Gu^{0,135}$.

Данные для решения задачи взять из табл.9.1 и 9.2.

Таблица 9.1 – Исходные данные к расчету

Вариант	Показание психрометра		P, мм рт.ст.	Вариант ПП	W, м/с	ε, м
	t_c , °С	t_m , °С				
0	30	15	735	0	1,20	0,90
1	35	20	740	1	1,30	0,80
2	40	25	775	2	1,40	0,70
3	34	20	750	3	1,50	0,75
4	36	22	760	4	1,60	0,65
5	32	18	765	5	1,70	0,60
6	42	22	780	6	1,25	0,85
7	45	25	785	7	1,35	0,85
8	38	24	735	8	1,45	0,75
9	40	22	785	9	1,55	0,70

Таблица 9.2 – Значения коэффициентов C и n в критериальном уравнении для сушки материалов

Коэффициенты	Критерий Рейнольдса, Re		
	1 ÷ 200	200 ÷ 6000	600 ÷ 70000
C	0,9	0,87	0,35
n	0,5	0,54	0,65

4. Тепломассоопередача.

Производственная задача № 10: Теплопередача.

По горизонтально расположенной стальной трубе [$\lambda=20$ Вт/(м·К)] со скоростью w , м/с течёт вода, имеющая температуру, t_1 (см. рис. 6). 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. 10.

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

Таблица 10 – Исходные данные к расчету

Вариант П	t_1 , °C	W , м/с	Вариант ПП	t_2 , °C	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
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

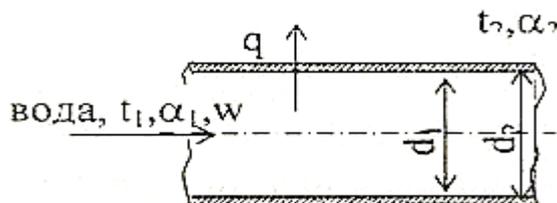


Рис. 6. Расчетная схема теплопередачи через цилиндрическую стенку

Производственная задача № 11: Расчет теплообменного аппарата.

Водо-воздушный нагреватель выполнен из труб диаметром 38x3 мм (см. рис.7). 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

($Q_{\text{пот.}}=0,05 \times Q_2$). Данные для решения задачи взять из табл. 11.

Таблица 11 – 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

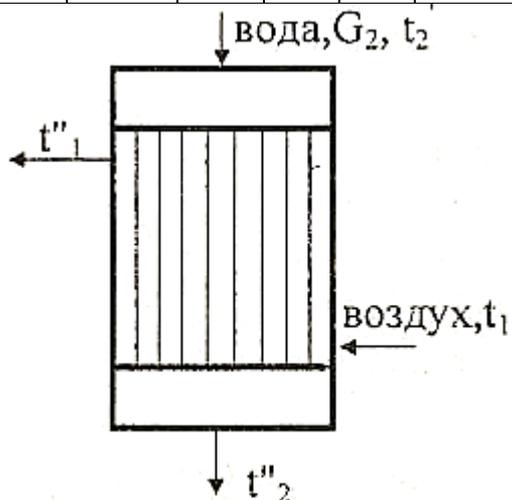


Рис. 7. Расчетная схема теплообменного аппарата

Производственная задача № 12: Водяной пар.

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 °C. Полученный перегретый пар на лопатках турбины адиабатно расширяется до давления P_4 (см. рис.8). Исходные данные по вариантам представлены в таблице 12.1.

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 12.2:

Таблица 12.1 - 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.

Таблица 12.2 - Параметры точек в процессах: 1-2, 2-3 и 3-4

Точка	Исходные параметры	P , кПа	t , °C	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	$P_3=P_1=$; $t_3=$, °C					
4	$P_4=$, кПа; $s_4=s_3$					

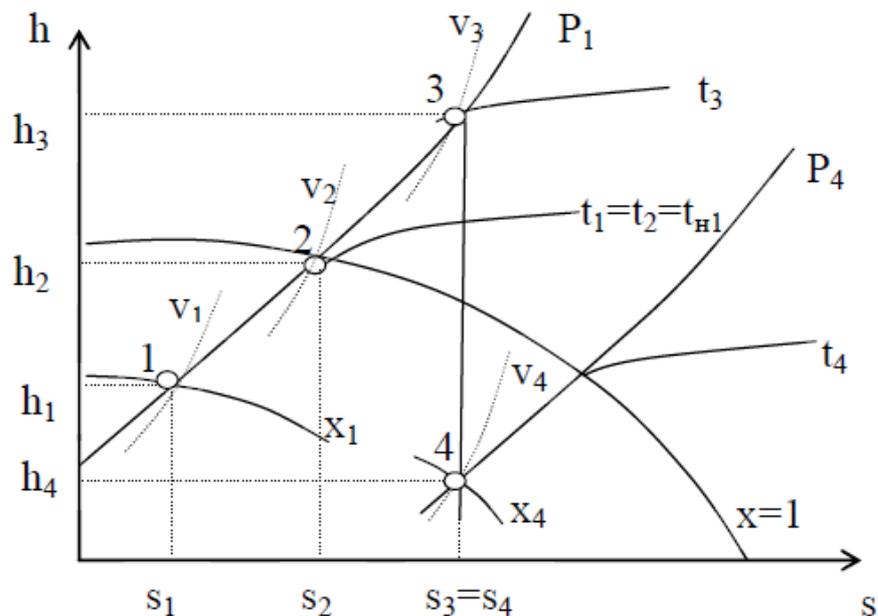


Рис.8. Процессы: 1 – 2 - подсушки пара, 2 – 3 - перегрев пара, 3 - 4 - расширения пара в турбине в h-s координатах

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

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

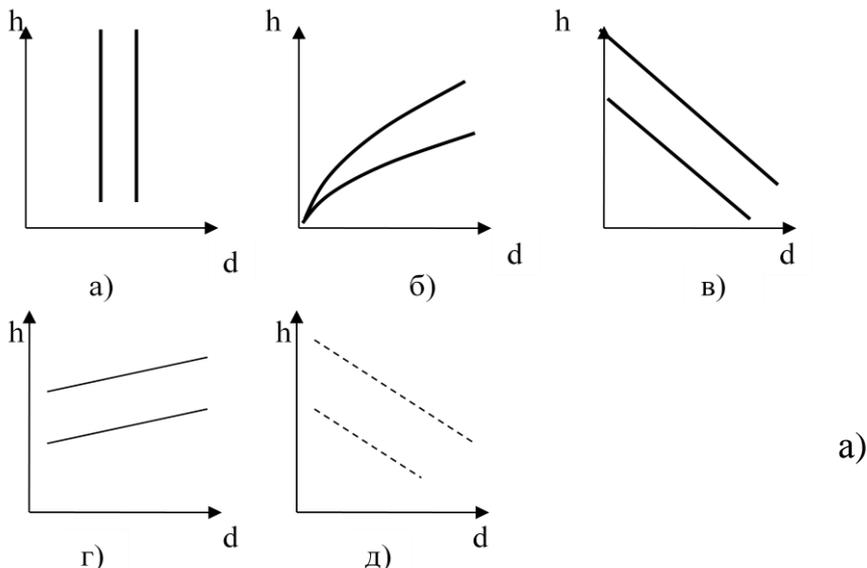
1.6. Влагосодержание влажного воздуха - это:

- 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.

1.7. 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

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



б)

в)

г)

д)

1.9. 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

1.10. 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

1.11. 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

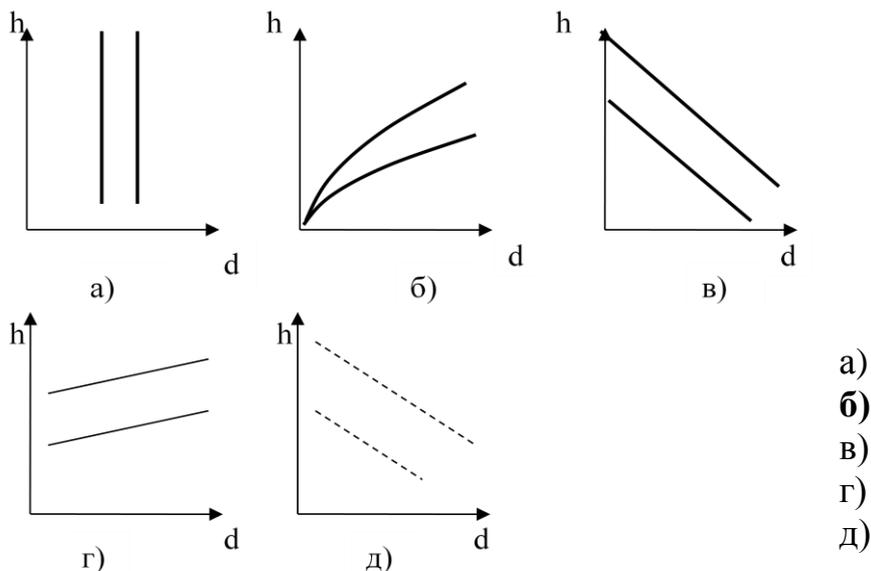
1.12. Что называется туманом?

- 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.

1.13. 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 $t_c = \text{const}$.

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



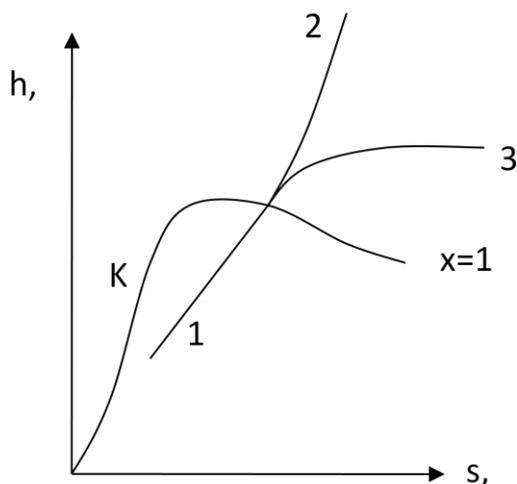
1.15. Между верхней пограничной кривой и нижней пограничной кривой h-s диаграммы состояния водяного пара находится:

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

1.16. 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.

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



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

1.18. Холодопроизводительность холодильной машины – это:

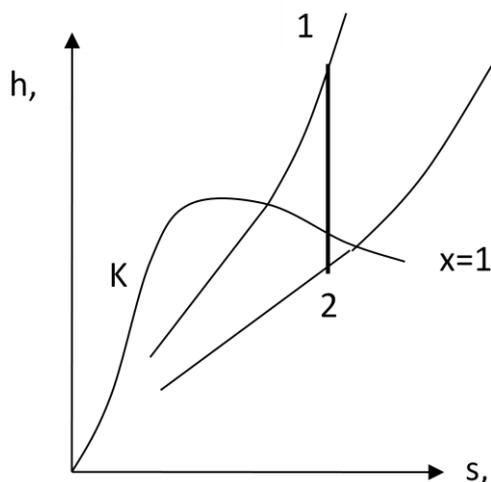
- а) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта одним килограммом холодильного агента.
- б) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени.**
- в) Температура, созданная в холодильной камере.
- г) Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта в окружающую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

1.19. 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

1.20. 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



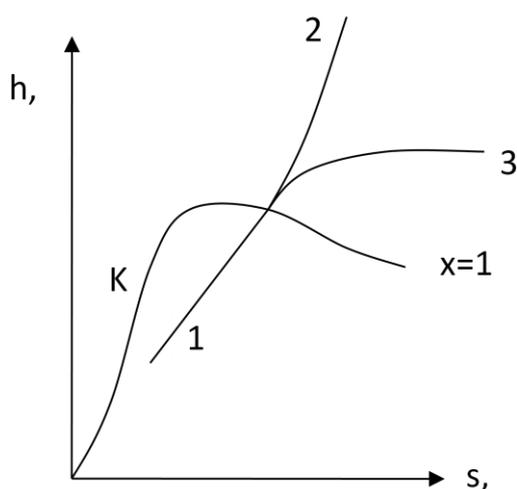
1.21. Может ли холодильный коэффициент ϵ обратного цикла быть больше единицы?

- 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

1.22. 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

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



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

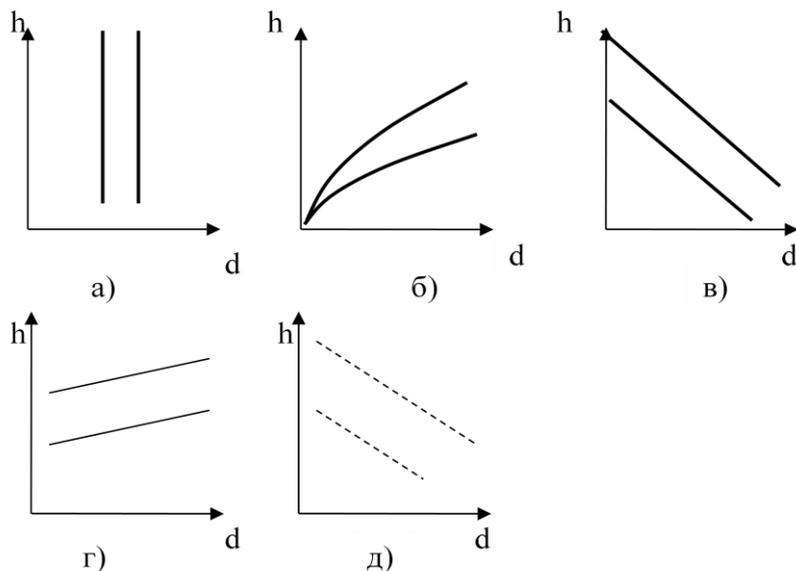
1.24. Укажите, при какой температуре, начинается выпадение влаги из влажного воздуха:

- а) **При температуре точки росы.**
- б) При температуре мокрого термометра.
- в) При температуре выше температуры точки росы.

г) При температуре сухого термометра.

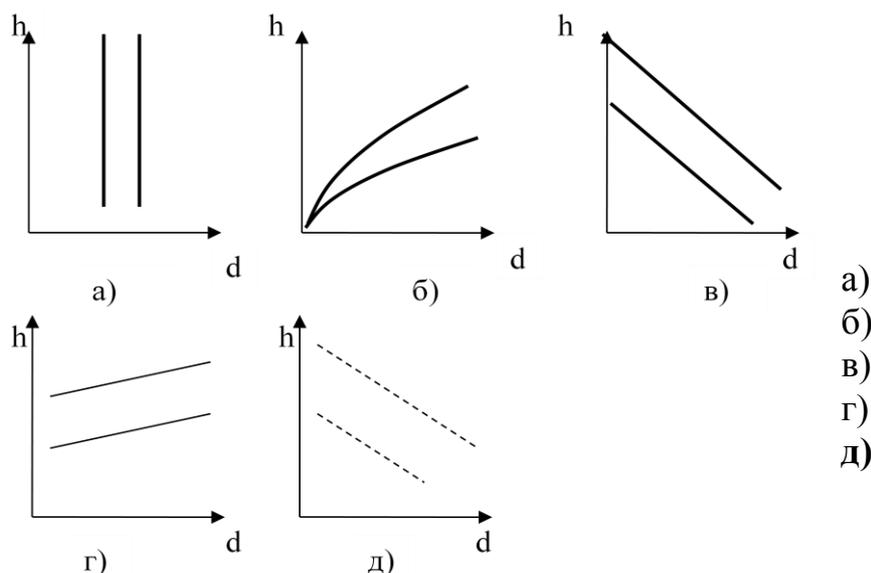
д) При температуре ниже температуры точки росы.

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



- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

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



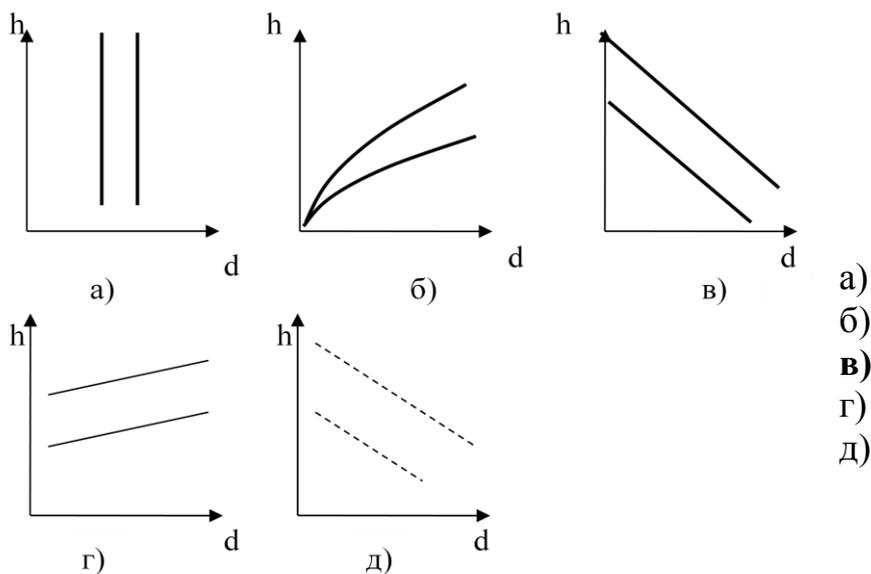
- а)
- б)
- в)
- г)
- д)

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

а) $p_{\text{абс}} = p_{\text{атм}} + p_{\text{изб}}$

- 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

1.28. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха $h=const$ на H-d диаграмме состояния влажного воздуха:



1.29. 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

1.30. В каких единицах измеряется температура в термодинамике?

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

1.31. В каких единицах измеряется теплота термодинамического процесса?

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

1.32. Какими приборами измеряется вакуумметрическое давление?

- а) барометрами
- б) манометрами

- в) пирометрами
- г) амперметрами
- д) **вакуумметрами**

1.33. 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

1.34. 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

1.35. 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

1.36. 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

1.37. 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

1.38. 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**

1.39. 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.

1.40. 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.

1.41. 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.

1.42. В каких единицах измеряется удельный объем газа?

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

1.43. В каких единицах измеряется энтропия?

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

1.44. Какими приборами измеряется атмосферное давление?

- а) барометрами;**
- б) манометрами;

- в) пирометрами;
- г) амперметрами;
- д) вакуумметрами.

1.45. По какой формуле определяется избыточное давление?

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

1.46. В каких единицах измеряется плотность газа?

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

1.47. В каких единицах измеряется энтальпия?

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

1.48. Какими приборами измеряется абсолютное давление?

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

1.49. 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

1.50. В каких единицах измеряется внутренняя энергия?

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

1.51. Какими приборами измеряется расход газа?

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

1.52. В каких единицах измеряется работа?

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

1.53. 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.

1.54. 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.

1.55. 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) $Q = \alpha(tc - tж)F$.

1.56. 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.

1.57. 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.

1.58. 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.

1.59. 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.

1.60. 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.**

1.61. Укажите формулу закона Фурье:

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

1.62. 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.

1.63. 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.

1.64. 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.

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

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

1.66. 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) $q = \alpha(tc - tж)$.

1.67. 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.

1.68 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.

1.69. 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.

1.70. 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.

1.71. 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.

1.72 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.

1.73. 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.**

1.74. 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.

1.75. 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.**

1.76. 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) $Q = (T_1 - T_2)F / [(1/2\lambda) \cdot \ln(d_2/d_1)]$.

1.77. 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) **$Nu = f(Re, Pr)$.**

1.78. 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) $Nu = f(Eu, Pr)$.

1.79. 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 .

1.80. Укажите формулу закона Стефана-Больцмана:

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

1.81. 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.

1.82. 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.**

1.83. 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) **$E_0 = E/A = f(T)$.**

1.84. 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.

1.85. 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.

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 создания и поддержания температур ниже температуры

окружающей среды называется _____. **Ответ: «холодильной установкой».**

2.7. Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую энергию (работу) называется _____. **Ответ: «тепловым двигателем».**

2.8. Количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха называется _____ влажного воздуха. **Ответ: «влажностью».**

2.9. Процесс перехода вещества из газообразного состояния в жидкое называется _____. **Ответ: «конденсацией».**

2.10. Количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени называется _____ холодильной установки. **Ответ: «холодопроизводительностью».**

2.11. Отношение теплоты, отведенной холодильной установкой от холодного источника, к затраченной работе, называется _____. **Ответ: «холодильным коэффициентом».**

2.12. Разность температур перегретого и сухого насыщенного водяного пара при постоянном давлении называется _____. **Ответ: «степенью перегрева пара».**

2.13. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном давлении, называется _____. **Ответ: «изобарным».**

2.14. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянном объеме, называется _____. **Ответ: «изохорным».**

2.15. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной температуре, называется _____. **Ответ: «изотермическим».**

2.16. Термодинамический газовый процесс, протекающий при постоянной энтальпии, называется _____. **Ответ: «адиабатным».**

2.17. Термодинамический газовый процесс, в котором все параметры газа изменяются, называется _____. **Ответ: «политропным».**

2.18. Термодинамический цикл, состоящий из двух изотермических и двух адиабатных процессов, называется циклом _____. **Ответ: «Карно».**

2.19. Процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой называется _____. **Ответ: «теплопроводностью».**

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

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

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

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

2.24. 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».**

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

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

2.27. 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».**

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

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

2.30. Количества тепла, передаваемого в единицу времени через единицу площади поверхности стенки при разности температур между горячим и холодным теплоносителями в 1 °С или К, называется _____. **Ответ:**

«коэффициентом теплопередачи».

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

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

2.33. 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».**

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

2.35. 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».**

2.36. 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».**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.47. 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».**

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

3. Вопросы на установление последовательности.

3.1. 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

3.2. 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

3.3. 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

3.4. 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

3.5. 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

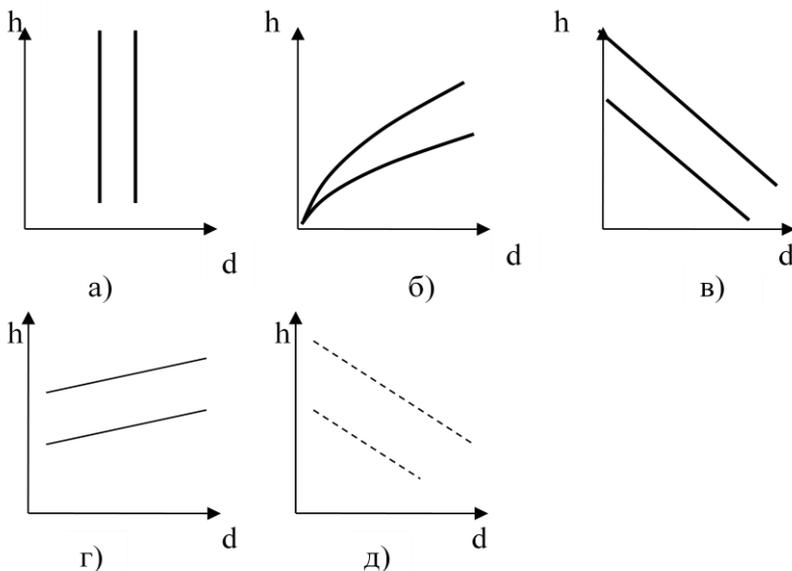
б) - 5

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. 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 | 3) v', h', s' |
| г) воде в состоянии насыщения (кипения) | 4) v'', h'', s'' |

Ответ: а) - 4

б) - 1

в) - 2

г) - 3

4.8. 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

4.9. 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

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

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

Ответ: а) - 2

б) - 1

в) - 1 или 3

г) - 5

д) – 4

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

- | | |
|---|---|
| а) коэффициент излучения абсолютно черного тела | 1) 1 |
| б) степень черноты абсолютно черного тела | 2) $5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ |
| в) удельная массовая теплоемкость воды | 3) $1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$ |
| г) удельная массовая теплоемкость воздуха | 4) $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$ |
| д) степень черноты абсолютно белого тела | 5) 0 |

Ответ: а) - 2

б) – 1

в) – 4

г) – 3

д) – 5

4.12. 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 температуры и численно равная производной от температуры по этому направлению |
| г) тепловой поток | 4) количество теплоты, проходящее за единицу времени через изотермическую поверхность площадью 1 квадратный метр при температурном градиенте, равном единице. |
| д) коэффициент теплопроводности | 5) совокупность значений температуры во всех точках тела в данный момент времени |

Ответ: а) - 2

б) - 5

в) - 3

г) - 1

д) - 4

4.13. 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

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

- | | |
|----------------------------|---|
| а) закон Планка | 1) плотность интенсивности излучения абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры |
| б) закон Вина | 2) максимальное излучение имеет место в направлении нормали к поверхности; количество энергии, излучаемой под углом ϕ к нормали |
| в) закон Стефана-Больцмана | 3) интенсивность излучения абсолютно черного тела и любого реального тела зависит от температуры и длины волны |
| г) закон Кирхгофа | 4) отношение энергии излучения к коэффициенту поглощения не зависит от природы тела и равно энергии излучения абсолютно черного тела при той же температуре |
| д) закон Ламберта | 5) кривая излучения черного тела для разных температур достигает максимума при разных длинах волн, которые обратно |

пропорциональны температуре.

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

4.15. Какими приборами измеряется давление?

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

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

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

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| а) ламинарный | 1) $Re < 10000$ |
| б) переходный | 2) $Re > 10000$ |
| в) турбулентный | 3) $Re > 2300$ |
| | 4) $Re < 2300$ |
| | 5) $2300 < Re < 10000$. |

- Ответ:** а) – 4
б) - 5
в) – 2

4.17. Что принимают за определяющий линейный размер l_0 в числах подобия (например, $Re = w \cdot l_0 / \nu$, $Nu = \alpha \cdot l_0 / \lambda$, $Gr = g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l_0^3 / \nu^2$) 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

4.18. 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

4.19. 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 перемещения и перемешивания частиц с различной температурой. |
| в) сложная теплоотдача | 3) движение жидкости (или газа) под действием внешних побудителей потока, например, насоса, вентилятора или компрессора и пр. |
| г) вынужденная конвекция | 4) движение жидкости (или газа) вследствие разности плотностей нагретых и холодных частей жидкости (или газа), обусловленное разностью температур, под действием сил гравитации. |
| д) теплопередача | 5) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку. |

Ответ: а) – 2

б) - 4

в) – 1

г) – 3

д) – 5

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

- | | |
|------------------------------|--|
| а) закон Фурье | 1) $E_o = C_o(T/100)^4$. |
| б) уравнение Ньютона-Рихмана | 2) $E_o = E/A = f(T)$. |
| в) закон Стефана-Больцмана | 3) $Q = -\lambda(dT/dn)F$ |
| г) закон Кирхгофа | 4) $\lambda_{max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$. |
| д) закон Вина | 5) $Q = \alpha(t_c - t_{ж})F$. |

Ответ: а) – 3

б) - 5

в) – 1

г) – 2

д) – 4

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

- | | |
|--------------------------------------|--|
| а) граничные условия первого рода | 1) распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени. |
| б) граничные условия второго рода | 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

4.22. 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
- г) критерий Нуссельта
- д) критерий Эйлера

- 3) $Eu = p / (\rho \cdot w^2)$
- 4) $Re = w \cdot \ell / \nu$
- 5) $Nu = \alpha \cdot \ell / \lambda$

Ответ: а) – 4

б) - 2

в) – 1

г) – 5

д) – 3

4.23. 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 (б).

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:

<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 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.

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 №3.

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 №4.

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 №5.

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 №6.

В изобарном процессе расширения воздух нагревается на 100°С. Определите работу расширения 1 кг воздуха, если его удельная газовая постоянная $R = 287$ Дж/кг·К. К ответу на задачу обязательно приложить

обоснование решения.

Ответ:

- а) $l = 28,7$ кДж
- б) $l = 2,87$ кДж
- в) $l = 287$ кДж
- г) $l = 0,287$ кДж
- д) $l = 2870$ кДж

Компетентностно-ориентированная задача №7.

Определить степень сухости пара x , если объем пара при давлении $p = 1,4$ МПа равен $v = 0,08$ м³/кг, а объемы насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара равны $v' = 0,00115$ м³/кг, $v'' = 0,1407$ м³/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 №8.

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 H-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 №9.

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 H-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 №10.

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 №11.

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.

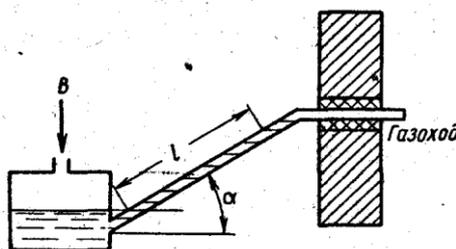


Рис. 3

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 №12.

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

Ответ:

а) $t = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

б) $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

в) $t = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

г) $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

д) $t = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Компетентностно-ориентированная задача №13.

Дутьевой вентилятор подает в топку парового котла $102000\text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха при температуре $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении $20,7\text{ кПа}$. Барометрическое давление воздуха в помещении $B=100,7\text{ кПа}$. Определить часовую производительность вентилятора в м^3 при нормальных условиях.

Ответ:

а) $V_{\text{н.у.}} = 58225\text{ м}^3/\text{ч}$.

б) $V_{\text{н.у.}} = 5822\text{ м}^3/\text{ч}$.

в) $V_{\text{н.у.}} = 582\text{ м}^3/\text{ч}$.

г) $V_{\text{н.у.}} = 58\text{ м}^3/\text{ч}$.

д) $V_{\text{н.у.}} = 582255\text{ м}^3/\text{ч}$.

Компетентностно-ориентированная задача №14.

По трубопроводу протекает $10\text{ м}^3/\text{с}$ кислорода при температуре $127\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении $0,4\text{ МПа}$. Определить массовый расход газа в секунду.

Ответ:

а) $G = 38,5\text{ кг/с}$.

б) $G = 55,8\text{ кг/с}$.

в) $G = 10\text{ кг/с}$.

г) $G = 75,5\text{ кг/с}$.

д) $G = 25,5\text{ кг/с}$.

Компетентностно-ориентированная задача №15.

Сжатый воздух в баллоне имеет температуру $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до $450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более $9,8\text{ МПа}$? Начальное давление воздуха в баллоне $4,8\text{ МПа}$.

Ответ:

а) $p_2 = 12,05\text{ МПа} > 9,8\text{ МПа}$, баллон взорвется.

б) $p_2 = 9,8\text{ МПа} = 9,8\text{ МПа}$, баллон не взорвется.

в) $p_2 = 9\text{ МПа} < 9,8\text{ МПа}$, баллон не взорвется.

г) $p_2 = 15\text{ МПа} > 9,8\text{ МПа}$, баллон взорвется.

д) $p_2 = 9,8\text{ МПа} = 9,8\text{ МПа}$, баллон взорвется.

Компетентностно-ориентированная задача №16.

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 №17.

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 №18.

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) $\alpha = 9,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, $q_\ell = 50 \text{ Вт}/\text{м}$.
- г) $\alpha = 18,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, $q_\ell = 32 \text{ Вт}/\text{м}$.
- д) $\alpha = 36,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, $q_\ell = 300 \text{ Вт}/\text{м}$.

Компетентностно-ориентированная задача №19.

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

Ответ:

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

Компетентностно-ориентированная задача №20.

Помещение отапливается с помощью горизонтального трубопровода наружным диаметром $d_n = 25 \text{ мм}$. Температура поверхности трубопровода $t_c = 100 \text{ °С}$, а воздуха в помещении 25 °С . Определить коэффициент теплоотдачи α , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ и линейный тепловой поток q_ℓ , $\text{Вт}/\text{м}$. 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) $\alpha = 9,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q_\ell = 55 \text{ Вт}/\text{м}$.
- б) $\alpha = 18,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q_\ell = 110 \text{ Вт}/\text{м}$.
- в) $\alpha = 4,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q_\ell = 27 \text{ Вт}/\text{м}$.
- г) $\alpha = 9,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q_\ell = 110 \text{ Вт}/\text{м}$.
- д) $\alpha = 18,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q_\ell = 55 \text{ Вт}/\text{м}$.

Компетентностно-ориентированная задача №21.

В узкой щели между стенками, имеющими на поверхности температуры $t_{c1} = 160 \text{ °С}$ и $t_{c2} = 60 \text{ °С}$, 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 №22.

Определить тепловой поток Q , излучаемый стальной трубой с окисленной поверхностью ($\varepsilon_1 = 0,80$), имеющей наружный диаметр $d_n = 70 \text{ мм}$ и длину $\ell = 10 \text{ м}$. Температура поверхности трубы $t_1 = 230 \text{ }^\circ\text{С}$. Труба расположена в помещении на большом удалении от стен, температура которых $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{С}$. $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ - 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 №23.

Горизонтальная плита с обращенной вверх теплоотдающей поверхностью имеет размеры $600 \times 1100 \text{ мм}$ и нагрета до $t_c = 80 \text{ }^\circ\text{С}$. Вдали от плиты воздух имеет температуру $t_{ж} = 30 \text{ }^\circ\text{С}$. 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 №24.

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 ($\lambda_{ст} = 45 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) 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) $k = 0,000354 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 0,02478 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

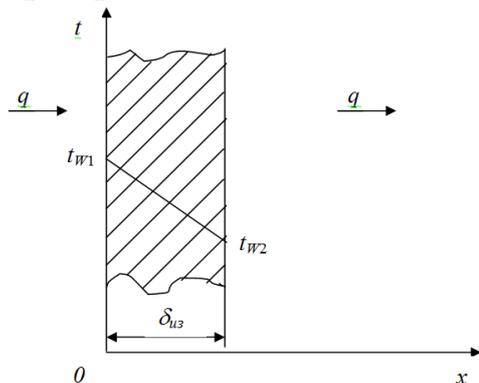
в) $k = 9,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $q = 63 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

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 №25.

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 $t_{w1} = 700^\circ\text{C}$ и $t_{w2} = 40^\circ\text{C}$. 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 $^\circ\text{C}$.



Ответ:

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

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

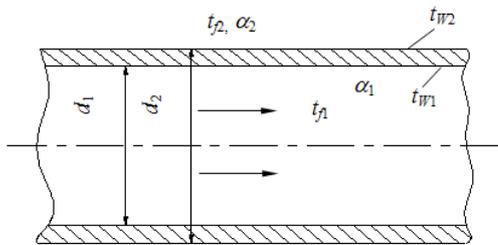
в) $\delta_{\text{ал}} = 0,00778 \text{ м}$; $\delta_{\text{шл.в.}} = 0,019 \text{ м}$

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 №26.

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 $t_{f2} = \text{минус } 18^\circ\text{C}$. Определить потерю теплоты с 1 м длины трубопровода, если коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda = 58,15 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1 = 1395 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$ и от трубы к окружающему воздуху $\alpha_2 = 13,95 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$.

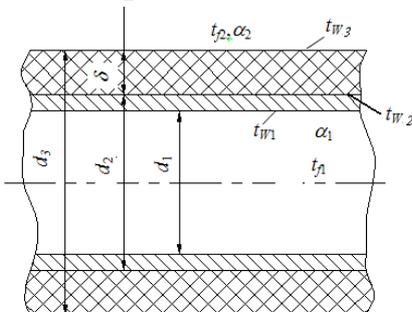


Ответ:

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

Компетентностно-ориентированная задача №27.

По изолированному 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 $t_{f2} = \text{минус } 18^\circ\text{C}$. Определить потерю теплоты с 1 м длины трубопровода, если коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda=58,15 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1=1395 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, толщина слоя изоляции $\delta = 70 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}} = 0,116 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, а коэффициент теплоотдачи поверхности изоляции к окружающей среде $\alpha_2=9,3 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$.



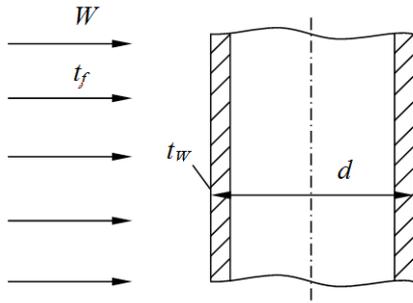
Ответ:

- а) $q_l = 555,4 \text{ Вт/м}$
- б) $q_l = 455,4 \text{ Вт/м}$
- в) $q_l = 355,4 \text{ Вт/м}$
- г) $q_l = 255,4 \text{ Вт/м}$
- д) $q_l = 155,4 \text{ Вт/м}$

Компетентностно-ориентированная задача №28.

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 №29.

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 №30.

Электронагреватель мощностью 1,7 кВт находится внутри фарфоровых труб (коэффициент теплопроводности фарфора $\lambda_{ф}=1,04 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$), диаметр которых $20 \times 3 \text{ мм}$, а общая длина 7 м. На внутренней поверхности труб температура 140°C . Трубы опущены в раствор, температура кипения которого 130°C . Будет ли происходить кипение раствора на поверхности труб?

Ответ:

- а) $t_{ст} = 128,8^\circ\text{C} < 130^\circ\text{C}$, не закипит.**
- б) $t_{ст} = 138,8^\circ\text{C} > 130^\circ\text{C}$, закипит.

- в) $t_{\text{ст}} = 130 \text{ }^{\circ}\text{C} = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$, закипит.
г) $t_{\text{ст}} = 140 \text{ }^{\circ}\text{C} > 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$, закипит.
д) $t_{\text{ст}} = 118,8 \text{ }^{\circ}\text{C} < 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$, не закипит.

Компетентностно-ориентированная задача №31.

Рассчитать толщину слоя изоляции, имеющего на поверхности температуру соответственно 500 и 50 $^{\circ}\text{C}$, если допустимые тепловые потери 350 $\text{Вт}/\text{м}^2$, а теплопроводность материала теплоизоляции $\lambda_t = 0,84 + 0,0006 \cdot t \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Найти температуры в слое изоляции через каждые 50 мм его толщины.

Ответ:

- а) $\delta = 1,0 \text{ м}$.
б) $\delta = 1,1 \text{ м}$.
в) $\delta = 1,2 \text{ м}$.
г) **$\delta = 1,3 \text{ м}$** .
д) $\delta = 1,4 \text{ м}$.

Компетентностно-ориентированная задача №32.

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 $^{\circ}\text{C}$, а стенки трубы 20 $^{\circ}\text{C}$. Теплофизические свойства воздуха (C_p , λ , ν , Pr) представлены в справочной литературе и методических указаниях.

Ответ:

- а) $\alpha = 4,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, $Q = 42 \text{ Вт}$.
б) $\alpha = 446 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, $Q = 4200 \text{ Вт}$.
в) **$\alpha = 44,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, $Q = 420 \text{ Вт}$** .
г) $\alpha = 0,446 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, $Q = 4,2 \text{ Вт}$.
д) $\alpha = 4460 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, $Q = 42000 \text{ Вт}$.

Компетентностно-ориентированная задача №33.

Бетонные трубы (коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_6 = 1,28 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}$), имеющие диаметр 150×25 мм, надо проложить в грунте. Температура грунта на внешней поверхности трубы может снизиться до $-1,82^{\circ}\text{C}$. Жидкость в трубах замерзает при температуре $-0,5^{\circ}\text{C}$. Можно ли прокладывать трубы без теплоизоляции, если линейная плотность теплового потока через стенку трубы равна 21,7 $\text{Вт}/\text{м}$?

Ответ:

- а) **$t_{\text{ст}} = -0,72 \text{ }^{\circ}\text{C} < -0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, без теплоизоляции нельзя прокладывать.**
б) $t_{\text{ст}} = -0,72 \text{ }^{\circ}\text{C} < -0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, без теплоизоляции можно прокладывать.
в) $t_{\text{ст}} = -0,52 \text{ }^{\circ}\text{C} < -0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, без теплоизоляции можно прокладывать.

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

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

Компетентностно-ориентированная задача №34.

Паропровод с наружным диаметром 100 мм покрыт слоем изоляции толщиной 80 мм и теплопроводностью, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, $\lambda_t = 0,14 + 0,00016 \cdot t$. На поверхностях слоя температуры 170 и 30 $^\circ\text{C}$. 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 №35.

В теплообменнике вода движется по трубам диаметром $40 \times 2,5$ мм со скоростью 1 м/с и нагревается от 15 до 85 $^\circ\text{C}$. Труба имеет температуру 95 $^\circ\text{C}$ 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) $\alpha = 544 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $q_t = 2692 \text{ Вт}$.

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

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

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

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

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).