

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 30.10.2023 11:47:42  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Технологии и общетехнических дисциплин*

**Оценочные материалы по дисциплине (модулю)**

дисциплина

*Теплотехника*

*Блок Б1, часть, формируемая участниками образовательных отношений,  
Б1.В.ДВ.03.01*

цикл дисциплины и его часть (обязательная часть или часть, формируемая участниками образовательных отношений)

Направление

*44.03.04*

*Профессиональное обучение (по отраслям)*

код

наименование направления

Программа

*Машиностроение и материалобработка*

Форма обучения

*Заочная*

Для поступивших на обучение в  
**2023 г.**

Разработчик (составитель)

*к.т.н., доцент*

*Белобородова Т. Г.*

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).....</b>	<b>3</b>
<b>2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания .....</b>	<b>35</b>

**1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
			1	2	3	4	
			неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
ПК-1. Способен организовывать учебную и учебно-производственную деятельность обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), программ профессионального обучения СПО	ПК-1.1. Демонстрирует знания преподаваемой области научного (научно-технического) знания и (или) профессиональной деятельности	Обучающийся должен: Знать основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математические модели процессов теплообмена; теорию подобия применительно к изучению процессов конвективного теплообмена; принципы	Фрагментарные знания основных законов переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математических моделей процессов теплообмена; теории подобия применительно к изучению процессов конвективного теплообмена; принципов	В целом сформированные, но неполные знания основных законов переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математических моделей процессов теплообмена; теории подобия применительно к изучению процессов конвективного	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных законов переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математических моделей процессов теплообмена; теории подобия применительно к изучению процессов	Сформированные систематические знания основных законов переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математических моделей процессов теплообмена; теории подобия применительно к изучению процессов	Тестовые задания

		расчета теплообменных аппаратов.	расчета теплообменных аппаратов.	теплообмена; принципов расчета теплообменных аппаратов.	конвективного теплообмена; принципов расчета теплообменных аппаратов.	конвективного теплообмена; принципов расчета теплообменных аппаратов.	
ПК-1.2. Применяет педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся по освоению учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), на практике	Обучающийся должен: Уметь выполнять расчеты, включающие в себя определение тепловых потоков, промежуточных температур, поверхностей теплообмена, объяснять явления и процессы переноса тепла.	Фрагментарное умение выполнять расчеты, включающие в себя определение тепловых потоков, промежуточных температур, поверхностей теплообмена, объяснять явления и процессы переноса тепла.	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять расчеты, включающие в себя определение тепловых потоков, промежуточных температур, поверхностей теплообмена, объяснять явления и процессы переноса тепла.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять расчеты, включающие в себя определение тепловых потоков, промежуточных температур, поверхностей теплообмена, объяснять явления и процессы переноса тепла.	Сформированное умение выполнять расчеты, включающие в себя определение тепловых потоков, промежуточных температур, поверхностей теплообмена, объяснять явления и процессы переноса тепла.	Реферат	
ПК-1.3. Планирует и организует проведение учебных занятий по	Обучающийся должен: Владеть навыками расчетов процессов	Не демонстрирует владение навыками расчетов процессов	Не уверенно демонстрирует владение навыками расчетов процессов	Уверенно демонстрирует владение навыками расчетов процессов	Демонстрирует полное владение навыками расчетов процессов	Самостоятельная контрольная работа	

	учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям) образовательной программы.	теплообмена, работы со справочной литературой.	теплообмена, работы со справочной литературой.	теплообмена, работы со справочной литературой.	теплообмена, работы со справочной литературой.	теплообмена, работы со справочной литературой.	
--	---	--	--	--	--	--	--

## 2. Оценочные средства, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

### Тестовые задания

Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1.1 на этапе «Знания»

#### 1.1. Основные законы идеальных газов

Задание 1: Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона) имеет вид

Ответы: 1).  $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \frac{m \cdot w^2}{2}$                       2).  $P \cdot v = \text{const}$

3).  $PV = RT$                       4).  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       5).  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$

Задание 2 Закон Шарля (закон изохорного процесса) имеет вид

Ответы: 1).  $P \cdot v = \text{const}$                       2).  $PV = RT$                       3).  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$

4).  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       5).  $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \frac{m \cdot w^2}{2}$

Задание 3: Закон Бойля–Мариотта (закон изотермического процесса) имеет вид

Ответы: 1).  $PV = RT$                       2).  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       3).  $P \cdot v = \text{const}$

4).  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       5).  $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \frac{m \cdot w^2}{2}$

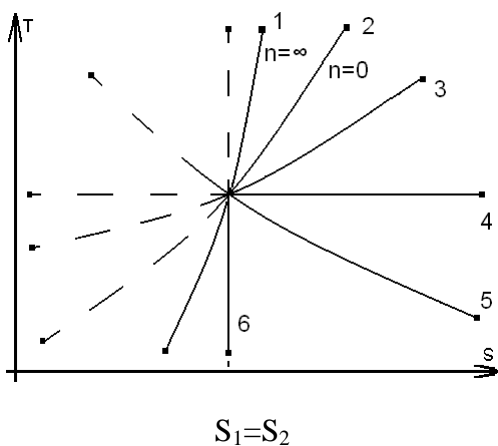
Задание 4: Закон Гей–Люссака (закон изобарного процесса) имеет вид

Ответы: 1).  $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       2).  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$                       3).  $P \cdot v = \text{const}$

4).  $PV = RT$                       5).  $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \frac{m \cdot w^2}{2}$

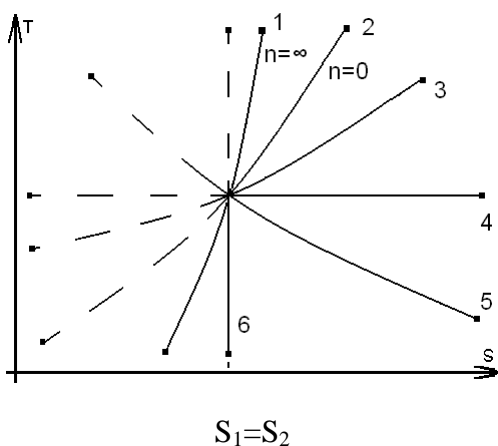
#### 1.2. Термодинамические процессы

Задание 5: Из предложенных вариантов выбрать изображение изобарного процесса в диаграмме T–S



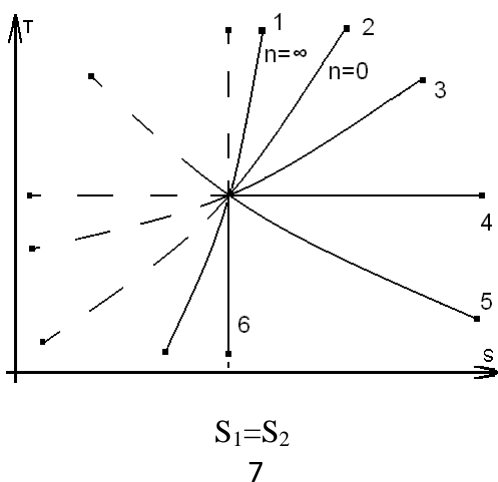
- Ответы: 1). процесс 1                      2). процесс 2                      3). процесс 4  
             4). процесс 5                      5). процесс 6

Задание 6: Из предложенных вариантов выбрать изображение изохорного процесса в диаграмме T-S



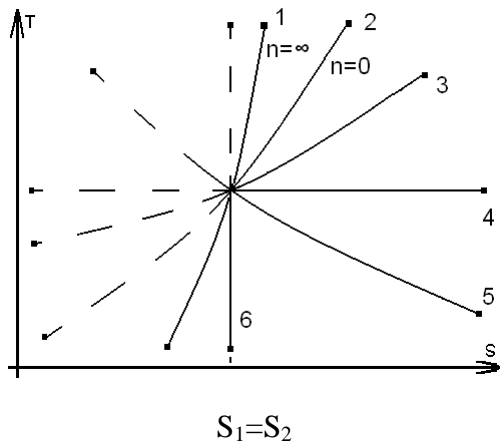
- Ответы: 1). процесс 6                      2). процесс 5  
             3). процесс 4                              4). процесс 2  
             5). процесс 1

Задание 7: Из предложенных вариантов выбрать изображение политропного процесса ( $1 < n < \infty$ ) в диаграмме T-S



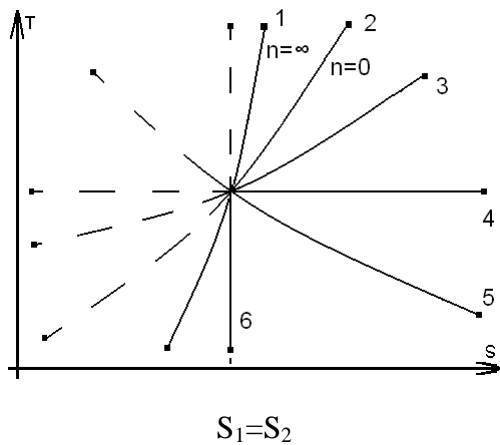
- Ответы: 1). процесс 2                      2). процесс 3  
           3). процесс 1                        4). процесс 5  
           5). процесс 6

Задание 8: Из предложенных вариантов выбрать изображение политропного процесса ( $0 < n < 1$ ) в диаграмме T-S



- Ответы: 1). процесс 1                      2). процесс 2  
           3). процесс 3                        4). процесс 4  
           5). процесс 5

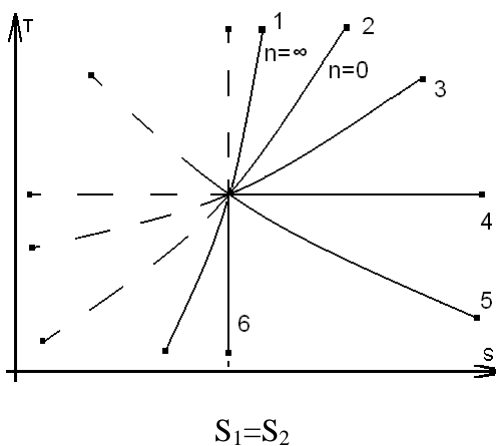
Задание 9: Из предложенных вариантов выбрать изображение изотермического процесса в диаграмме T-S



- Ответы: 1). процесс 1                      2). процесс 2  
           3). процесс 3                        4). процесс 4  
           5). процесс 5

Задание 10: Из предложенных вариантов выбрать изображение адиабатного процесса в диаграмме T-S





- Ответы: 1). процесс 1                          2). процесс 2  
             3). процесс 3                          4). процесс 4                          5). процесс 6

### 1.3 Работа и теплота как форма передачи энергии. Вычисление теплоты.

Задание 11: Удельная теплота в изобарном процессе с идеальным газом вычисляется по формуле

- Ответы: 1).  $q = C_v (T_2 - T_1)$                       2).  $q_0 = I_0$                       3).  $q = C_p (T_2 - T_1)$   
 4).  $q = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$                       5). Иной вариант ответа

Задание 12: Удельная теплота в изохорном процессе с идеальным газом вычисляется по формуле:

- Ответы: 1).  $q = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$                       2).  $q = C_v (T_2 - T_1)$   
 3).  $q_0 = I_0$                       4).  $q = C_p (T_2 - T_1)$                       5).  $q = 0$

Задание 13: Удельная теплота в изотермическом процессе с идеальным газом вычисляется по формуле

- Ответы: 1).  $q = C_p (T_2 - T_1)$                       2).  $q = C_v (T_2 - T_1)$   
 3).  $q = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$                       4).  $q = 0$                       5). Иной вариант ответа

### 1.4. Вычисление работы деформации газа.

Задание 14: Удельная работа в изобарном процессе с идеальным газом вычисляется по формуле

- Ответы: 1).  $l = RT \ln \frac{P_1}{P_2}$                       2).  $l = R (T_2 - T_1)$

$$3). l = \frac{R(T_1 - T_2)}{K - 1} \quad 4). l = 0 \quad 5). l = \frac{R \cdot T_1}{K - 1} \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \right]$$

Задание 15: Удельная работа в изотермическом процессе с идеальным газом вычисляется по формуле

$$\text{Ответы: } 1). l = RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad 2). l = P (V_2 - V_1)$$

$$3). l = R (T_2 - T_1) \quad 4). l = \frac{R(T_1 - T_2)}{K - 1} \quad 5). l = 0$$

Задание 16: Удельная работа в политропном процессе ( $0 < n < 1$ ) с идеальным газом вычисляется по формуле

$$\text{Ответы: } 1). l = RT \ln \frac{P_1}{P_2} \quad 2). l = P (V_2 - V_1)$$

$$3). l = R (T_2 - T_1) \quad 4). l = \frac{R \cdot T_1}{n - 1} \left[ 1 - \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} \right] \quad 5). l = \frac{R(T_1 - T_2)}{K - 1}$$

### 1.5. Первый закон термодинамики

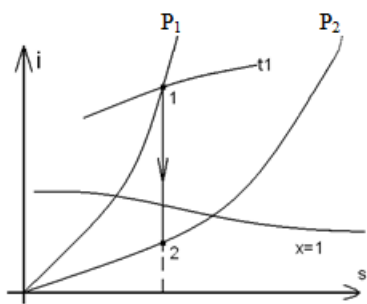
Задание 17: Уравнение первого закона термодинамики для открытых систем в дифференциальной форме имеет вид

$$\text{Ответы: } 1). dq = du + dl \quad 2). dq = C_p dT \quad 3). dq = C_v dT$$

$$4). dq = C_n dT \quad 5). dq = du + \frac{dw^2}{2} + dl'$$

### 1.6. S-i диаграмма водяного пара.

Задание 18: Из предложенных вариантов выбрать изображение в диаграмме S – i процесса адиабатного истечения водяного пара



$S_1=S_2$   
рисунок 1

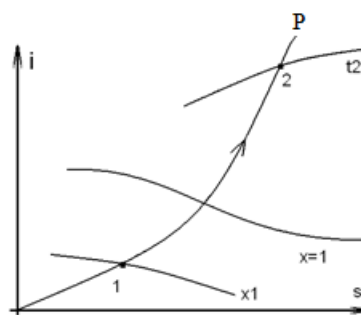


рисунок 2

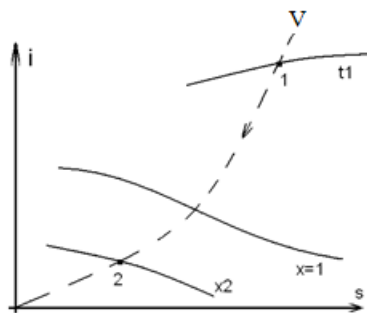


рисунок 3

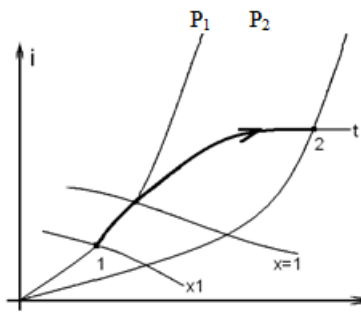
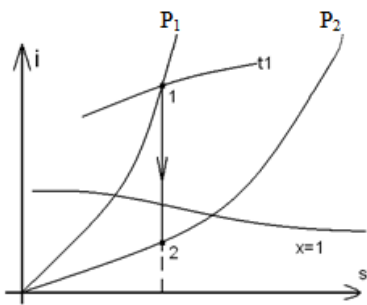


рисунок 4

- Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3  
 4). рисунок 4      5). иной вариант ответа

Задание 19: Из предложенных вариантов выбрать изображение в диаграмме изохорного процесса с водяным паром



$S_1=S_2$   
рисунок 1

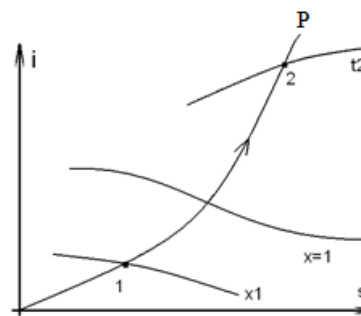


рисунок 2

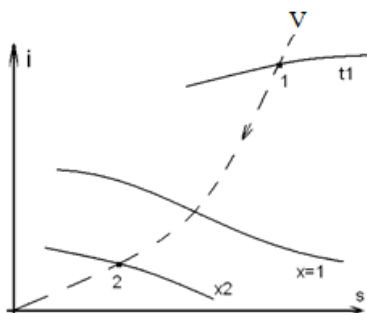


рисунок 3

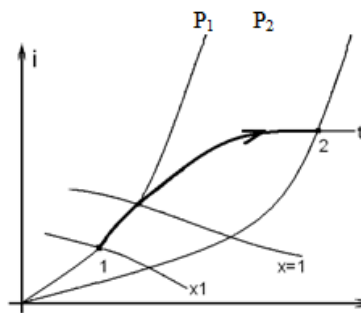


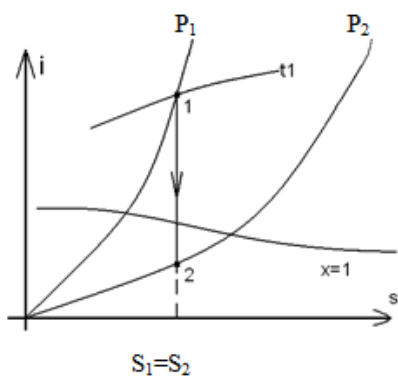
рисунок 4

- Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3

4). рисунок 4

5). иной вариант ответа

Задание 20: Из предложенных вариантов выбрать изображение в диаграмме S–i изотермического процесса с водяным паром



$S_1=S_2$

рисунок 1

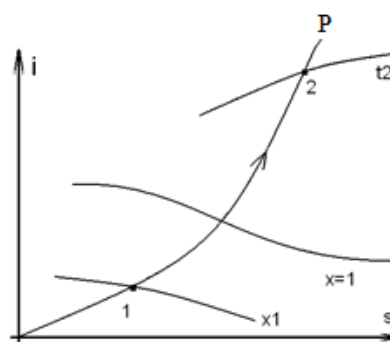


рисунок 2

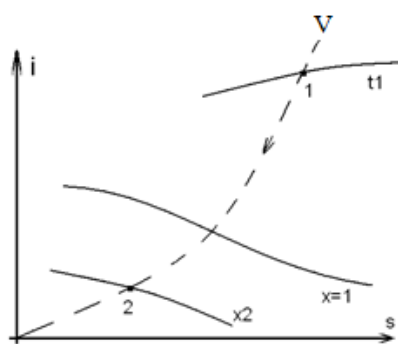


рисунок 3

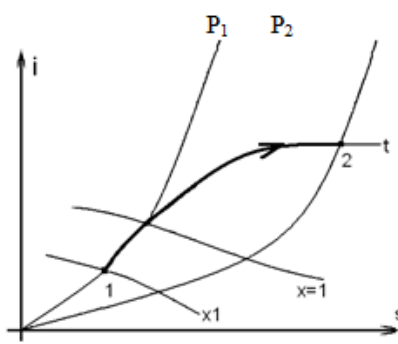


рисунок 4

Ответы: 1). рисунок 1

2). рисунок 2

3). рисунок 3

4). рисунок 4

5). иной вариант ответа

Задание 21: Из предложенных вариантов выбрать изображение в диаграмме S–i изобарного процесса с водяным паром

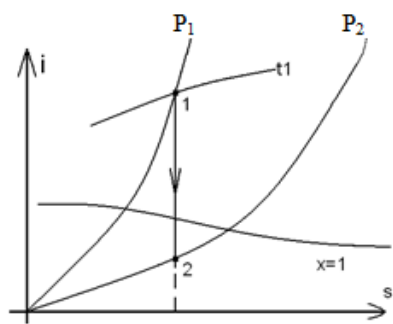


рисунок 1

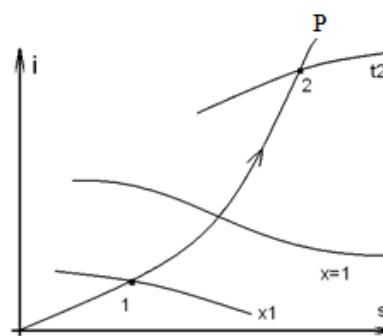


рисунок 2

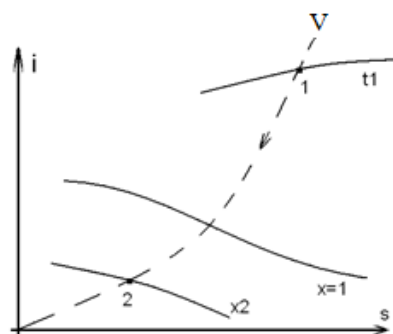


рисунок 3

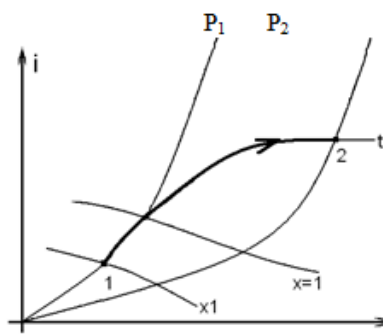


рисунок 4

- Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3  
 4). рисунок 4      5). иной вариант ответа

### 1.7. Идеальные циклы ДВС

Задание 22: Из предложенных вариантов выбрать цикл ДВС с изохорным подводом тепла

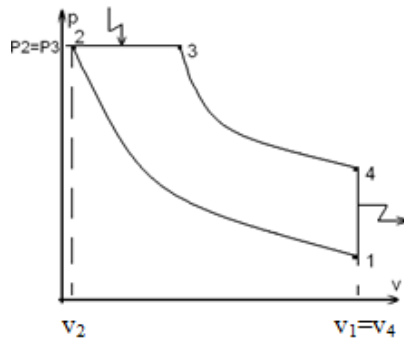


рисунок 1

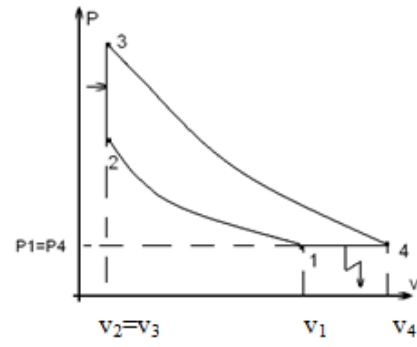


рисунок 2

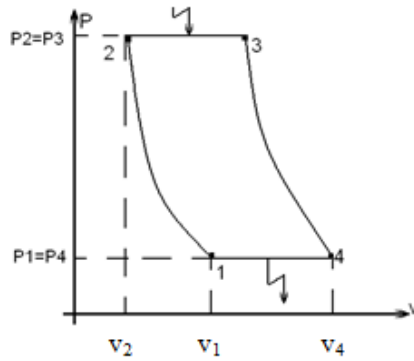


рисунок 3

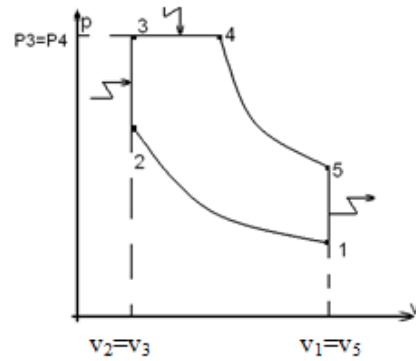


рисунок 4

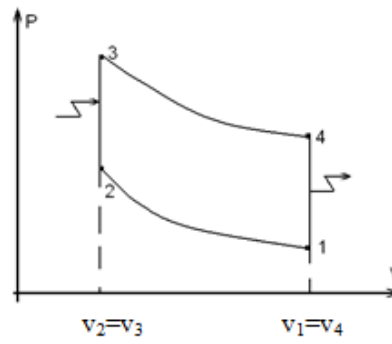


рисунок 5

Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3  
 4). рисунок 4      5). рисунок 5

Задание 23: Из предложенных вариантов выбрать цикл ДВС с изобарным подводом тепла

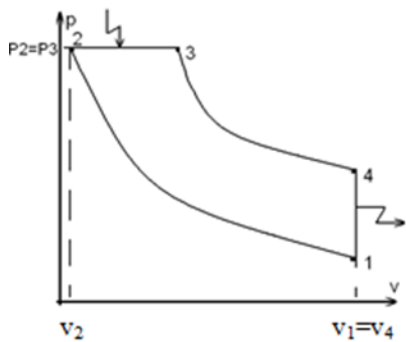


рисунок 1

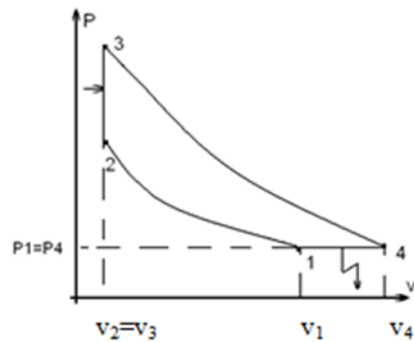


рисунок 2

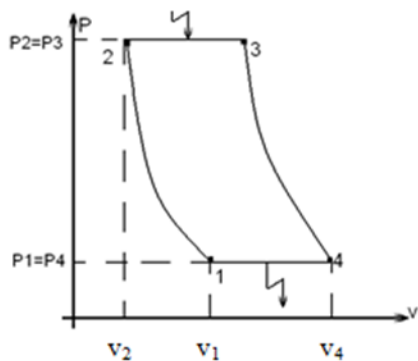


рисунок 3

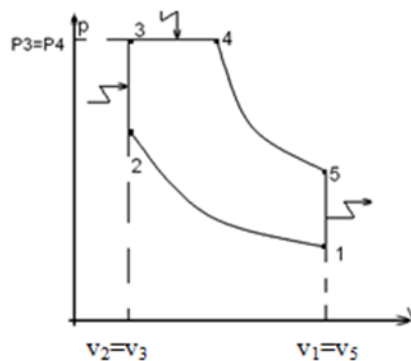


рисунок 4

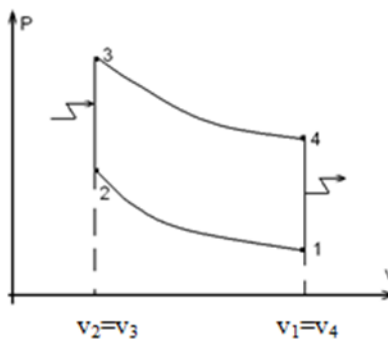


рисунок 5

- Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3  
 4). рисунок 4      5). рисунок 5

Задание 24: Из предложенных вариантов выбрать цикл ДВС со смешанным подводом тепла

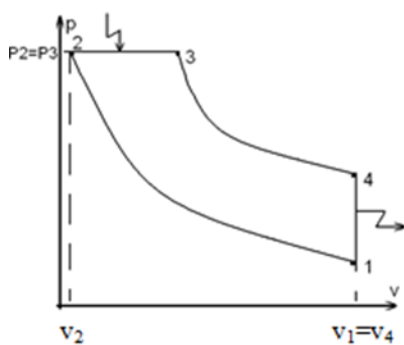


рисунок 1

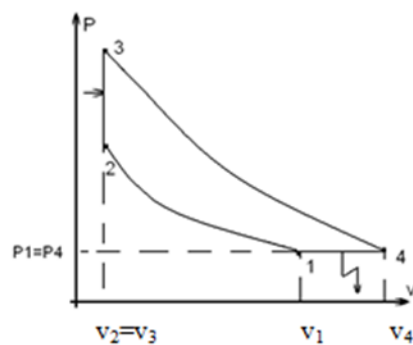


рисунок 2

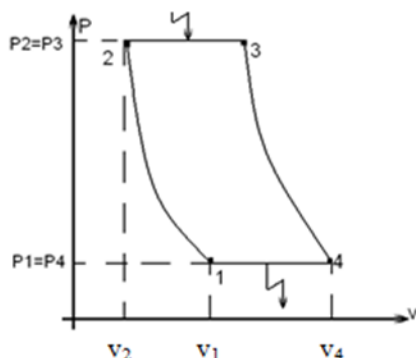


рисунок 3

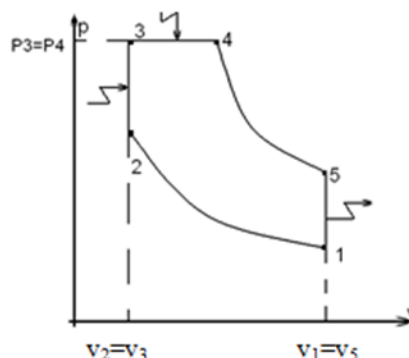


рисунок 4

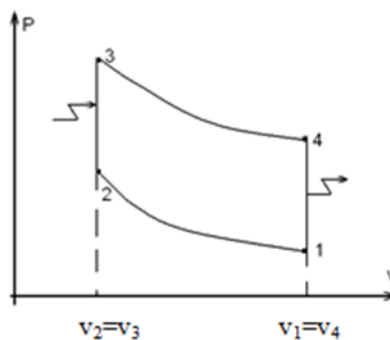


рисунок 5

Ответы: 1). рисунок 1      2). рисунок 2      3). рисунок 3  
4). рисунок 4      5). рисунок 5

Задание 25: Формула для вычисления термического КПД цикла ДВС с изохорным подводом тепла имеет вид

Ответы: 1).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\beta^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}$     2).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$     3).  $\eta_t = 1 - \frac{\rho^\kappa - 1}{\kappa \cdot \varepsilon^{\kappa-1} (\rho - 1)}$

4).  $\eta_t = 1 - \frac{\kappa \cdot (\beta^{\frac{1}{\kappa}} - 1)}{\varepsilon^{\kappa-1} (\lambda - 1)}$     5).  $\eta_t = 1 - \frac{\lambda \cdot \rho^\kappa - 1}{\varepsilon^{\kappa-1} [(\lambda - 1) + \kappa \cdot \lambda (\rho - 1)]}$



Задание 26: Формула для вычисления термического КПД цикла ДВС с изобарным подводом тепла имеет вид

Ответы: 1).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\beta^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}$  2).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$  3).  $\eta_t = 1 - \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{\varepsilon^{\kappa-1} [(\lambda - 1) + \kappa \cdot \lambda (\rho - 1)]}$

4).  $\eta_t = 1 - \frac{\rho^{\kappa} - 1}{\kappa \cdot \varepsilon^{\kappa-1} (\rho - 1)}$  5).  $\eta_t = 1 - \frac{\kappa \cdot (\beta^{\frac{1}{\kappa}} - 1)}{\varepsilon^{\kappa-1} (\lambda - 1)}$

Задание 27: Формула для вычисления термического КПД цикла ДВС со смешанным подводом тепла имеет вид

Ответы: 1).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\beta^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}$  2).  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$  3).  $\eta_t = 1 - \frac{\lambda \cdot \rho^{\kappa} - 1}{\varepsilon^{\kappa-1} [(\lambda - 1) + \kappa \cdot \lambda (\rho - 1)]}$

4).  $\eta_t = 1 - \frac{\rho^{\kappa} - 1}{\kappa \cdot \varepsilon^{\kappa-1} (\rho - 1)}$  5).  $\eta_t = 1 - \frac{\kappa \cdot (\beta^{\frac{1}{\kappa}} - 1)}{\varepsilon^{\kappa-1} (\lambda - 1)}$

## 2 Теория теплообмена

### 2.1 Основные определения, понятие теплового потока, плотности теплового потока

Задание 1: Теплопроводность – это

Ответ: 1) Передача тепла молекулярной диффузией;

2) Перенос теплоты, осуществляемый при перемешивании и перемещении всей массы неравномерно нагретой жидкости или газа

3) Передача тепла между двумя телами, разделенными полностью или частично пропускающей излучение средой.

4) Все перечисленное.

Задание 2: Конвекция – это

Ответ: 1) Молекулярный процесс передачи тепла

2) Перенос теплоты, осуществляемый при перемешивании и перемещении всей массы неравномерно нагретой жидкости или газа

3) Передача тепла между двумя телами, разделенными полностью или частично пропускающей излучение средой.

4) Иной вариант ответа

5) Все перечисленное

Задание 3: Излучение – это

Ответ: 1) Молекулярный процесс передачи тепла

2) Перенос теплоты, осуществляемый при перемешивании и перемещении всей массы неравномерно нагретой жидкости или газа

3) Передача тепла между двумя телами, разделенными полностью или частично пропускающей излучение средой.

4) Иной вариант ответа

Задание 4: Дайте определение плотности теплового потока,  $q, \frac{\hat{A}\dot{\delta}}{i^2}$

Ответ: 1). Количество тепла, которое передается от горячей среды к холодной через стенку, площадью  $1\text{ м}^2$ , в единицу времени при разности температур сред в  $1^\circ\text{C}$

2). Количество тепла, проходящее через 1 м длины цилиндрической стенки в единицу времени

3). Количество тепла, проходящее через  $1\text{ м}^2$  поверхности в единицу времени

4). Количество тепла, которое передается от горячей среды к холодной через 1 м длины цилиндрической трубы в единицу времени при разности температур сред в  $1^\circ\text{C}$

5). Иной вариант ответа

Задание 5: Коэффициент теплопроводности зависит от:

Ответ: 1) Природы рабочего тела; температуры; поверхности соприкосновения; влажности;

2) Природы рабочего тела; температуры; влажности; пористости;

3) Природы рабочего тела; поверхности соприкосновения; влажности; пористости;

4) Поверхности соприкосновения; температуры; влажности; пористости;

5) Природы рабочего тела; поверхности соприкосновения; температуры; влажности; пористости.

## 2.2 Теплопроводность в плоских одно- и многослойных стенках

Задание 6: Уравнение теплопроводности через плоскую двухслойную стенку имеет вид

Ответ: 1).  $q = \alpha(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$       2).  $q = K(t_{\text{в}1} - t_{\text{в}2})$       3).  $q = \frac{\lambda(t_{\text{с}1} - t_{\text{с}2})}{\delta}$

$$4). q_l = \frac{\pi(t_{\text{с}1} - t_{\text{с}2})}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad 5). q = \frac{t_{\text{с}1} - t_{\text{с}2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$$

Задание 7: Коэффициент теплопроводности имеет следующие единицы измерения

Ответ: 1).  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$       2).  $\frac{\hat{A}\dot{\delta}}{i^2}$       3).  $\frac{\hat{A}\dot{\delta}}{i}$       4).  $\frac{\hat{A}\dot{\delta}}{i \cdot \hat{E}}$       5).  $\frac{\hat{A}\dot{\delta}}{\hat{E}}$

Задание 8: Термическое сопротивление теплопроводности плоской стенки имеет следующие единицы измерения

Ответ: 1).  $\frac{\dot{E}}{\hat{A} \cdot \delta}$     2).  $\frac{\dot{E}}{\hat{A} \cdot \delta}$     3).  $\frac{\hat{A} \cdot \delta}{\dot{E}}$     4).  $\frac{\hat{A} \cdot \delta}{\dot{E}}$     5).  $\frac{\hat{A} \cdot \delta}{\dot{E}}$

Задание 9: формула основного закона теплопроводности – закона Фурье имеет вид

Ответ: 1).  $Q = F \cdot \alpha (t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}})$     2).  $Q = F \cdot K (t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}})$     3).  $Q = F \cdot \lambda \cdot \tau \cdot \frac{t_{c_1} - t_{c_2}}{\delta}$

4).  $Q = F \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$     5). Иной вариант ответа

### 2.3 Теплопроводность в цилиндрических одно- и многослойных стенках

Задание 10: Уравнение теплопроводности через цилиндрическую двухслойную стенку имеет вид

Ответ: 1).  $q = \alpha (t_{\text{жс}} - t_{\text{см}})$     2).  $q = K (t_{\text{вн}} - t_{\text{вн}})$     3).  $q_l = \frac{\pi (t_{c_1} - t_{c_2})}{2\lambda \ln \frac{d_2}{d_1}}$

4).  $q = \frac{t_{c_1} - t_{c_2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$     5).  $q_l = \frac{\pi (t_{c_1} - t_{c_2})}{\frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}}$

Задание 11: Уравнение термического сопротивления теплопроводности цилиндрической стенки, имеет вид:

1)  $\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_1}{d_2}$     2)  $\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$     3)  $\frac{2}{\lambda} \ln \frac{d_1}{d_2}$     4)  $\frac{1}{\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$     5)  $\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_1}{d_2}$

Задание 12: Уравнение теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку, имеет вид:

1)  $q_l = \frac{\pi (t_{c_2} - t_{c_1})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$     2)  $q_l = \frac{\pi (t_{c_1} - t_{c_2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$     3)  $q_l = \frac{\pi (t_{c_1} - t_{c_2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$     4)  $q_l = \frac{\pi (t_{c_2} - t_{c_1})}{\sum_{i=1}^n \frac{2}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$

5)  $q_l = \frac{2\pi (t_{c_1} - t_{c_2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$

Задание 13: Величина эквивалентного коэффициента теплопроводности для цилиндрической стенки имеет вид:

$$1) \lambda_{\text{эк}} = \frac{2 \sum_{i=1}^{i=n} \ln d_{i+1} / d_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} \ln d_{i+1} / d_i} \quad 2) \lambda_{\text{эк}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \ln d_{i+1} \cdot d_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} \ln d_{i+1} \cdot d_i} \quad 3) \lambda_{\text{эк}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \ln d_{i+1} / d_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{2}{\lambda_i} \ln d_{i+1} / d_i} \quad 4) \lambda_{\text{эк}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \ln d_{i+1} / d_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{2\lambda_i} \ln d_{i+1} / d_i} \quad 5) \lambda_{\text{эк}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \ln d_{i+1} / d_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda_i} \ln d_{i+1} / d_i}$$

## 2.4 Уравнение теплоотдачи

Задание 14: Уравнение теплоотдачи имеет вид

Ответ: 1).  $q = K(t_{e_1} - t_{e_2})$       2).  $q = \frac{\lambda(t_{c_1} - t_{c_2})}{\delta}$       3).  $q_l = \frac{\pi(t_{c_1} - t_{c_2})}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$

4).  $q = \frac{t_{c_1} - t_{c_2}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$       5).  $q = \alpha(t_{e_1} - t_{\text{н}\delta})$

Задание 15: В уравнении Ньютона  $q = \alpha(t_{e_1} - t_{\text{н}\delta})$  коэффициент  $\alpha$  является

Ответ: 1). Коэффициентом теплопередачи; 2). Коэффициентом теплоотдачи;

3). Коэффициентом теплопроводности; 4). Термическим сопротивлением теплоотдачи; 5). Иной вариант ответа

Задание 16: Коэффициент теплоотдачи, показывает:

1) какое количество тепла отдает или принимает  $1\text{ м}^2$  поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в  $1^\circ$

2) какое количество тепла отдает  $1\text{ м}^2$  поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в  $1^\circ$

3) какое количество тепла принимает  $1\text{ м}^2$  поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в  $1^\circ$

4) какое количество тепла отдает или принимает  $1\text{ м}^2$  поверхности, в единицу времени.

5) какое количество тепла отдает или принимает вся поверхность, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в  $1^\circ$

Задание 17: Термическое сопротивление теплоотдачи имеет следующие единицы измерения

Ответ: 1).  $\frac{\text{и}^2 \cdot \hat{E}}{\hat{A}\delta}$       2).  $\frac{Bm}{\text{м}^2 \cdot K}$       3).  $\frac{\hat{A}\delta}{\text{и} \cdot \hat{E}}$       4).  $\frac{\hat{A}\delta}{\text{и}^2}$       5).  $\frac{\text{и} \cdot \hat{E}}{\hat{A}\delta}$

Задание 18: Коэффициент теплоотдачи это функция зависящая от параметров:

1)  $\alpha = f(\omega, \lambda, \mu, \rho, c, X, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots)$ ; 2)  $\alpha = f(\omega, \lambda, \rho, X, t_{жс}, t_{см}, \Delta t, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots)$

3)  $\alpha = f(\lambda, \mu, \rho, c, X, t_{жс}, t_{см}, \Delta t, l_1, l_2, l_3, \dots)$ ; 4)  $\alpha = f(\omega, \lambda, \mu, \rho, c, X, t_{жс}, t_{см}, \Delta t, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots)$

5)  $\alpha = f(\omega, \lambda, P, S, X, t_{жс}, t_{см}, \Delta t, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots)$

Задание 19: Формула для вычисления критерия Нуссельта имеет вид

Ответ: 1).  $\frac{\lambda}{\alpha \cdot l}$     2).  $\frac{\nu}{a}$     3).  $\frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$     4).  $\frac{q \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$     5).  $\frac{\omega \cdot l}{\nu}$

Задание 20: Формула для вычисления критерия Грасгофа имеет вид

Ответ: 1).  $\frac{\lambda}{\alpha \cdot l}$     2).  $\frac{\nu}{a}$     3).  $\frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$     4).  $\frac{q \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$     5).  $\frac{\omega \cdot l}{\nu}$

Задание 21: Формула для вычисления критерия Прандтля имеет вид

Ответ: 1).  $\frac{\lambda}{\alpha \cdot l}$     2).  $\frac{\nu}{a}$     3).  $\frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$     4).  $\frac{q \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$     5).  $\frac{\omega \cdot l}{\nu}$

Задание 22: Формула для вычисления критерия Рейнольдса имеет вид

Ответ: 1).  $\frac{\lambda}{\alpha \cdot l}$     2).  $\frac{\nu}{a}$     3).  $\frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$     4).  $\frac{q \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot l^3}{\nu^2}$     5).  $\frac{\omega \cdot l}{\nu}$

Задание 23: В критериях подобия под определяющим размером понимается следующий размер

Ответ: 1). Диаметр трубы; 2). Длина трубы; 3). Высота стенки; 4). Основной размер в направлении развития теплового потока; 5). Ширина стенки.

Задание 24: В критериальных уравнениях симплекс  $\left(\frac{\text{Pr}_{жс}}{\text{Pr}_{см}}\right)^{0,25}$  учитывает следующее

Ответ: 1). Влияние характера движения среды; 2). Влияние давления среды;  
3). Влияние направления движения теплового потока; 4). Влияние компоновки пучков труб; 5). Иной вариант ответа.

Задание 25: Индикатор подобия имеет вид:

Ответ: 1)  $\frac{C_\omega \cdot C_\tau}{C_l}$  2)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{C_\omega \cdot C_\tau}{C_l}$  3)  $\frac{C_l \cdot C_\tau}{C_\omega}$  4)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{C_l \cdot C_\tau}{C_\omega}$  5)  $\frac{C_l \cdot C_\omega}{C_\tau}$

### 2.5 Теплообмен при свободной конвекции среды. Теплообмен при вынужденном движении среды в трубах.

Задание 26: Теплоотдача при свободном движении среды описывается следующим критериальным уравнением

Ответ: 1).  $Nu_{t_{жс},d} = 0,15 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,33} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot Cr_{t_{жс},d}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e$

2).  $Nu_{t_{ср},l} = c(Cr \cdot Pr)_{t_{ср},l}^n$

3).  $Nu_{t_{жс},d} = 0,021 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,8} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e$

4).  $Nu_{t_{жс},d} = c \cdot Re_{t_{жс},d}^n \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,38} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$

5).  $Nu_{t_{жс},d} = K_0 \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$

Задание 27: В критериальном уравнении М.А.Михеева, описывающим теплоотдачу при свободной конвекции среды, коэффициенты с и n зависят от следующего фактора

Ответ: 1). От критерия Прандтля

2). От величины произведения критерия Грасгофа на критерий Прандтля

3). От критерия Грасгофа

4). От площади нагретой поверхности

5). От линейных размеров нагретой поверхности

Задание 28: При свободной конвекции воздуха вдоль вертикальной нагретой стенки коэффициент теплоотдачи и температура стенки соотносятся следующим образом

Ответ: 1). Температура стенки не зависит от изменения коэффициента теплоотдачи

2). С ростом величины коэффициента теплоотдачи температура стенки повышается

3). С ростом величины коэффициента теплоотдачи температура стенки понижается

4). Температура стенки с ростом величины коэффициента теплоотдачи вначале возрастает, а затем резко уменьшается

5). Иной вариант ответа

Задание 29: Теплоотдача при вынужденном ламинарном движении среды в трубе описывается следующим критериальным уравнением

$$\text{Ответ: 1). } Nu_{t_{жс},d} = 0,15 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,33} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot Cr_{t_{жс},d}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e$$

$$2). Nu_{t_{ср},l} = c(Cr \cdot Pr)_{t_{ср},l}^n \quad 3). Nu_{t_{жс},d} = 0,021 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,8} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e'$$

$$4). Nu_{t_{жс},d} = c \cdot Re_{t_{жс},d}^n \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,38} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25}$$

$$5). Nu_{t_{жс},d} = K_0 \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25}$$

Задание 30: Теплоотдача при вынужденном турбулентном движении среды в трубе описывается следующим критериальным уравнением

$$\text{Ответ: 1). } Nu_{t_{жс},d} = 0,15 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,33} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot Cr_{t_{жс},d}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e$$

$$2). Nu_{t_{ср},l} = c(Cr \cdot Pr)_{t_{ср},l}^n$$

$$3). Nu_{t_{жс},d} = 0,021 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,8} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e'$$

$$4). Nu_{t_{жс},d} = c \cdot Re_{t_{жс},d}^n \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,38} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \quad 5). Nu_{t_{жс},d} = K_0 \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25}$$

Задание 31: Теплоотдача при переходном режиме движения среды в трубе описывается следующим критериальным уравнением

$$\text{Ответ: 1). } Nu_{t_{жс},d} = 0,15 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,33} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot Cr_{t_{жс},d}^{0,1} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e$$

$$2). Nu_{t_{ср},l} = c(Cr \cdot Pr)_{t_{ср},l}^n$$

$$3). Nu_{t_{жс},d} = 0,021 \cdot Re_{t_{жс},d}^{0,8} \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25} \cdot \varepsilon_e'$$

$$4). Nu_{t_{жс},d} = c \cdot Re_{t_{жс},d}^n \cdot Pr_{t_{жс}}^{0,38} \cdot \left(\frac{Pr_{жс}}{Pr_{см}}\right)^{0,25}$$

$$5). Nu_{t_{жк},d} = K_0 \cdot Pr_{t_{жк}}^{0,43} \cdot \left( \frac{Pr_{жк}}{Pr_{см}} \right)^{0,25}$$

## 2.6. Теплопередача через плоские одно- и многослойные стенки.

Задание 32: Уравнение теплопередачи через плоскую двухслойную стенку имеет вид

$$\text{Ответ: 1). } q = \frac{\lambda(t_{c_1} - t_{c_2})}{\delta} \quad 2). q = \alpha(t_{жк} - t_{см}) \quad 3). q = \frac{t_{жк_1} - t_{жк_2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$4). q = \frac{t_{c_1} - t_{c_2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} \quad 5). q_l = \frac{\pi(t_{c_1} - t_{c_2})}{\frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}}$$

Задание 33: коэффициент теплоотдачи через плоскую стенку, показывает:

1) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

2) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

3) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде, через  $1\text{ м}^2$ , при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

4) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде, через  $1\text{ м}^2$ , в единицу времени.

5) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде в единицу времени, через 1 погонный метр длины трубы, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

Задание 34: Коэффициент теплопередачи через плоскую стенку имеет следующие единицы измерения

$$\text{Ответ: 1). } \frac{\text{м} \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad 2). \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \quad 3). \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \quad 4). \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad 5). \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Задание 35: Из предлагаемых вариантов выбрать формулу для расчета коэффициента теплопередачи через плоскую двухслойную стенку

$$\text{Ответ: 1). } K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} \quad 2). K = \frac{1}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad 3). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$



$$4). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\lambda_1}{\delta_1} + \frac{\lambda_2}{\delta_2} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad 5). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Задание 36: Из предлагаемых вариантов выбрать формулу для расчета коэффициента теплопередачи через плоскую многослойную стенку

$$\text{Ответ: 1) } K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_n}} \quad 2) K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$$3) K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\lambda_2}} \quad 4) K = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad 5) K = \frac{1}{2} \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

## 2.7. Теплопередача через цилиндрические стенки.

Задание 37: Коэффициент теплопередачи через цилиндрическую стенку имеет следующие единицы измерения

$$\text{Ответ: 1). } \frac{m \cdot K}{Bm} \quad 2). \frac{Bm}{m \cdot K} \quad 3). \frac{Bm}{m^2} \quad 4). \frac{m^2 \cdot K}{Bm} \quad 5). \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Задание 38: коэффициент теплоотдачи через цилиндрическую стенку, показывает:

1) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

2) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

3) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде, через  $1\text{m}^2$ , при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

4) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде, через  $1\text{m}^2$ , в единицу времени.

5) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде в единицу времени, через 1 погонный метр длины трубы, при разности температур горячей и холодной среды в  $1^\circ\text{C}$ .

Задание 39: Из предлагаемых вариантов выбрать формулу для расчета коэффициента теплопередачи через цилиндрическую двухслойную стенку

$$\text{Ответ: 1). } K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}} \quad 2). K = \frac{1}{\frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}}$$

$$3). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_3}} \quad 4). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$$

$$5). K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\alpha_2 d_3}}$$

Задание 40: Из предлагаемых вариантов выбрать формулу для расчета коэффициента теплопередачи через цилиндрическую многослойную стенку

$$1) K^u = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}} \quad 2) K^u = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_i d_i} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$

$$3) K^u = \frac{1}{2} \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_i d_i} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad 4) K^u = \frac{1}{2} \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$$

$$5) K^u = 1 - \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_2}}$$

Задание 41: Закон теплопроводности для цилиндрической стенки записывается:

$$1) Q = \pi K^u (t_{ж1} - t_{ж2}) \quad 2) Q = \pi e K^u (t_{ж1} - t_{ж2})$$

$$3) Q = e K^u (t_{ж1} - t_{ж2}) \quad 4) Q = 2\pi e K^u (t_{ж1} - t_{ж2})$$

$$5) Q = \pi e K^u (t_{ж2} - t_{ж1})$$

## 2.8. Назначение и классификация теплообменных аппаратов по способу передачи тепла

Задание 42: Из предложенных вариантов выбрать схему теплообменника-регенератора

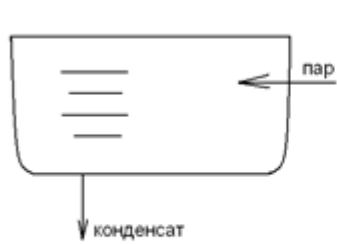


Рисунок 1

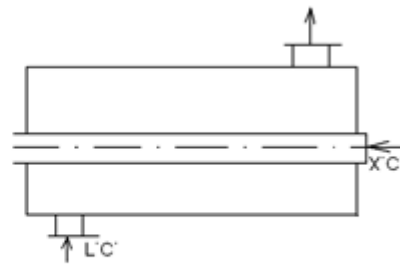


Рисунок 2

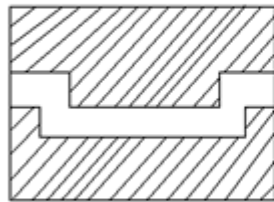


Рисунок 3

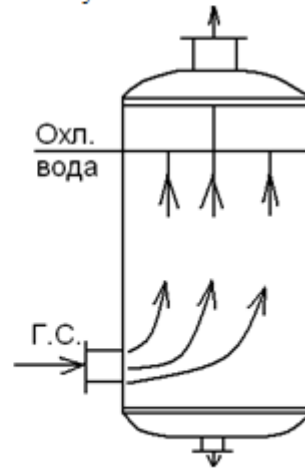


Рисунок 4

- Ответ: 1).Рисунок 1      2).Рисунок 2      3).Рисунок 3  
 4).Рисунок 4      5).Иной вариант ответа

Задание 43: Из предложенных вариантов выбрать схему теплообменника-рекуператора

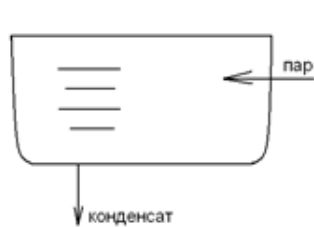


Рисунок 1

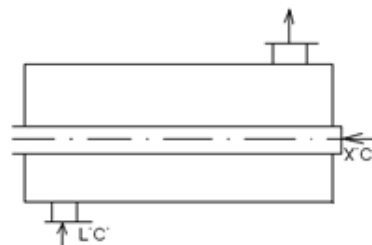


Рисунок 2

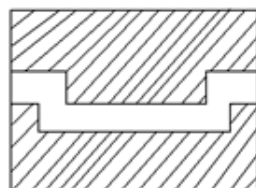


Рисунок 3

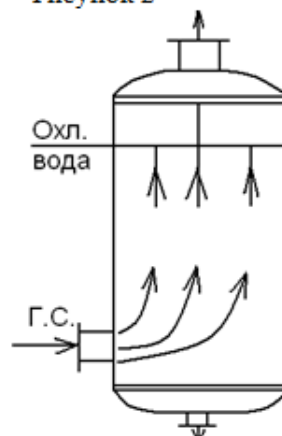


Рисунок 4

- Ответ: 1).Рисунок 1      2).Рисунок 2      3).Рисунок 3  
 4).Рисунок 4      5).Иной вариант ответа

Задание 43: Из предложенных вариантов выбрать схему контактного теплообменника

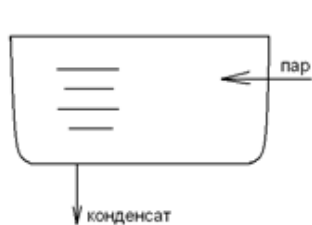


Рисунок 1

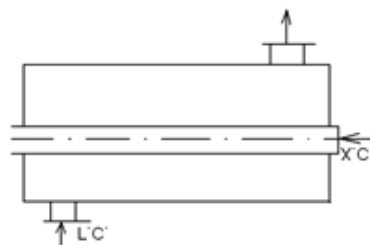


Рисунок 2

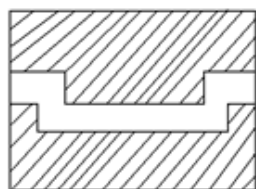


Рисунок 3

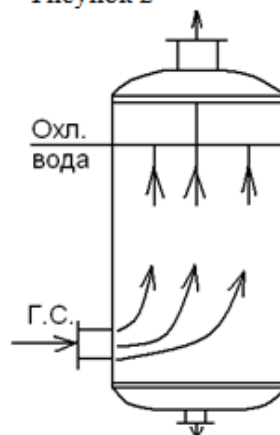


Рисунок 4

- Ответ: 1).Рисунок 1      2).Рисунок 2      3).Рисунок 3  
 4).Рисунок 4      5).Иной вариант ответа

### 2.9. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов

Задание 44: Уравнение теплового баланса для теплообменных аппаратов имеет вид

- Ответ: 1).  $M_1 C_{P_1} (t_2'' - t_2') = M_2 C_{P_2} (t_1' - t_1'')$  2).  $M_1 C_{P_2} (t_2'' - t_2') = M_2 C_{P_1} (t_1' - t_1'')$   
 3).  $M_1 C_{P_2} (t_1' - t_1'') = M_2 C_{P_1} (t_2'' - t_2')$  4).  $M_1 C_{P_1} (t_1' - t_1'') = M_2 C_{P_2} (t_2'' - t_2')$   
 5).  $M_1 C_{P_1} (t_1' - t_1'') = M_2 C_{P_2} (t_2'' - t_2')$

Задание 45: Водяной эквивалент, имеет вид:

- 1)  $M \cdot C_p^2$     2)  $M^2 \cdot C_p$     3)  $2 \cdot M \cdot C_p$     4)  $2 \cdot M^2 \cdot C_p$     5)  $M \cdot C_p$

Задание 46: Как определяется теплоемкость  $C_p$  в уравнении теплового баланса:

- 1)  $\alpha \cdot M$ ;  
 2) выбирается по справочной таблице, в зависимости от  $t_{ж}$ ;

3) постоянна и равна  $1,15 \cdot 10^{-4}$ ;

4)  $t_{ж} \cdot K$ ;

5) иной вариант ответа.

Задание 47: Средний логарифмический температурный напор при прямоточном движении горячей и холодной сред вычисляется по формуле

$$\text{Ответ: 1). } \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}} \quad 2). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' + t_1'') - (t_2' + t_2'')}{\ln \frac{t_1' + t_1''}{t_2' + t_2''}}$$

$$3). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'}} \quad 4). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

$$5). \Delta t_{cp} = \varepsilon \cdot \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

Задание 48: Из предложенных вариантов выбрать формулу для определения среднего логарифмического температурного напора при противоточном движении теплоносителей

$$\text{Ответ: 1). } \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}} \quad 2). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' + t_1'') - (t_2' + t_2'')}{\ln \frac{t_1' + t_1''}{t_2' + t_2''}}$$

$$3). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'}} \quad 4). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

$$5). \Delta t_{cp} = \varepsilon \cdot \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

Задание 49: Средний логарифмический температурный напор при перекрестном движении теплоносителей вычисляется по формуле

$$\text{Ответ: 1). } \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}} \quad 2). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' + t_1'') - (t_2' + t_2'')}{\ln \frac{t_1' + t_1''}{t_2' + t_2''}}$$

$$3). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1'' - t_2''}{t_1' - t_2'}} \quad 4). \Delta t_{cp} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

$$5). \Delta t_{cp} = \varepsilon \cdot \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

Задание 50: Количество переданной теплоты при прямотоке равно:

$$1) Q = W_1(t_1' - t_2') \psi_{\text{прям}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right) \quad 2) Q = 2W_1(t_2' - t_1') \psi_{\text{прям}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right)$$

$$3) Q = W_1(t_2' - t_1') \psi_{\text{прям}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right) \quad 4) Q = W_1(t_1' - t_2') \psi_{\text{прям}} \left( \frac{W_2}{W_1}, \frac{W_1}{kF} \right)$$

$$5) Q = \frac{1}{2} W_1(t_1' - t_2') \psi_{\text{прям}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right)$$

Задание 51: Количество переданной теплоты при противотоке равно:

$$1) Q = W_1(t_1' - t_2'') \psi_{\text{против}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right) \quad 2) Q = 2W_1(t_2' - t_1') \psi_{\text{против}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right)$$

$$3) Q = W_1(t_2' - t_1') \psi_{\text{против}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right) \quad 4) Q = W_1(t_1' - t_2'') \psi_{\text{против}} \left( \frac{W_2}{W_1}, \frac{W_1}{kF} \right)$$

$$5) Q = \frac{1}{2} W_1(t_1' - t_2'') \psi_{\text{против}} \left( \frac{W_1}{W_2}, \frac{kF}{W_1} \right)$$

Задание 52: Количество переданной теплоты при перекрестном токе равно:

$$1) Q = \frac{(t_2' - t_1')}{1/kF + 1/W_1 + 1/W_2} \quad 2) Q = \frac{(t_1' - t_2')}{1/kF + 1/W_1 + 1/W_2}$$

$$3) Q = K \frac{(t_1' - t_2')}{1/kF + 1/2W_1 + 1/2W_2} \quad 4) Q = \frac{(t_2' - t_1')}{1/kF + 1/2W_1 + 1/2W_2}$$

$$5) Q = \frac{(t_1' - t_2')}{1/kF + 1/2W_1 + 1/2W_2}$$

### Тематика рефератов

Темы рефератов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1.2 на этапе «Умения»:

1. Реактивные двигатели, их циклы, устройство и принцип действия.
2. Перспективы развития конструирования двигателей внутреннего сгорания.
3. Холодильные машины, принципиальные схемы, идеальные циклы.
4. Тепловые электростанции, их назначение, классификация и технологические схемы.

5. Атомные электростанции, их принципиальные тепловые схемы и показатели экономичности.
6. Гидравлические электростанции, их принципиальные тепловые схемы и мощность.
7. Источники энергии и топливные ресурсы.
8. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы.
9. Ветроэнергетика и солнечная энергетика.
10. Газотурбинные установки, их принципиальные схемы, циклы, параметры.
11. Магнитодинамические генераторы, устройство, принцип действия, применение.
12. Котельные установки ТЭС, их технологические схемы.
13. Паровые турбины ТЭС, их циклы и основные технологические параметры.
14. Компрессорные установки, циклы, основные параметры.
15. Вторичные энергетические ресурсы.
16. Тепловой баланс Земли.
17. Перспективы развития энергетики.
18. Вклад российских ученых и изобретателей в развитие теплотехники, как прикладной науки.
19. Двигатели Стирлинга и их применение.
20. Типы ТЭС, их место и роль в энергетике России.
21. Безотходные технологии в атомной энергетике.
22. Классификация современных паровых турбин.
23. Альтернативные источники энергии и перспективы их применения в России.
24. Пути решения проблемы загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта.
25. Вклад российских ученых в развитие теории теплообмена.

### Задания к самостоятельной контрольной работе

Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1.3 на этапе «Владения»:

Самостоятельная контрольная работа включает в себя 5 задач, которые охватывают основные разделы: техническую термодинамику, теорию теплообмена. Варианты выбираются по последней и предпоследней цифре зачетной книжки студента. Исходные данные выбираются по таблицам, приведенным к каждой задаче.

Контрольная работа оформляется на стандартных листах формата А4 (297x210 мм). В отчете по контрольной работе должны быть изложены условие каждой задачи, исходные данные и ход решения задачи с пояснением каждого действия. Расчеты должны выполняться в системе единиц измерений СИ.

#### Задача №1

На изобарное сжатие 1 кг газа затрачена работа  $L$ , кДж, после чего газ расширяется изотермически. Работа сжатия равна работе расширения. Объем газа в начале процесса сжатия  $V_1$ , м<sup>3</sup>/кг. Определить давление газа после расширения при температуре  $t_2$ , °С. Данные для решения задач выбрать из таблиц №1 и №2.

Таблица 3

По последней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Газ	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>
L, кДж	250	400	500	320	180	140	100	170	200	290

Таблица 3а

По предпоследней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V <sub>1</sub> , м <sup>3</sup> /кг	0,21	0,18	0,3	0,24	0,42	0,28	0,15	0,42	0,5	0,19
t <sub>2</sub> , °C	20	30	40	70	50	90	15	60	45	52

**Задача №2**

1 кг водяного пара при постоянном давлении P (атм) нагревается от температуры t<sub>1</sub> (°C) до температуры t<sub>2</sub> (°C). Определить количество затрачиваемого тепла, работу, изменение внутренней энергии и энтропии. Изобразить процесс в диаграммах P – V, T – S, I – S.

Таблица 4

По последней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Давление пара P, атм	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50

Таблица 4а

По предпоследней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная температура t <sub>1</sub> , °C	400	390	420	290	340	430	360	320	300	270
Конечная температуры t <sub>2</sub> , °C	600	510	630	590	700	680	650	640	620	700

**Задача №3**

Для цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при V=const определить параметры характерных для цикла точек, количество подведенного и отведенного тепла, термический КПД цикла и его полезную работу при следующих известных данных: начальное давление рабочего тела P<sub>1</sub>, МПа; начальная температура рабочего тела t<sub>1</sub>, °C; степень сжатия ε; степень повышения давления λ. Рабочее тело – воздух, теплоемкость которого принять постоянной. Данные для решения задачи брать из таблиц №5 и №6

Таблица 5

По последней цифре	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



шифра										
$P_1$ , МПа	0,1	0,09	0,12	0,14	0,09	0,1	0,12	0,14	0,1	0,09
$\lambda$	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	1,5	1,7	2,0

Таблица 6

По предпоследней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1$ , °С	60	80	100	80	60	70	50	90	100	110
$\varepsilon$	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6

**Задача №4**

Плоская стальная стенка толщиной  $\delta_{c1}$  омывается с одной стороны горячими газами с температурой  $t_1$ , а с другой водой с температурой  $t_2$ . Коэффициент теплопроводности стали  $\lambda_{ст} = 50$  Вт/(м·К). Определить коэффициент теплопередачи от газов к воде, плотность теплового потока и температуру обеих поверхностей стенок при условии отсутствия и наличия слоя накипи на стенке со стороны воды  $\delta_n = 3$  мм. Коэффициент теплопроводности накипи  $\lambda_n = 2$  Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке  $\alpha_1$  и от стенке к воде  $\alpha_2$ .

Таблица 7

По последней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\delta_{c1}$ , мм	30	25	12	22	14	10	18	24	16	12
$\alpha_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	110	85	48	92	34	522	49	71	63	100
$\alpha_2$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	2600	3200	1800	2000	2400	3000	1900	2200	2500	2700

Таблица 8

По предпоследней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1$ , °С	1500	1300	1100	1250	1430	1000	1170	1350	1480	1200
$t_2$ , °С	180	160	140	100	120	150	130	170	110	90

**Задача №5**

В кожухотрубчатом рекуперативном теплообменном аппарате дымовые газы охлаждаются от температуры  $t_1$  до температуры  $t_1'$ , а воздух, движущийся противоточно, нагревается от 25 °С до  $t_2$ . Количество подогреваемого воздуха  $V$ , коэффициент теплопередачи от дымовых газов к воздуху  $k$ . Определить поверхность нагрева теплообменного аппарата.

Таблица 9

По последней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{ч}$	10	15	18	12	13	17	20	11	14	16
$k, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	22	18	23	21	17	19	16	20	24	22

Таблица 10

По предпоследней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_1', \text{ }^\circ\text{C}$	450	510	475	430	500	520	420	400	460	550
$t_1'', \text{ }^\circ\text{C}$	160	180	140	150	190	200	130	130	150	200
$t_2'', \text{ }^\circ\text{C}$	170	190	150	160	200	210	160	140	150	210

### Перечень вопросов к зачету

1. Основные понятия и определения: термодинамическая система, рабочее тело, основные параметры рабочего тела, термодинамический процесс.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Вычисление работы деформации газа.
4. Теплоемкость, вычисление теплоты.
5. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия.
6. Первый закон термодинамики.
7. Исследование изохорного термодинамического процесса с идеальным газом.
8. Исследование изобарного термодинамического процесса с идеальным газом.
9. Исследование изотермического термодинамического процесса с идеальным газом.
10. Исследование адиабатного термодинамического процесса с идеальным газом.
11. Политропные процессы.
12. Круговые процессы, цикл Карно.
13. Второй закон термодинамики.
14. Типы ДВС. Принцип работы. Теоретическая индикаторная диаграмма.
15. Цикл ДВС с изохорным подводом тепла: цикл Отто.
16. Циклы ДВС с изобарным подводом: цикл Дизеля.
17. Циклы ДВС со смешанным подводом тепла: цикл Тринклера.
18. Водяной пар, процесс парообразования в P-V, T-s диаграммах.
19. I-S диаграмма водяного пара. Графоаналитический метод расчета процессов с водяным паром.
20. Паротурбинные установки: циклы, КПД, принципиальные схемы.

21. Способы распространения тепла.
22. Теплопроводность в плоских, цилиндрических стенках.
23. Конвективная теплоотдача. Свободная конвекция. Критерии, критериальное уравнение.
24. Вынужденная конвекция. Критерии, критериальные уравнения.
25. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки.
26. Классификация теплообменных аппаратов
27. Расчет теплообменных аппаратов.
28. Реактивные двигатели. Циклы, устройство и принцип действия.
29. Холодильные машины. Принципиальные схемы. Принцип действия. Идеальные циклы.
30. Тепловые электростанции. Назначение и классификация ТЭС. Принципиальные тепловые схемы паротурбинных электростанций.
31. Атомные электростанции (АЭС). Принципиальные тепловые схемы АЭС. Показатели экономичности АЭС.
32. Гидравлические электростанции. Общие сведения о ГЭС. Принципиальные тепловые схемы ГЭС.
33. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы.
34. Классификация органических топлив по агрегатному состоянию. Характеристика топлива.
35. Физический процесс горения топлива. Моторные топлива для поршневых ДВС.
36. Основные загрязнители окружающей среды от энергетики.
37. Антропогенное загрязнение атмосферы. Антропогенное загрязнение гидросферы.
38. Антропогенное влияние на тепловой баланс Земли.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

#### Рейтинг-план

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
<b>Модуль 1</b>			0	50
<b>Текущий контроль</b>			0	25
Самостоятельная контрольная работа: задачи №1, №2, №3	15	1	0	15
Реферат	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>			0	25

Контрольное тестирование	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>			0	50
<b>Текущий контроль</b>			0	25
Самостоятельная контрольная работа: задачи №4, №5	15	1	0	15
Реферат	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>			0	25
Контрольное тестирование	15	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>			0	10
Активная работа на лекционном занятии	1	5	0	5
Активная работа на практическом занятии	1	5	0	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	- 6
2. Посещение лабораторных занятий			0	- 10
<b>Итоговый контроль</b>				
2. Зачет				

#### **Критерии оценки на зачет:**

Критерии оценки зачета для заочной формы обучения:

«Не зачтено»: получает студент, показавший пробелы в знании основного учебно-программного материала, допустивший принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

«Зачтено»: получает студент, показывающий знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой по программе курса.

#### **Критерии оценки реферата (в баллах):**

- 0-3 балла выставляется студенту, если: тема реферата не достаточно раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

- 4-6 балла выставляется студенту, если: имеются отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

- 7-8 баллов выставляется студенту, если: основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

- 8-10 баллов выставляется студенту, если: выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

### **Критерии оценки самостоятельной контрольной работы(в баллах):**

- 0-5 балла выставляется студенту, если: допущены грубые ошибки, и правильно выполнено менее половины работы. Грубыми являются ошибки, свидетельствующие, что студент: не усвоил основные физические теории и законы или не умеет применять их при решении практических задач.

- 6-10 балла выставляется студенту, если: студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: а) не более двух грубых ошибок, б) не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) не более двух-трех негрубых ошибок, г) одной негрубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.

- 11-15 баллов выставляется студенту, если: работа выполнена полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов.

Грубыми являются ошибки, свидетельствующие, что студент: не усвоил основные физические теории и законы или не умеет применять их при решении практических задач; не знает формул, графиков, схем или не умеет применять их к решениям задач; не знает единиц физических величин или не умеет пользоваться ими.

Негрубыми ошибками являются: неточность чертежа, графика, схемы; пропуск или неточное написание наименования единиц физических величин.

К недочетам относятся: отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа; отдельные ошибки вычислительного характера; небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

«отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов УУНиТ:

На зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.