

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 21.04.2022 13:35:59
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad56

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Технологии и общетехнических дисциплин

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина

Теплотехника

Блок Б1, базовая часть, Б1.Б.21

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

15.03.01

Машиностроение

код

наименование направления

Программа

Машиностроение

Форма обучения

Заочная

Для поступивших на обучение в
2020 г.

Разработчик (составитель)

к.т.н., доцент

Белобородова Т. Г.

ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	3
2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	6
3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	44

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1	2	3				4
Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1)	1 этап: Знания	Фрагментарные представления об устройстве и принципе действия тепловых машин и аппаратов; видах топлива и источниках энергии, экологических вопросах энергетики.	В целом сформированные, но неполные знания об устройстве и принципе действия тепловых машин и аппаратов; видах топлива и источниках энергии, экологических вопросах энергетики.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об устройстве и принципе действия тепловых машин и аппаратов; видах топлива и источниках энергии, экологических вопросах энергетики.	Сформированные систематические знания об устройстве и принципе действия тепловых машин и аппаратов; видах топлива и источниках энергии, экологических вопросах энергетики.	Реферат
	2 этап: Умения	Фрагментарное умение работать со справочной литературой, объяснять устройство и принцип действия тепловых машин и	В целом успешное, но не систематическое умение работать со справочной литературой, объяснять устройство и	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение работать со справочной литературой, объяснять	Сформированное умение работать со справочной литературой, объяснять устройство и принцип действия тепловых машин и	Защита лабораторных работ

		аппаратов.	принцип действия тепловых машин и аппаратов.	устройство и принцип действия тепловых машин и аппаратов.	аппаратов.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Фрагментарное владение навыками работы со справочной литературой.	В целом успешное, но не полное владение навыками работы со справочной литературой.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками работы со справочной литературой.	Сформированное владение навыкам работы со справочной литературой.	Самостоятельная контрольная работа
Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1)	1 этап: Знания	Фрагментарное владение навыками теплотехнических расчетов.	В целом успешное, но не полное владение навыками теплотехнических расчетов.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками теплотехнических расчетов.	Сформированное владение навыками теплотехнических расчетов.	Самостоятельная контрольная работа
	2 этап: Умения	Фрагментарное умение применять методы расчетов по технической термодинамике и теплопередаче.	В целом успешное, но не систематическое умение применять методы расчетов по технической термодинамике и теплопередаче.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять методы расчетов по технической термодинамике и теплопередаче.	Сформированное умение применять методы расчетов по технической термодинамике и теплопередаче.	Письменная контрольная работа
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Фрагментарные представления об основных понятиях и законах	В целом сформированные, но неполные знания об основных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных	Сформированные систематические знания об основных понятиях и	Тестовые задания

		<p>технической термодинамики, основных процессах идеального газа, водяного пара; циклах тепловых двигателей и теплосиловых установок; основных законах теплообмена.</p>	<p>понятиях и законах технической термодинамики, основных процессах идеального газа, водяного пара; циклах тепловых двигателей и теплосиловых установок; основных законах теплообмена.</p>	<p>понятиях и законах технической термодинамики, основных процессах идеального газа, водяного пара; циклах тепловых двигателей и теплосиловых установок; основных законах теплообмена.</p>	<p>законах технической термодинамики, основных процессах идеального газа, водяного пара; циклах тепловых двигателей и теплосиловых установок; основных законах теплообмена.</p>	
--	--	---	--	--	---	--

2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тестовые задания

Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-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). $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \frac{m \cdot w^2}{2}$

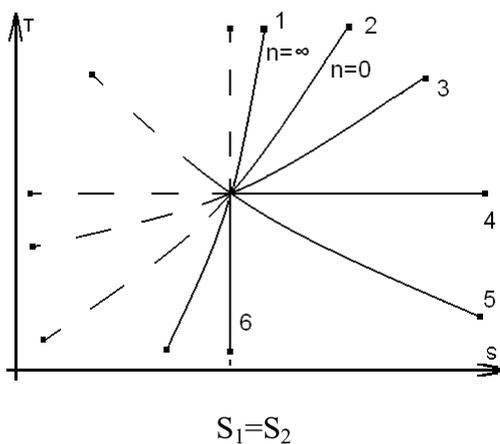
Задание 4: Закон Гей–Люссака (закон изобарного процесса) имеет вид

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

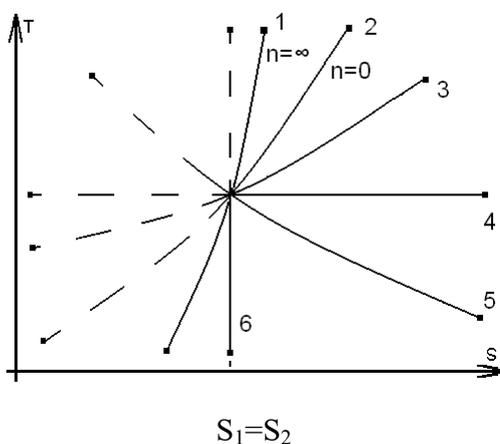
1.2. Термодинамические процессы

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



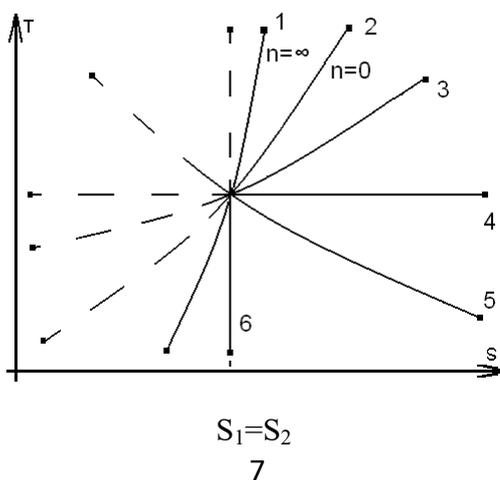
- Ответы: 1). процесс 1 2). процесс 2 3). процесс 4
 4). процесс 5 5). процесс 6

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



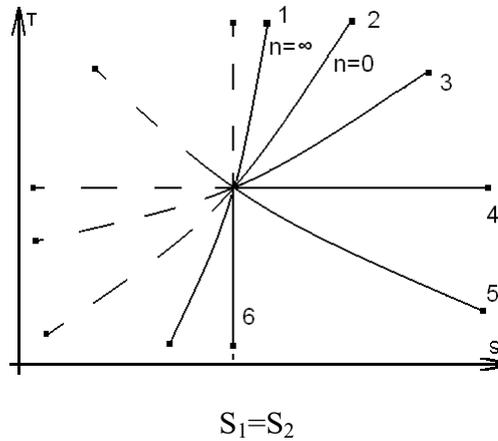
- Ответы: 1). процесс 6 2). процесс 5
 3). процесс 4 4). процесс 2
 5). процесс 1

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



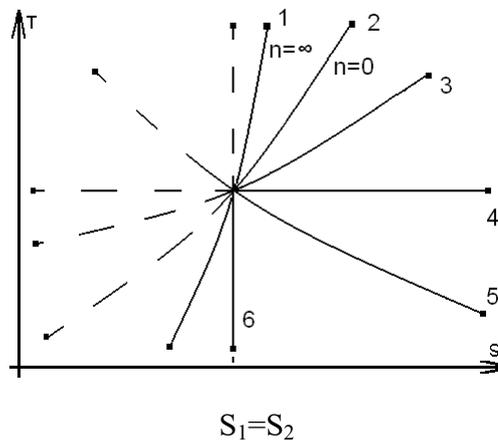
- Ответы: 1). процесс 2 2). процесс 3
 3). процесс 1 4). процесс 5
 5). процесс 6

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

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

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

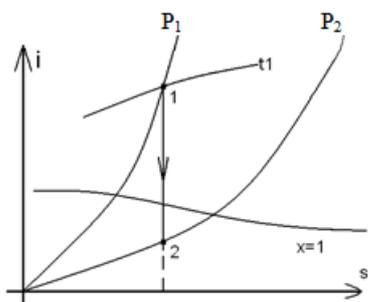
Задание 17: Уравнение первого закона термодинамики для открытых систем в дифференциальной форме имеет вид

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

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

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

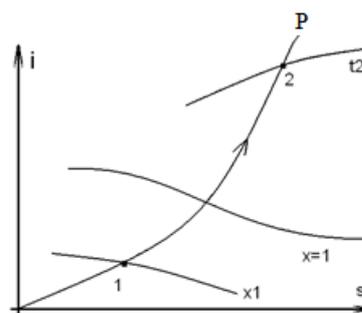


рисунок 2

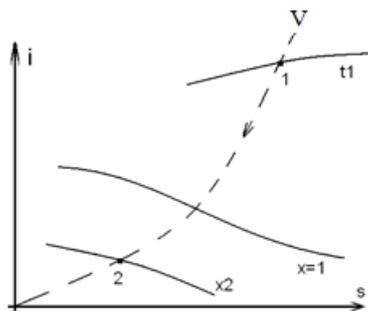


рисунок 3

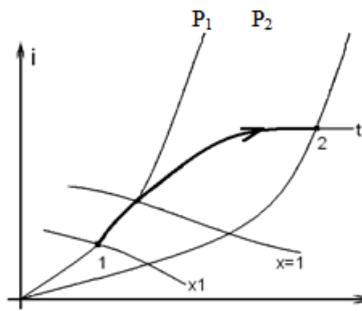
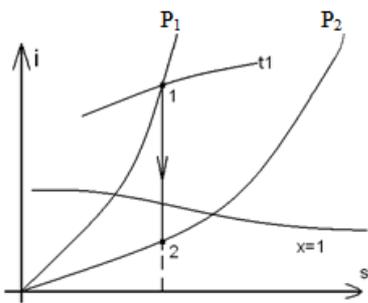


рисунок 4

- 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

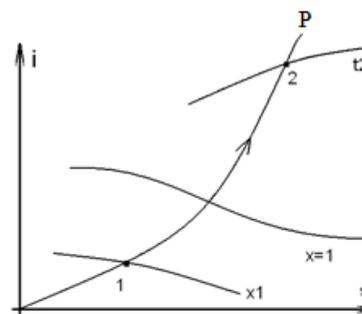


рисунок 2

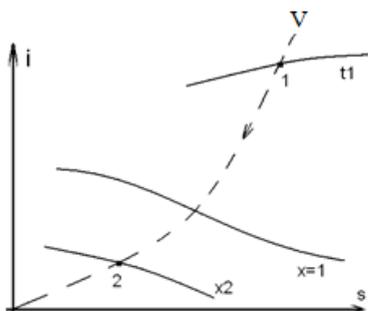


рисунок 3

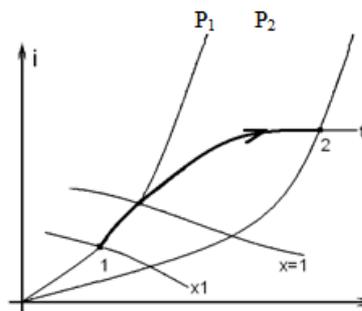


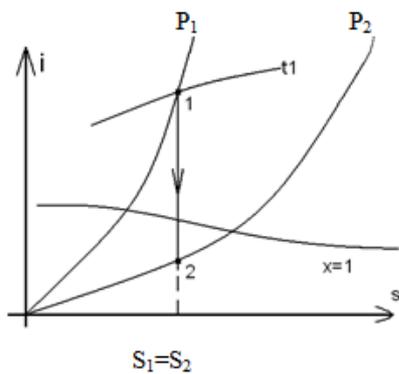
рисунок 4

- 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

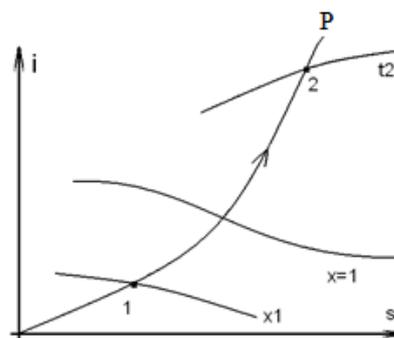


рисунок 2

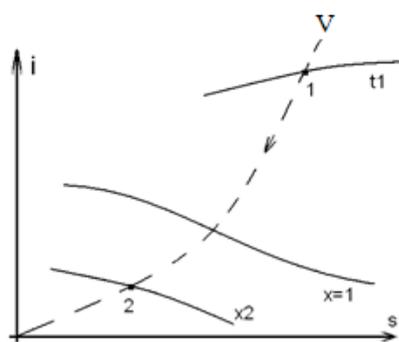


рисунок 3

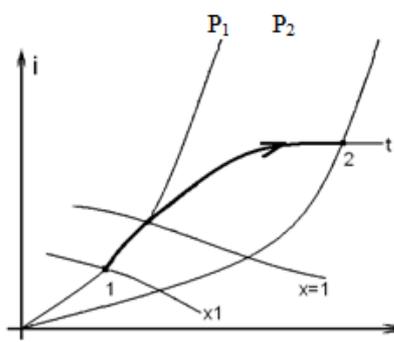


рисунок 4

Ответы: 1). рисунок 1

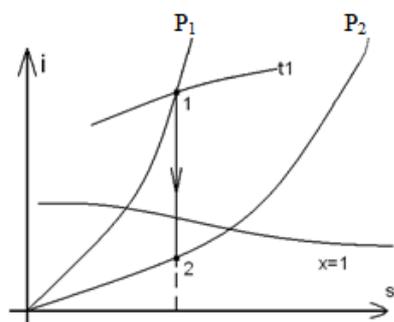
2). рисунок 2

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



$S_1=S_2$
рисунок 1

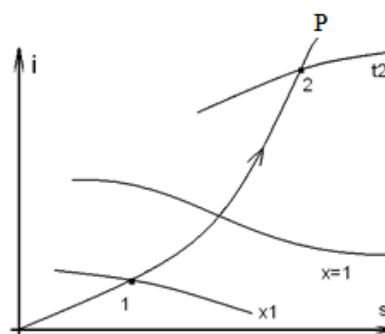


рисунок 2

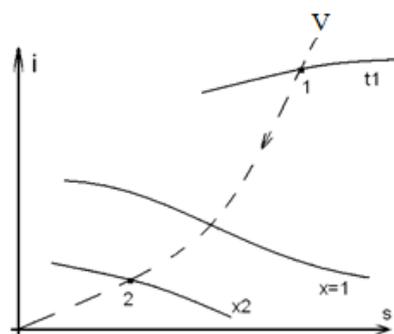


рисунок 3

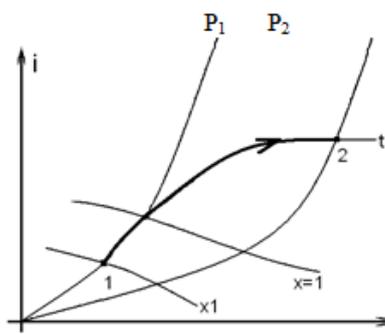


рисунок 4

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

1.7. Идеальные циклы ДВС

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

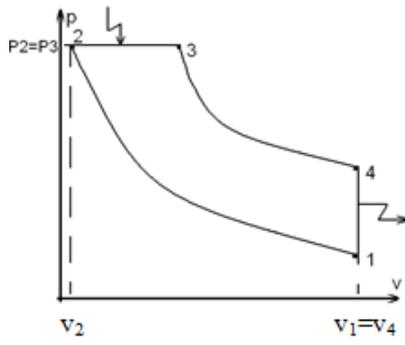


рисунок 1

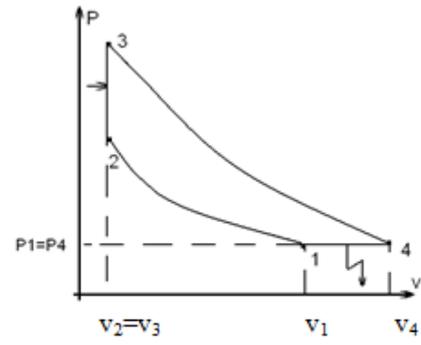


рисунок 2

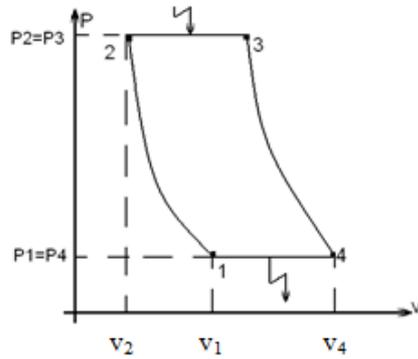


рисунок 3

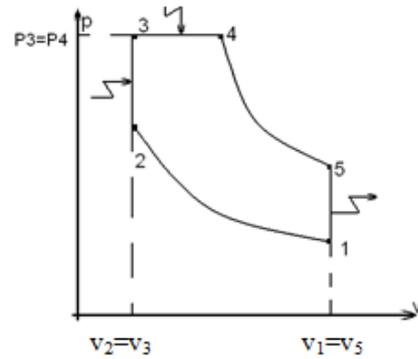


рисунок 4

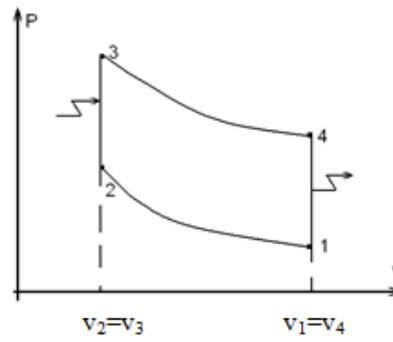


рисунок 5

- 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

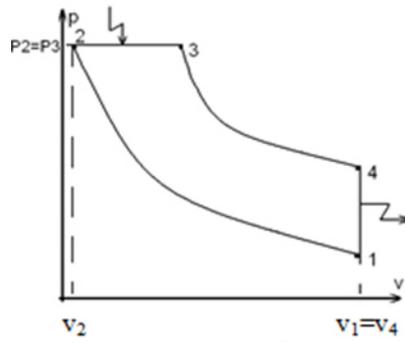


рисунок 1

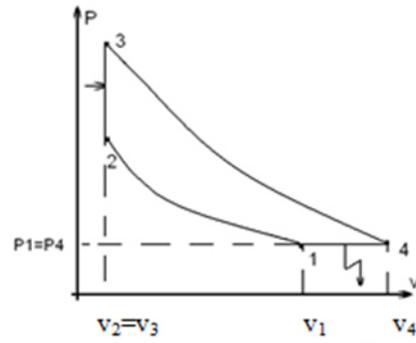


рисунок 2

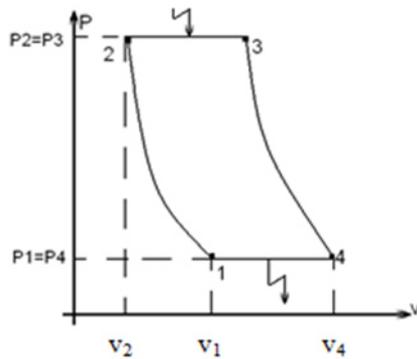


рисунок 3

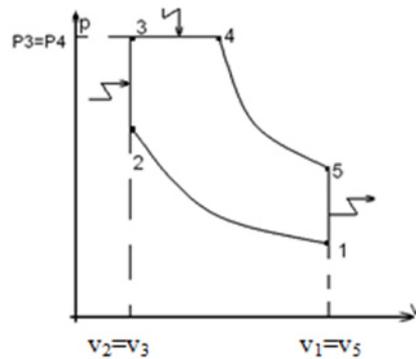


рисунок 4

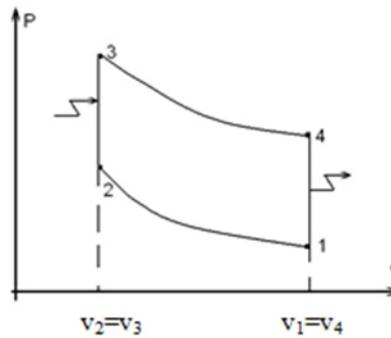


рисунок 5

- 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

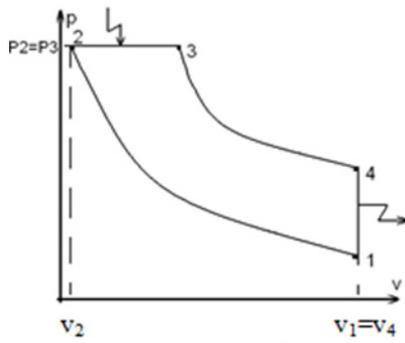


рисунок 1

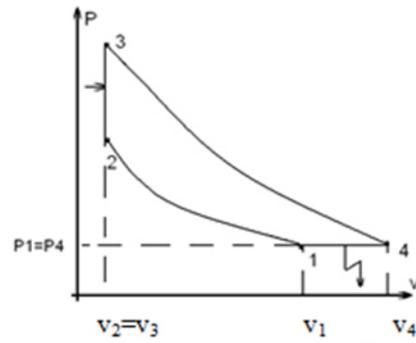


рисунок 2

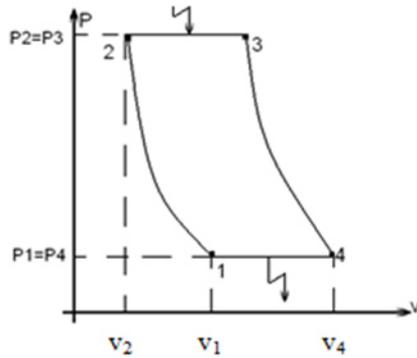


рисунок 3

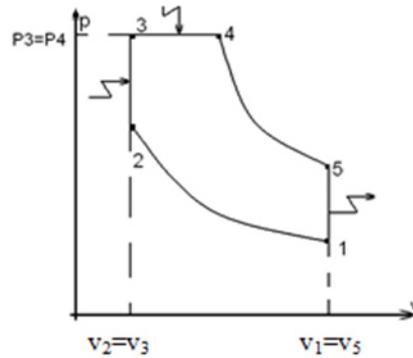


рисунок 4

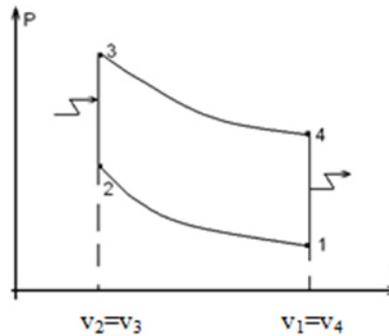


рисунок 5

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 , $\frac{Вт}{м^2}$

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

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

3). Количество тепла, проходящее через $1 м^2$ 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 $1^{\circ}С$

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). $q = \alpha(t_{жс} - t_{см})$ 2). $q = K(t_{ж1} - t_{ж2})$ 3).

$$q = \frac{\lambda(t_{c_1} - t_{c_2})}{\delta}$$

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

Задание 7: Коэффициент теплопроводности имеет следующие единицы измерения

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

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

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

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

Ответ: 1). $Q = F \cdot \alpha(t_{жс} - t_{см})$ 2). $Q = F \cdot K(t_{ж1} - t_{ж2})$ 3).

$$Q = F \cdot \lambda \cdot \tau \cdot \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\delta}$$

4). $Q = F \cdot \frac{t_{ж1} - t_{ж2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ 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). $q = \alpha(t_{жс} - t_{см})$ 2). $q = K(t_{ж1} - t_{ж2})$ 3). $q_l = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$

4). $q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}}$ 5). $q_l = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}}$

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:

$$1) q_l = \frac{\pi(t_{c2} - t_{c1})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_i}{d_{i+1}}} \quad 2) q_l = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad 3) q_l = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} \quad 4) q_l = \frac{\pi(t_{c2} - t_{c1})}{\sum_{i=1}^n \frac{2}{\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$

$$5) q_l = \frac{2\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}}$$

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

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

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

2.4 Уравнение теплоотдачи

Задание 14: Уравнение теплоотдачи имеет вид

Ответ: 1). $q = K(t_{\text{ж1}} - t_{\text{ж2}})$ 2). $q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}$ 3). $q_l = \frac{\pi(t_{c1} - t_{c2})}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$

$$4). q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad 5). q = \alpha(t_{\text{жк}} - t_{\text{см}})$$

Задание 15: В уравнении Ньютона $q = \alpha(t_{\text{жк}} - t_{\text{см}})$ коэффициент α 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 м^2 поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в 1°

2) какое количество тепла отдает 1 м^2 поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в 1°

3) какое количество тепла принимает 1 м^2 поверхности, в единицу времени при разности температур жидкости и стенки в 1°

4) какое количество тепла отдает или принимает 1 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°

Задание 17: Термическое сопротивление теплоотдачи имеет следующие единицы измерения

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

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) $\alpha = f(\omega, \lambda, \rho, X, t_{ж}, t_{ст}, \Delta t, \Phi, l_1, l_2, l_3, \dots)$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2).
$$Nu_{t_{cp},l} = c(Cr \cdot Pr)_{t_{cp},l}^n \quad 3).$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6. Теплопередача через плоские одно- и многослойные стенки.

Задание 32: Уравнение теплопередачи через плоскую двухслойную стенку имеет вид

$$\text{Ответ: 1). } q = \frac{\lambda(t_{c_1} - t_{c_2})}{\delta} \quad 2). q = \alpha(t_{жс} - t_{см}) \quad 3). q = \frac{t_{жс_1} - t_{жс_2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

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

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°C .

2) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в 1°C .

3) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде, через 1m^2 , при разности температур горячей и холодной среды в 1°C .

4) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде, через 1m^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°C .

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

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

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

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

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

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

3) $K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_2}}$ 4) $K = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$ 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

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

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°C .

2) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде в единицу времени, при разности температур горячей и холодной среды в 1°C .

3) какое количество тепла передается от горячей к холодной среде, через 1 м^2 , при разности температур горячей и холодной среды в 1°C .

4) какое количество тепла передается от холодной к горячей среде, через 1 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°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

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

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

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

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

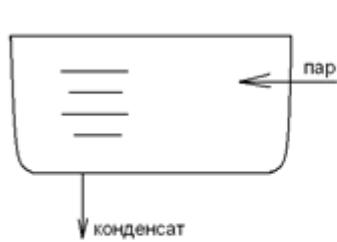


Рисунок 1

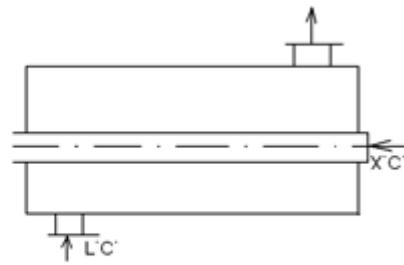


Рисунок 2

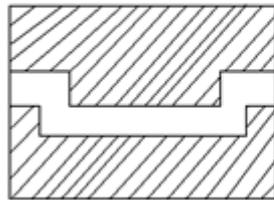


Рисунок 3

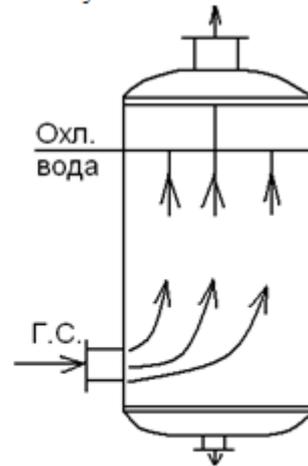


Рисунок 4

- 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

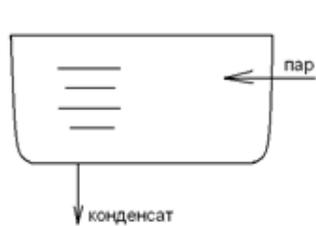


Рисунок 1

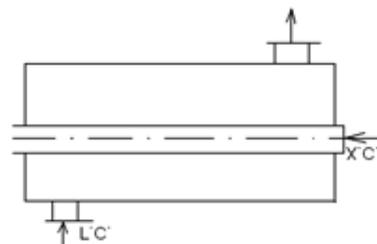


Рисунок 2

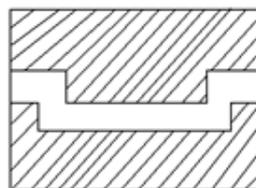


Рисунок 3

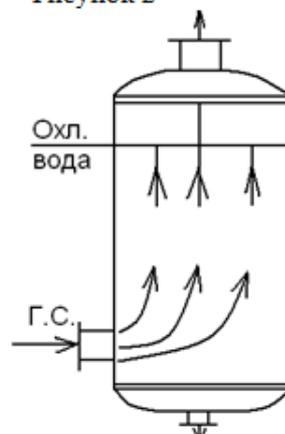


Рисунок 4

- 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

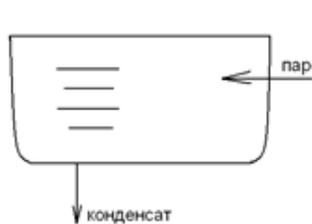


Рисунок 1

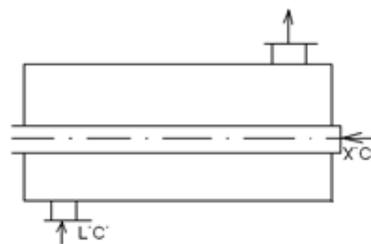


Рисунок 2

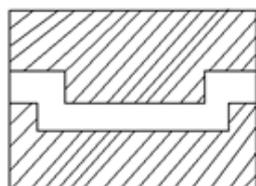


Рисунок 3

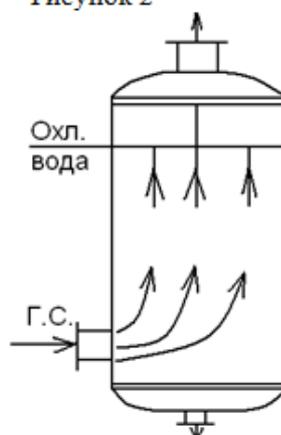


Рисунок 4

- 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).

$$M_1 C_{P_1} (t_1' - t_2'') = M_2 C_{P_2} (t_2'' - t_1')$$

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 на этапе «Знания»:

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 письменной контрольной работе

Задания к письменной контрольной работе для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-1 на этапе «Умения»:

Тема 1.1. Основные понятия термодинамики.

1.1. В сосуде вместимостью $0,4 \text{ м}^3$ находится $0,8 \text{ кг}$ газа. Определить его удельный объем, плотность и удельный вес в СИ.

Ответ: $v=0,5 \text{ м}^3/\text{кг}$, $\rho=2 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\gamma=19,62 \text{ Н}/\text{м}^3$.

1.2. Манометр парового котла показывает давление $15 \text{ кгс}/\text{см}^2$. Показания ртутного барометра при температуре в котельной $25 \text{ }^\circ\text{C}$ составляют 750 мм рт.ст. Определить абсолютное давление в котле в технических атмосферах, в барах и в паскалях.

Ответ: $p=16,01 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 15,7 \text{ бар} = 15,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

1.3. Пневматический пресс с диаметром поршня $0,4 \text{ м}$ действует с силой 635000 Н . Определить абсолютное давление воздуха в цилиндре прессы в атмосферах, в барах и в паскалях, если барометрическое давление $B_0=745 \text{ мм рт. ст.}$

Ответ: $p=52,6 \text{ кгс}/\text{см}^2 = 51,55 \text{ бар} = 51,55 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

1.4. Разрежение в газоходе котла измеряется при помощи тягомера с наклонной трубкой (рис. 1.1). Угол наклона трубки $\varphi=30^\circ$. В качестве измерительной жидкости залит

керосин с плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$.

1.5. Определить абсолютное давление в газоходе котла в барах, паскалях, в технических атмосферах при отсчете по наклонной шкале трубки прибора $\ell=220 \text{ мм}$ и барометрическом давлении в котельной (приведенном к $0 \text{ }^\circ\text{C}$) $B_0=740 \text{ мм рт.ст.}$

Ответ: $p=0,978 \text{ бар} = 97800 \text{ Па} = 0,997 \text{ кгс/см}^2$.

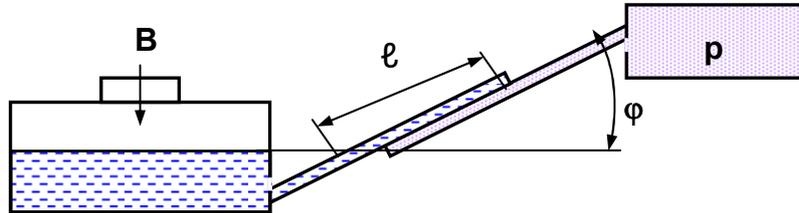


Рис. 1.1. Измерение разрежения тягомером

1.6.. Определить объем 1 киломоля идеального газа при нормальных физических условиях.

Нормальные физические условия: $p=760 \text{ мм рт.ст.}$, $t=0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ: $V_\mu=22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$.

1.7. Определить удельный объем идеального газа кислорода O_2 ($\mu=32 \text{ кг/кмоль}$) при давлении 1 бар и температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ: $v=0,762 \text{ м}^3/\text{кг}$.

1.8. При нормальных физических условиях идеальный газ имеет объем 5 м^3 . Какой объем займет газ при давлении 5 бар и температуре $265 \text{ }^\circ\text{C}$?

Нормальные физические условия: $p=760 \text{ мм рт.ст.}$, $t=0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ: $V=2 \text{ м}^3$.

1.9. Абсолютное давление азота (N_2) в жестком сосуде при комнатной температуре $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет $p=2,2 \text{ МПа}$. В сосуде азот нагревается, причем известно, что предельное избыточное давление, при котором возможна безопасная работа сосуда, $p_{\text{изб}}=6 \text{ МПа}$. Определить предельную допустимую температуру нагрева газа в сосуде. Газ считать идеальным, а атмосферное давление $B=0,1 \text{ МПа}$.

Ответ: $t=539 \text{ }^\circ\text{C}$.

1.10. Начальное состояние азота (N_2) задано параметрами: $t=200 \text{ }^\circ\text{C}$, $v=1,9 \text{ м}^3/\text{кг}$. Азот нагревается при постоянном давлении, при этом удельный объем его увеличивается в три раза. Определить конечную температуру азота, считая его идеальным газом.

Ответ: $t=1146 \text{ }^\circ\text{C}$.

Тема 1.2. Первый закон термодинамики.

Теплоемкость идеального и реального газов.

2.1. Воздух, занимающий объем $V_1=15 \text{ м}^3$ при температуре $t_1=1500 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении

$p_1=760$ мм рт.ст., изохорно охлаждается до $t_2=250$ °С. Определить отведенную от воздуха теплоту Q , считая его теплоемкость постоянной, как у идеального двухатомного газа с молярной массой $\mu=28,96$ кг/кмоль.

Ответ: $Q=-2,68$ МДж.

2.2. Истинная молярная изобарная теплоемкость газа с $\mu=38$ кг/кмоль определяется зависимостью $\mu c_p = 30 + 0,0025 \cdot t + 0,000001 \cdot t^2$, кДж/(кмоль·К).

В изохорном процессе 6 кг этого газа нагреваются от 80 до 700 °С. Определить теплоту этого процесса.

Ответ: $Q=2236$ кДж.

2.3. Средняя массовая изобарная теплоемкость газа с $\mu=30$ кг/кмоль на интервале температур от 0 °С до 50 °С имеет значение кДж/(кг·К), а на интервале от 0 °С до 100 °С имеет значение кДж/(кг·К). Определить среднюю массовую и молярную изобарную теплоемкости газа на интервале температур от 50 °С до 100 °С.

Ответ: $c_{pm}=0,92$ кДж/(кг·К), $\mu c_{pm}=27,6$ кДж/(кмоль·К).

2.4. Воздух ($\mu=28,96$ кг/кмоль) с температурой 150 °С образуется в результате изобарного смешения двух потоков воздуха: холодного с $t_1 = 15$ °С и горячего с $t_2 = 900$ °С. Определить, сколько холодного и горячего воздуха образует 1 кг смеси. Все давления считать одинаковыми. Средняя молярная изобарная теплоемкость воздуха, взятая от 0 °С, определяется по формуле $\mu c_{pm} = 29,1 + 0,002415 \cdot t$, кДж/(кмоль·К).

Ответ: $m_1=0,855$ кг, $m_2=0,145$ кг.

2.5. Воздух ($\mu=28,96$ кг/кмоль), имеющий температуру $t=1500$ °С, давление $p=760$ мм рт.ст. и занимающий объем $V_1=5$ м³, изобарно охлаждается до $t_2=250$ °С. Определить количество отводимой от воздуха теплоты, если:

- 1) считать теплоемкость постоянной, как для идеального двухатомного газа;
- 2) считать истинную теплоемкость воздуха, подчиняющуюся зависимости кДж/(кмоль·К).

Определить относительную разницу результатов по первому и второму методам расчета.

Ответ: $Q_1=-1250$ кДж, $Q_2=-1340$ кДж, $Q=9,1$ %.

2.6. 4 м³ углекислого газа (CO₂) находятся при $p_1=7$ бар и $t_1=400$ оС. Определить количество теплоты, которое нужно при постоянном давлении подвести к газу, чтобы нагреть его до 1000 °С. Значения теплоемкостей газа брать из таблиц средних теплоемкостей (табл. П2.2).

Ответ: $Q=16$ МДж.

Первый закон термодинамики.

2.7. На сжатие 1 кг газа затрачено 500 кДж работы, при этом внутренняя энергия газа увеличивается на 350 кДж. Определить, подводится или отводится теплота к газу и ее количество.

Ответ: $Q=-150$ кДж .

2.8. Мощность турбогенератора 200 МВт, а его КПД составляет 99 %. Охлаждение

генератора производится водородом с теплоемкостью $c_p=14,3$ кДж/(кг·К). Считая, что вся теплота потерь отводится водородом, изобарно нагреваемым при прохождении через генератор на 30 °С, определить его секундный массовый расход.

Ответ: $G=4,7$ кг/с .

2.9. Какое минимальное количество охлаждающей воды при $p=\text{const}$ следует подавать на колодки тормоза, если мощность двигателя 55 кВт, а 20% теплоты трения рассеивается в окружающей среде. Температура охлаждающей воды 10 °С, а предельно допустимая температура воды на выходе 80 °С, теплоемкость воды $c_p=4,187$ кДж/(кг·°С) принять постоянной.

Ответ: $G=0,15$ кг/с .

Тема 1.2. Термодинамические процессы изменения состояния идеального газа.

3.1. В герметичном жестком резервуаре вместимостью $0,1$ м³ находится идеальный воздух ($\mu=28,96$ кг/кмоль, $i=5$) при давлении 2 бара и температуре 30 °С. Какое количество теплоты необходимо сообщить воздуху в резервуаре, чтобы повысить его давление до 4 бар? Изобразить процесс в диаграммах p, v и T, s .

Считать газ идеальным с постоянными теплоемкостями c_v и c_p .

Ответ: 50 кДж .

3.2. 1 кг азота (N_2) с начальными параметрами $p_1=10$ бар, $t_1=300$ °С расширяется до пятикратного увеличения объема. Считая, что расширение а) изобарное, б) изотермическое, в) адиабатное, определить конечные параметры p_2 , t_2 , v_2 , работу изменения объема и теплоту процесса. Изобразить процессы в диаграммах p, v и T, s .

Считать газ идеальным с постоянными теплоемкостями c_v и c_p .

Ответ: $v_2=0,85$ м³/кг .

а) $t_2=2592$ °С, $p_2=10$ бар, $L=680$ кДж/кг, $q=2382$ кДж/кг;

б) $t_2=300$ °С, $p_2=2$ бар, $L=q=274$ кДж/кг;

в) $t_2=28$ °С, $p_2=1,05$ бар, $L=680$ кДж/кг, $q=2382$ кДж/кг .

3.3. Один килограмм идеального воздуха ($\mu=28,96$ кг/кмоль, $i=5$) с начальными параметрами $p_1=1$ бар, $t_1=30$ °С сжимается до давления $p_2=10$ бар двумя способами:

1) изотермически;

2) адиабатно.

Определить работу, теплоту, конечные объем и температуру, изменение энтропии процесса. Изобразить процессы в p, v - и T, s - диаграммах.

Считать газ идеальным с постоянными теплоемкостями c_v и c_p .

Ответ: 1) $q=L=-200,3$ кДж/кг, $v_2=0,087$ м³/кг, $\Delta s=-0,661$ кДж/(кг·К);

2) $L=-202,4$ кДж/кг, $v_2=0,168$ м³/кг, $t_2=312$ °С.

3.4. Смесь газов имеет условную молярную массу $\mu_{см}=36$ кг/кмоль. При постоянной температуре смесь расширяется от $v_1=0,3$ м³/кг до $v_2=1$ м³/кг. Определить изменение удельной энтропии смеси газов в этом процессе.

Считать газы идеальными с постоянными теплоемкостями c_v и c_p .

Ответ: $\Delta s=0,278$ кДж/(кг·К).

3.5. Смесь гелия He ($\mu_{\text{He}}=4$ кг/кмоль) и азота N₂ ($\mu_{\text{N}_2}=28$ кг/кмоль) обратимо адиабатно сжимается от $p_1=2$ бар, $t_1=17$ оС до $p_2=6$ бар. Считая газы идеальными с постоянными c_v и c_p , определить v_2 , если $\gamma_{\text{He}}=0,6$.

Ответ: $v_2=0,431$ м³/к.

3.6. Газовая смесь, состоящая из H₂ и CH₄, с теплоемкостью $\mu c_{p\text{см}}=30,3$ кДж/(кмоль·К) нагревается при постоянном давлении от $t_1=17$ оС до $t_2=300$ оС. Считая газы идеальными с постоянными теп-лоемкостями c_v и c_p , определить изменение энтальпии и энтропии этого процесса.

Ответ: $\Delta h_{\text{см}}=1415$ кДж/кг, $\Delta S_{\text{см}}=3,41$ кДж/(кг·К).

3.7. Воздух ($\mu=28,96$ кг/кмоль, $i=5$) политропно с $n=1,2$ переходит из состояния с $p_1=6$ бар и $t_1=320$ °С в состояние с давлением $p_2=1$ бар. Определить: параметры начальной и конечной точек (v , T , s), удельные теплоту и работу изменения объема. Изобразить процесс в p,v - и T,s - диаграммах.

Считать газ идеальным с постоянными теплоемкостями c_v и c_p .

Ответ: $v_1=0,284$ м³/кг, $s_1=268$ Дж/(кг·К),

$v_2=1,27$ м³/кг; $T_2=439,6$ К; $s_2=482$ Дж/(кг·К)

(начало отсчета энтропий $s_0=0$ взято при н.ф.у.);

$q=110$ кДж/кг; $\ell=220$ кДж/кг.

Тема 1.3. Круговые процессы. Второй закон термодинамики.

4.1. Двигатель работает по обратимому циклу Карно в интервале температур $t_1=300$ °С и $t_2=50$ °С и производит работу в 420 кДж.

Определить термический КПД цикла и количество теплоты, сообщенное рабочему телу и отведенное от него.

Ответ: $\eta^{\text{к}}=0,436$, $Q_1=963$ кДж, $Q_2=543$ кДж.

4.2. Холодильная установка работает по обратимому циклу Карно в интервале температур $t_1=20$ °С и $t_2=-20$ °С и затрачивает работу в количестве 100 кДж. Определить холодильный коэффициент цикла и его холодопроизводительность Q_2 .

Ответ: $\varepsilon^{\text{к}}=6,325$, $Q_2=632,5$ кДж.

4.3. Отопительная установка (тепловой насос) работает по обратимому циклу Карно в интервале температур $t_1=100$ °С и $t_2=10$ °С, затрачивая работу в количестве 100 кДж.

Определить отопительный коэффициент цикла и его теплопроизводительность Q_1 .

Ответ: $\varphi^{\text{к}}=4,14$, $Q_1=414$ кДж.

4.4. Электрический нагреватель мощностью 1 кВт, имея постоянную температуру 100 °С, обогревает помещение с температурой 20 °С в течение одного часа.

Определить изменение энтропии данной системы, если температура в помещении за этот период не изменилась. Показать процессы передачи теплоты и увеличение энтропии системы в T,S - диаграмме.

Ответ: $\Delta S_C = 2,635 \text{ кДж/К}$.

4.5. 100 кг льда с $t_1 = -10^\circ\text{C}$ помещены в окружающую среду с $t_{oc} = 20^\circ\text{C}$ (рис. 4.1). Лед тает, и вода нагревается до температуры окружающей среды $t_2 = t_{oc}$. Давления льда и воды равны давлению окружающей среды и постоянны. Определить изменение энтропии H_2O и системы в результате этого процесса. Показать процессы передачи теплоты и изменение энтропии системы в T,S- диаграмме. В расчете принять постоянными следующие величины:

удельную теплоту таяния льда $\lambda = 333 \text{ кДж/кг}$,

удельную теплоемкость льда $c_{p,л} = 2,03 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$,

удельную теплоемкость воды $c_{p,ж} = 4,187 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$.

Ответ: $\Delta S_{\text{H}_2\text{O}} = 159,2 \text{ кДж/К}$, $\Delta S_C = 10,04 \text{ кДж/К}$.

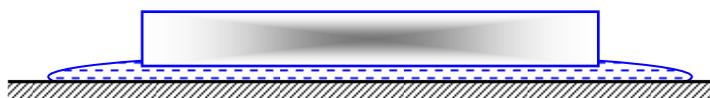


Рис. 4.1. К задаче 4.5

4.6. В термосе находится 1 кг воды при 100°C , температура окружающей среды 20°C . После открытия крышки термоса температура воды в нем снизилась до 50°C . Определить изменение энтропии данной системы, приняв изобарную теплоемкость воды постоянной и равной $4,187 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$. Показать процессы передачи теплоты в T,S- диаграмме.

Ответ: $\Delta S_C = 112 \text{ Дж/К}$.

4.7. В бак, содержащий 20 кг воды с $t_1 = 10^\circ\text{C}$, вливается 15 кг воды с $t_2 = 80^\circ\text{C}$. Считая бак адиабатной оболочкой, а процесс смешения изобарным с постоянной теплоемкостью воды $c_{p,\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, определить возрастание энтропии системы за счет необратимости процесса смешения воды и потерю максимально возможной работы (эксергии) системы при температуре внешней среды 5°C .

Ответ: $\Delta S_C = 0,885 \text{ кДж/К}$, $-\Delta L_{\text{мп}} = \nabla E = 246 \text{ кДж}$.

Тема. 1.4. Реальные газы. Водяной пар.

5.1. Давление насыщенного водяного пара $p_n = 7,5 \text{ кПа}$. Определить параметры сухого насыщенного пара и воды в состоянии насыщения (кипения) по таблицам теплофизических свойств воды и водяного пара (t , v , h , v , s , u).

Ответ:

для воды: $t = 40,32^\circ\text{C}$, $v = 0,0010079 \text{ м}^3/\text{кг}$,

$h = 168,77 \text{ кДж/кг}$, $s = 0,5763 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, $u = 168,76 \text{ кДж/кг}$;

для пара: $t = 40,32^\circ\text{C}$, $v = 19,241 \text{ м}^3/\text{кг}$,

$h = 2574,5 \text{ кДж/кг}$, $s = 8,2517 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$, $u = 2430,2 \text{ кДж/кг}$.

5.2. Определить температуру, давление и удельную внутреннюю энергию жидкой

фазы воды в состоянии насыщения при $h=500$ кДж/кг.

Ответ: $t=119$ °С, $p=1,9233$ бар, $u=499$ кДж/кг.

5.3. Определить удельную внутреннюю энергию сухого насыщенного водяного пара при давлении 100 бар.

Ответ: $u=2544,4$ кДж/кг.

5.4. Определить температуру и значения удельных величин: объема, энтропии и внутренней энергии водяного пара при давлении $p=10$ бар и степени сухости $x=0,9$.

Ответ: $t=179,88$ °С, $v=0,176$ м³/кг, $s=6,14$ кДж/(кг·К), $u=2400$ кДж/кг.

5.5. Водяной пар при температуре 200 °С имеет удельную энтальпию 1200 кДж/кг. Определить давление, удельные объем и энтропию пара.

Ответ: $p=15,55$ бар; $v=0,0237$ м³/кг, $s=3,07$ кДж/(кг·К).

5.6. К 1 кг воды с начальными параметрами $p_1=10$ бар и $t_1=50$ °С при постоянном давлении подводится 2000 кДж/кг теплоты. Определить конечную температуру H₂O и удельную работу изменения объема. Изобразить процесс в p,v -, T,s - и h,s - диаграммах.

Ответ: $t_2=179,88$ °С, $x_2=0,718$, $\ell=139$ кДж/кг.

5.7. 1 кг водяного пара с начальными параметрами $p_1=5$ бар и $h_1=1840$ кДж/кг при постоянном давлении получает 710 кДж/кг теплоты. Определить параметры пара в конце процесса: t_2 , v_2 , h_2 , s_2 , и изменение его удельной внутренней энергии.

Ответ: $t_2=151,85$ °С, $v_2=0,34$ м³/кг, $h_2=2550$ кДж/кг,

$s_2=6,354$ кДж/(кг·К), $\Delta u=647$ кДж/кг.

5.8. 0,2 м³ водяного пара с начальными параметрами $p_1=60$ бар и $t_1=430$ °С изобарно сжимается до уменьшения объема в 5 раз. Определить конечное фазовое состояние H₂O и количество теплоты данного процесса. Изобразить процесс в p,v -, T,s - и h,s - диаграммах.

Ответ: влажный насыщенный пар с $x_2=0,28$, $Q=-6,36$ МДж.

5.9. Водяной пар с начальными параметрами $p_1=1,5$ МПа и $s_1=6$ кДж/(кг·К) изотермически расширяется до достижения давления $p_2=0,9$ бар. Рассчитать данный процесс, т.е. определить q , Δu , ℓ , Δs , Δh . Схематично изобразить процесс в p,v -, T,s - и h,s - диаграммах с нанесением на них пограничных линий $x=0$ и $x=1$.

Ответ: $q=886,3$ кДж/кг, $\Delta u=251,5$ кДж/кг, $\ell=634,8$ кДж/кг,

$\Delta s=1,88$ кДж/(кг·К), $\Delta h=291$ кДж/кг.

5.10. Определить удельные количество теплоты и изменение внутренней энергии водяного пара при его изотермическом расширении от $p_1=10$ бар и $h_1=2500$ кДж/кг до $v_2=2$ м³/кг.

Ответ: $q=806$ кДж/кг, $\Delta u=304$ кДж/кг.

Раздел 3. Тепловые машины и теплоэнергетические установки.

7.1. Определить термический КПД и удельную работу идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме, для которого задано: $p_1=1$ бар, $t_1=20$ °С, давление и температура газа в начале процесса адиабатного расширения $p_3=27$ бар, $t_3=1100$ °С. Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с $\mu=28,96$ кг/кмоль и

$\kappa=1,4$. Цикл изобразить в T,s - и p,v - диаграммах.

Ответ: $\eta_t=0,504$, $l_t=283$ кДж/кг.

7.2. Определить термический КПД и удельную работу идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении, для которого задано: $p_1=1$ бар, $t_1=40$ °С, $t_2=800$ °С, $t_4=600$ °С. Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с $\mu=28,96$ кг/кмоль и $\kappa=1,4$. Цикл изобразить в T,s - и p,v - диаграммах.

Ответ: $\eta_t=0,655$, $l_t=763$ кДж/кг.

7.3. Определить термический КПД и удельную работу идеального цикла ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении (рис.13.2), для которого задано: $p_1=1$ бар, $t_1=40$ °С, $t_2=800$ °С, $t_4=600$ °С. Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с $\mu=28,96$ кг/кмоль и $\kappa=1,4$. Цикл изобразить в T,s - и p,v - диаграммах.

Ответ: $\eta_t=0,655$, $l_t=763$ кДж/кг.

7.4. Сравнить термические КПД, максимальные температуры T_{\max} и давления p_{\max} газов в цилиндрах трех идеальных циклов ДВС с одинаковыми $q_1=500$ кДж/кг и $p_1=1$ бар, $t_1=20$ °С:

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = 10$$

1) с подводом теплоты при постоянном объеме,

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = 15$$

2) с подводом теплоты при постоянном давлении,

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = 15 \quad \lambda = \frac{p_3}{p_2} = 1,3$$

3) со смешанным подводом теплоты,

Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с $\kappa=1,4$.

Циклы изобразить в T,s - диаграмме.

Ответ: 1) $\eta_t=0,602$, $T_{\max}=T_3=1093$ К, $p_{\max}=p_3=37,4$ бар ;

2) $\eta_t=0,626$, $T_{\max}=T_3=1366$ К, $p_{\max}=p_3=44,3$ бар ;

3) $\eta_t=0,656$, $T_{\max}=T_4=1365$ К, $p_{\max}=57,6$ бар .

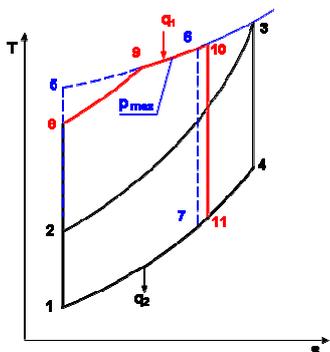


Рис. 13.4. Циклы ДВС с одинаковыми q_1 и p_{\max}

7.5. Сравнить термические КПД и максимальные температуры трех идеальных циклов ДВС с одинаковыми $q_1=500$ кДж/кг, максимальным давлением $p_{\max}=60$ бар, и $p_1=1$ бар,

$t_1=20\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 13.4):

- 1) ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме и $t_3=1200\text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении;

$$\lambda = \frac{p_9}{p_8} = 1,3$$

- 3) ДВС со смешанным подводом теплоты и

Рабочее тело обладает свойствами идеального воздуха с $\kappa=1,4$.

Циклы изобразить в T,s - диаграмме.

Ответ: 1) $\eta_t=0,629$, $T_{\max}=T_3=1473\text{ K}$;

2) $\eta_t=0,660$, $T_{\max}=T_3=1444\text{ K}$;

3) $\eta_t=0,633$, $T_{\max}=T_4=1450\text{ K}$.

Вопросы к защите лабораторных работ

Вопросы к защите лабораторных работ для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Умения»:

Лабораторная работа №1. Определение основных параметров характерных точек цикла Отто и рабочего объема ДВС.

1. В чем отличие двухтактных и четырехтактных ДВС?
2. В каком из типов ДВС реализуется внешнее смесеобразование?
3. Чем отличается цикл дизельного и карбюраторного двигателя.
4. По каким циклам могут работать ДВС?
5. Как определяется ход поршня?
6. Как рассчитать полный объем двигателя?
7. Какие идеализации вносят в теоретические индикаторные диаграммы циклов ДВС?
8. Что такое степень сжатия?
9. Как определяется КПД цикла Отто?
10. Какие параметры цикла влияют на его КПД?

Лабораторная работа №2. Определение параметров водяного пара с помощью i - S -диаграммы.

1. Какие параметры процессов с водяным паром позволяет определить i - S -диаграмма?
2. В чем отличие i - S -диаграммы от T - S -диаграммы?
3. Что такое степень сухости пара?
4. Где на i - S -диаграмме расположены процессы с влажным паром, а где с перегретым?
5. Какое состояние имеет водяной пар в заданном вам процессе?

Раздел 2. Теория теплообмена

Лабораторная работа № 3. Определение коэффициента теплопроводности материала стенки трубы.

1. От каких величин зависит количество передаваемого теплопроводностью тепла?

2. Запишите уравнение Фурье и решите его для однослойной цилиндрической стенки.
3. В чем заключается физический смысл коэффициента теплопроводности λ ?
4. От каких факторов зависит теплопроводность различных веществ: твердых, жидких, газообразных?
5. Опишите порядок выполнения работы по определению коэффициента теплопроводности материала трубы?

Лабораторная работа № 4. Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха.

1. Приведите примеры случаев свободной и вынужденной конвекции в природе и производственных процессах.
2. От чего зависит количество передаваемого тепла при конвективном теплообмене?
3. Чем отличается вынужденная конвекция от свободной конвекции?
4. Какие параметры процесса теплообмена характеризуют критерии Прандтля и Грасгофа?
5. Запишите уравнение Ньютона-Рихмана для конвективного теплообмена.
6. Запишите критериальное уравнение для свободной конвекции.

Задания к самостоятельной контрольной работе

Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки уровня сформированности компетенции ОПК-1 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 , м³/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 ₂	O ₂	CO	CO ₂	H ₂ O	NH ₃	N ₂	CH ₄	SO ₂	SO ₃
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
$V_1, \text{м}^3/\text{кг}$	0,21	0,18	0,3	0,24	0,42	0,28	0,15	0,42	0,5	0,19
$t_2, ^\circ\text{C}$	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_1 ($^\circ\text{C}$) до температуры t_2 ($^\circ\text{C}$). 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 $t_1, ^\circ\text{C}$	400	390	420	290	340	430	360	320	300	270
Конечная температуры $t_2, ^\circ\text{C}$	600	510	630	590	700	680	650	640	620	700

Задания к самостоятельной контрольной работе для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Владения»:

Задача №3

Для цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при $V = \text{const}$ 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_1 , МПа; начальная температура рабочего тела $t_1, ^\circ\text{C}$; 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
λ	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
ε	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6

Задача №4

Плоская стальная стенка толщиной δ_{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 α_1 и от стенке к воде α_2 .

Таблица 7

По последней цифре шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ_{c1} , мм	30	25	12	22	14	10	18	24	16	12
α_1 , Вт/(м ² ·К)	110	85	48	92	34	522	49	71	63	100
α_2 , Вт/(м ² ·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.

Перечень вопросов к экзамену

1. Способы распространения тепла.
2. Теплопроводность в плоских, цилиндрических стенках.
3. Конвективная теплоотдача. Свободная конвекция. Критерии, критериальное уравнение.
4. Вынужденная конвекция. Критерии, критериальные уравнения.
5. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки.
6. Классификация теплообменных аппаратов
7. Расчет теплообменных аппаратов.
8. Реактивные двигатели. Циклы, устройство и принцип действия.
9. Холодильные машины. Принципиальные схемы. Принцип действия. Идеальные циклы.
10. Тепловые электростанции. Назначение и классификация ТЭС. Принципиальные тепловые схемы паротурбинных электростанций.
11. Атомные электростанции (АЭС). Принципиальные тепловые схемы АЭС. Показатели экономичности АЭС.
12. Гидравлические электростанции. Общие сведения о ГЭС. Принципиальные тепловые схемы ГЭС.
13. Возобновляемые и невозобновляемые энергоресурсы.
14. Классификация органических топлив по агрегатному состоянию. Характеристика топлива.
15. Физический процесс горения топлива. Моторные топлива для поршневых ДВС.
16. Основные загрязнители окружающей среды от энергетики.
17. Антропогенное загрязнение атмосферы. Антропогенное загрязнение гидросферы.
18. Антропогенное влияние на тепловой баланс Земли.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинг-план к зачету

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
Модуль 1			0	50
Текущий контроль			0	25
Доклад по реферату	15	1	0	15
Защита лабораторной работы №1	10	1		10

Рубежный контроль			0	25
Контрольный срез (тесты) по разделу 1	25	1	0	25
Модуль 2			0	50
Текущий контроль			0	25
Письменная контрольная работа	15	1	0	15
Защита лабораторной работы №2	10	1		10
Рубежный контроль			0	25
Контрольный срез (тесты) по разделу 2	25	1	0	25
Поощрительные баллы			0	10
Решение задачи у доски на практическом занятии	1	5	0	5
Активная работа на лабораторном занятии	1	5	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	0
2. Посещение практических, лабораторных занятий			0	- 10

Рейтинг-план к экзамену

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
Модуль 1			0	35
Текущий контроль			0	20
СКР: задача №1	5	1	0	5
СКР: задача №2	5	1	0	5
Защита лабораторной работы №3	10	1	0	10
Рубежный контроль			0	15
Контрольный срез (тесты) по разделу 3	15	1	0	15
Модуль 2			0	35
Текущий контроль			0	20
СКР: задача №3	4	1	0	4
СКР задачи №4, №5	4	2	0	8
Защита лабораторной работы №4	8	1	0	8
Рубежный контроль			0	15
Контрольный срез (тесты) по разделу 4	15	1	0	15
Поощрительные баллы			0	10
Решение задачи у доски на практическом занятии	1	5	0	5

Активная работа на лабораторном занятии	1	5	0	5
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	- 6
2. Посещение практических (семинар., лабораторных) занятий			0	- 10
Итоговый контроль				
2. Экзамен				30

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:

Рейтинговый балл = $k \times$ 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».

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

На экзамене выставляется оценка:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

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.