

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

Факультет технологии и товароведения

наименование факультета

Кафедра «Процессы и аппараты перерабатывающих производств

наименование кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

 Н.В. Королькова

12.12.2015г.

Фонд оценочных средств

по дисциплине Б1.В.ОД.6 «Теплотехника»

для направления 35.03.07 – «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», профиль «Технология производства и переработки продукции растениеводства», профиль «Технология производства и переработки продукции животноводства»
программа подготовки: академический бакалавриат
квалификация выпускника: бакалавр

Воронеж -2015

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс	Формулировка	Разделы дисциплины											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОПК-2	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-5	готовностью реализовывать технологии хранения и переработки продукции растениеводства и животноводства	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-8	готовностью эксплуатировать технологическое оборудование для переработки сельскохозяйственного сырья	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-21	готовностью к анализу и критическому осмыслению отечественной и зарубежной научно-технической информации в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1 Шкала академических оценок освоения дисциплины

Виды оценок	Оценки	
Академическая оценка по 2-х балльной шкале (зачет)	не зачтено	зачтено

2.2 Текущий контроль

Код	Планируемые результаты	Раздел дисциплины	Содержание требования в разрезе разделов дисциплины	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
						Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ОПК-2	Знать:- - основные понятия и законы курса теплотехники.	1-12	Сформированные систематические знания об основных положениях и законах теплотехники.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование, типовые задачи	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3
ПК-5	знать: - современные методы переноса теплоты и тепловой обработки и переработки продукции растениеводства и животноводства; - параметры термодинамических и тепловых процессов, их контроль и регулирование при хранении с/х продукции.	7-12	Сформированные систематические знания о переносе теплоты и тепловой обработки сельскохозяйственных продуктов; о параметрах термодинамических и тепловых процессов, их контроле и регулировании.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование, типовые задачи	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3
ПК-8	знать: - термодинамические процессы и циклы	1-12	Сформированные систематические знания о термоди-	Лекции Лабораторные занятия	Устный опрос, тестирование, типовые зада-	Задания из разделов 3.1, 3.6	Задания из разделов 3.1, 3.6	Задания из разделов 3.1,

	<p>преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках;</p> <p>- физические основы и теплообменное оборудование, применяемое в пищевой промышленности, принцип работы и условия эксплуатации.</p>		<p>намических процессах и циклах преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках;</p> <p>о физических основах и теплообменном оборудовании, применяемом в пищевой промышленности, о принципах работы и условиях эксплуатации.</p>	Самостоятельная работа	чи	Тесты и задачи из задания 3.3	Тесты и задачи из задания 3.3	3.6 Тесты и задачи из задания 3.3
ПК-21	<p>знать: - теоретические основы термодинамики, теплообмена, конструктивные особенности теплообменного оборудования на основе изучения научнотехнической информации, анализа отечественного и зарубежного опыта.</p>	1-12	Сформированные систематические знания о тепловых процессах перерабатывающих производств, об устройстве и принципах действия теплообменного оборудования на основе изучения научнотехнической информации, анали-	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Устный опрос, тестирование, типовые задачи	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3	Задания из разделов 3.1, 3.6 Тесты и задачи из задания 3.3

			за отечественного и зарубежного опыта.					
--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.3 Промежуточная аттестация

Код	Планируемые результаты	Технология формирования	Форма оценочного средства (контроля)	№Задания		
				Пороговый уровень (удовл.)	Повышенный уровень (хорошо)	Высокий уровень (отлично)
ОПК-2	Знать: - основные понятия и законы курса теплотехники.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
	Уметь: - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач термодинамики и теплопередачи, при постановке экспериментов и проведения лабораторных работ.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
	Иметь навыки: - владения методами проведения физического эксперимента и математической обработки полученных результатов, научиться их анализировать и обобщать; составлять отчет о своей работе с анализом результатов.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
ПК-5	знать: - современные методы переноса теплоты и тепловой обработки и переработки продукции растениевод-	Лекции Лабораторные занятия	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1

	ства и животноводства; - параметры термодинамических и тепловых процессов, их контроль и регулирование при хранении с/х продукции.	Самостоятельная работа				
	уметь: - в соответствии с современными требованиями технологий хранения и переработки с/х продукции использовать теплообменное оборудование.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
	Иметь навыки: - использования полученных знаний в области теплотехники для разработки, создания и совершенствования технологических процессов переработки и хранения с/х продукции.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
ПК-8	знать: - термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках; - физические основы и теплообменное оборудование, применяемое в пищевой промышленности, принцип работы и условия эксплуатации.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1

	уметь: - поддерживать и изменять режимы работы теплообменного оборудования при переработке сельскохозяйственного сырья.	Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
	иметь навыки: - эксплуатации технологического теплообменного оборудования; - техники безопасности при эксплуатации технологического теплообменного оборудования.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
ПК-21	знать: - теоретические основы термодинамики, теплообмена, конструктивные особенности теплообменного оборудования на основе изучения научно-технической информации, анализа отечественного и зарубежного опыта.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1
	уметь: - собирать, обрабатывать, анализировать, обобщать и систематизировать научную информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теплотехники.	Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа	Зачет	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1	Задания из раздела 3.1

	<p>иметь навыки: - анализа отечественной и зарубежной научно-технической литературы для формирования знаний о тепловых процессах перерабатывающих производств, об устройстве и принципах действия теплообменного оборудования.</p>	<p>Лекции Лабораторные занятия Самостоятельная работа</p>	<p>Зачет</p>	<p>Задания из раздела 3.1</p>	<p>Задания из раздела 3.1</p>	<p>Задания из раздела 3.1</p>
--	--	---	--------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

2.4 Критерии оценки на зачете

Оценка экзаменатора, уровень	Критерии
«зачтено»	Обучающийся твердо знает основные законы термодинамики и теплопередачи, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Правильно применяет методы математического анализа при решении задач термодинамики и теплопередачи, общие принципы расчетов по термодинамике и теплопередаче. Имеет навыки работы со справочной и нормативной литературой, приборами, проведения простейших экспериментальных исследований в области теплотехники.
«не зачтено»	Обучающийся не знает основные законы термодинамики и теплопередачи, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные работы, необходимые практические компетенции не сформированы. Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, не умеет применять методы математического анализа при решении задач термодинамики и теплопередачи, применять общие принципы расчетов по термодинамике и теплопередаче. Не ориентируется в справочной литературе, допускает существенные ошибки при выборе расчетных зависимостей, не понимает сущности теплотехнических процессов.

2.5 Критерии оценки устного опроса

Оценка	Критерии
«отлично»	выставляется обучающемуся, если он четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры
«хорошо»	выставляется обучающемуся, если он допускает отдельные погрешности в ответе
«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала
«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой курса «Оборудование перерабатывающих производств»

2.6 Критерии оценки тестов

Ступени уровней освоения компетенций	Отличительные признаки	Показатель оценки сформированной компетенции
Пороговый	Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.	Не менее 55 % баллов за задания теста.

Продвинутый	Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.	Не менее 75 % баллов за задания теста.
Высокий	Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Не менее 90 % баллов за задания теста.
Компетенция не сформирована		Менее 55 % баллов за задания теста.

2.8 Допуск к зачету

1. Посещение занятий. Допускается один пропуск без предъявления справки.
2. Выполнение домашних заданий.
3. Активное участие в работе на занятиях.

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

3.1. Вопросы к зачету

1. Термодинамическая система и термодинамический процесс.
2. Параметры состояния рабочего тела. Удельный объем и плотность, давление, температура. Уравнение состояния идеальных газов.
3. Основные газовые законы и процессы.
4. Энтальпия.
5. Приборы для измерения и контроля параметров рабочего тела.
6. Первый закон термодинамики. Работа.
7. Обратимые и необратимые процессы.
8. Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел.
9. Энтропия. Принцип возрастания энтропии.
10. Тепловая диаграмма.
11. Второй закон термодинамики.
12. Круговые процессы. Цикл Карно.
13. Реальные газы. Водяной пар. Влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар, перегретый пар.
14. i, s – диаграмма состояния водяного пара.
15. Основные процессы водяного пара.
16. Дросселирование водяного пара.
17. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха.
18. Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина Л.К.
19. Изображение на диаграмме Рамзина основных процессов изменения состояния влажного воздуха.
20. Фазовые переходы.
21. Механизм переноса теплоты.
22. Тепловой баланс.
23. Температурное поле и температурный градиент.
24. Тепловой поток. Плотность теплового потока.
25. Теплопроводность. Закон Фурье.
26. Конвекция. Закон Ньютона.
27. Условия теплового подобия. Критерии теплового подобия.

-
28. Теплообмен при вынужденной конвекции.
 29. Теплоотдача в трубах.
 30. Теплоотдача при обтекании пучков труб.
 31. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния потока (при кипении жидкости и конденсации пара).
 32. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоскую стенку.
 33. Определение температуры стенки.
 34. Определение расчетных температур теплоносителей и среднего температурного напора.
 35. Тепловое излучение. Общие сведения.
 36. Основные законы теплового излучения: Стефана - Больцмана, Кирхгофа и Ламберта.
 37. Совместная теплоотдача лучеиспусканием и конвекцией. Потери теплоты в окружающую среду.
 38. Способы тепловой обработки пищевых продуктов и материалов: выпаривание, пастеризация, стерилизация.
 39. Нагревание. Способы нагревания. Водяной пар. Горячая вода.
 42. Высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ). Топочные газы.
 40. Электронагрев. Высокочастотный нагрев.
 41. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменников. Поверхностные, смешительные и регенеративные теплообменники.
 42. Теплообменники с рубашками.
 43. Кожухотрубные и элементные теплообменники.
 44. Погружные трубчатые и оросительные теплообменники.
 45. Пластинчатые теплообменники.
 46. Теоретические основы процесса конденсации. Типы конденсаторов, применяемых на перерабатывающих предприятиях.

3.2. Вопросы к экзамену

Учебным планом не предусмотрены.

3.3. Тестовые задания

Техническая термодинамика.

Раздел 1. Основные понятия и определения термодинамики.

1. Первый закон термодинамики есть частный случай:
 - 1) закона сохранения массы веществ;
 - 2) закона сохранения и превращения энергии;
 - 3) закона сохранения количества движения.

2. Величина R_{μ} в уравнении состояния идеального газа носит название
 - 1) газовой постоянной;
 - 2) универсальной газовой постоянной;
 - 3) постоянной Больцмана.

3. Плотность воздуха равна $1,293 \text{ кг/м}^3$. Чему равен удельный объем воздуха?
 - 1) 1,293;
 - 2) 0,923;
 - 3) 0,77;

4) 0,101.

4. Что относится к однородной гомогенной термодинамической системе?

- 1) вода;
- 2) лед;
- 3) чистый воздух;
- 4) вода, смешанная со льдом.

5. Что относится к однокомпонентной гетерогенной термодинамической системе?

- 1) вода;
- 2) лед;
- 3) чистый воздух;
- 4) вода, смешанная со льдом.

6. Что относится к многокомпонентной однородной термодинамической системе?

- 1) вода;
- 2) лед;
- 3) чистый воздух;
- 4) вода, смешанная со льдом.

7. Что относится к многокомпонентной многофазной термодинамической системе?

- 1) вода;
- 2) влажный запыленный воздух;
- 3) чистый воздух;
- 4) вода, смешанная со льдом.

8. Какие из представленных параметров являются термодинамическими?

- 1) масса
- 2) вязкость
- 3) удельный объем
- 4) абсолютное давление
- 5) абсолютная температура

9. Характеристическое (термическое) уравнение состояния одного килограмма идеального газа имеет вид:

- 1) $pv = RT$;
- 2) $pv = MRT$;
- 3) $pv = const$;
- 4) $R = R_{\mu} / \mu$.

10. Чему равна универсальная газовая постоянная в системе СИ?

- 1) 831,4;
- 2) 8314;
- 3) 645;
- 4) 150.

11. Какому значению в Па соответствует 1 мм. рт. ст.?

- 1) 1 мм рт. ст. = 133,3 Па;
- 2) 1 мм рт. ст. = 1 Па;

-
- 3) 1 мм рт. ст. = 750 Па;
4) 1 мм рт. ст. = 1333 Па.

12. В сосуде объемом $0,75 \text{ м}^3$ находится $2,5 \text{ кг}$ углекислого газа. Найти удельный объем газа.

- 1) $3,33 \text{ кг/м}^3$;
2) $1,875 \text{ кг·м}^3$;
3) $0,3 \text{ м}^3/\text{кг}$.

13. В системе находится воздух с избыточным давлением $0,4 \text{ МПа}$. Атмосферное давление – $0,1 \text{ МПа}$. Определить абсолютное давление.

- 1) $0,5 \text{ МПа}$;
2) $0,3 \text{ МПа}$;
3) $0,25 \text{ МПа}$.

14. Укажите формулу связи теплоемкостей c_v и c_p для идеального газа (формулу Майера).

- 1) $c_p = c_v$;
2) $c_p - c_v = R$;
3) $\frac{c_p}{c_v} = k$;
4) $c_p - c_v > R$.

15. Укажите формулу для определения средней теплоемкости.

- 1) $C = \frac{\partial Q}{\partial T}$;
2) $c' = c\rho$;
3) $c_v = c_p / k$;
4) $c = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} c(t) \cdot dt$.

Раздел 2. Первый закон термодинамики.

1. Укажите уравнение первого закона термодинамики.

- 1) $\Delta S = \Delta Q/T$
2) $\Delta Q = \Delta U + \Delta L$
3) $\Delta I = \Delta U + pV$

2. Энтальпией любой термодинамической системы является

- 1) сумма внутренней энергии и потенциальной энергии источника внешнего давления;
2) сумма кинетической энергии теплового движения молекул и потенциальной энергии взаимодействия между молекулами;

3) разность внутренней энергии и потенциальной энергии источника внешнего давления.

3. При $u = 100$ Дж/кг, $p = 5$ кПа, $v = 1$ м³/кг удельная энтальпия рабочего тела равна

- 1) 105;
- 2) 106;
- 3) 510;
- 4) 5100.

4. За нулевое значение энтропии принимают ее значение

- 1) при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0°C;
- 2) при давлении 720 мм рт. ст. и температуре 0°C;
- 3) при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 100°C;
- 4) при давлении 720 мм рт. ст. и температуре 100°C.

5. Внутренняя энергия заданной массы газа зависит только от ...

- 1) объема;
- 2) давления;
- 3) формы сосуда;
- 4) температуры.

6. Взято по одному молю гелия, неона и аргона при одинаковой температуре. У какого газа внутренняя энергия самая большая?

- 1) у всех одинакова;
- 2) у аргона;
- 3) у неона;
- 4) у гелия.

Раздел 3. Второй закон термодинамики.

1. Что называется прямым циклом?

- 1) цикл, в результате которого расходуется работа;
- 2) цикл, в результате которого получается положительная работа;
- 3) цикл, в результате которого работа равна нулю.

2. Укажите аналитическое выражение второго закона термодинамики.

- 1) $dS \geq \frac{dq}{T}$;
- 2) $\delta q = du + pdv$;
- 3) $\delta q = dh - vdp$.

3. Термический коэффициент полезного действия равен:

- 1) отношению теплоты, подведенной к рабочему телу, к работе цикла;
- 2) отношению теплоты, отнятой у рабочего тела, к работе цикла;
- 3) отношению работы цикла к теплоте, подведенной в цикле к рабочему телу.

4. В результате осуществления кругового процесса получена работа, равная 90 кДж/кг, а отдано охладителю 60 кДж/кг. Определить термический КПД цикла.

- 1) 1,5;

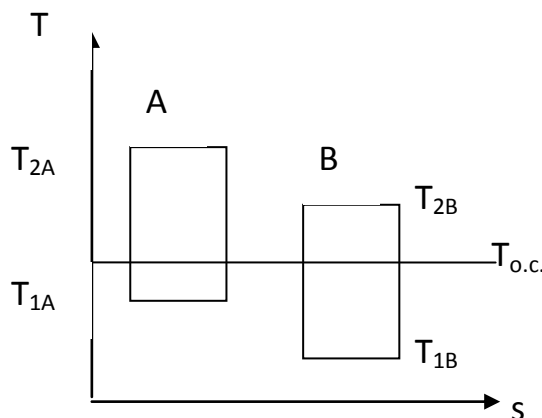
- 2) 0,67;
- 3) 0,6.

5. На диаграмме $T - s$ изображены два обратных цикла Карно. Для обоих циклов разность температур источников теплоты одна та же:

$$(T_{1A} - T_{2A}) = (T_{1B} - T_{2B}).$$

Укажите холодильный коэффициент какого из циклов выше.

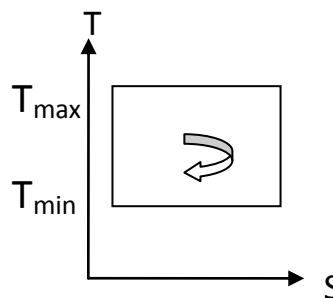
- 1) цикла А;



- 2) цикла В;
- 3) холодильные коэффициенты циклов одинаковы.

6. Термический КПД цикла Карно выражается формулой

- 1) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{min}}}$;
- 2) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}}$;
- 3) $\eta_{\text{к}} = \frac{T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}}$.



7. Что называется обратным циклом?

- 1) цикл, в результате которого расходуется работа;
- 2) цикл, в результате которого получается положительная работа;
- 3) цикл, в результате которого работа равна нулю.

8. Цикл Карно состоит

- 1) из двух изотерм и двух адиабат;
- 2) из двух изобар и двух адиабат;
- 3) из двух изохор и двух адиабат;
- 4) из двух изохор и двух изобар.

9. В обратном цикле

- 1) работа сжатия меньше работы расширения;
- 2) работа сжатия больше работы расширения;

3) работа сжатия равна работе расширения.

10. В прямом цикле

- 1) работа сжатия меньше работы расширения;
- 2) работа сжатия больше работы расширения;
- 3) работа сжатия равна работе расширения.

Раздел 4. Термодинамические процессы рабочих тел

1. Уравнение изотермического процесса

- 1) $pv = const$;
- 2) $pv^k = const$;
- 3) $pv^n = const$;
- 4) $pv = RT$.

2. Уравнение политропного процесса

- 1) $pv = const$;
- 2) $pv^k = const$;
- 3) $pv^n = const$;
- 4) $pv = RT$.

3. Уравнение адиабатного процесса

- 1) $pv = const$;
- 2) $pv^k = const$;
- 3) $pv^n = const$;
- 4) $pv = RT$.

4. Работа в изотермическом процессе равна

- 1) $dl = dq$;
- 2) $dl = 0$;
- 3) $dl = pdv$;
- 4) $dl = dq - du$.

5. Работа в изобарном процессе равна

- 1) $dl = dq$;
- 2) $dl = 0$;
- 3) $dl = pdv$;
- 4) $dl = dq - du$.

6. При изохорном нагревании на 50 К идеальный газ получил 2 кДж теплоты. Какую работу совершил идеальный газ, Дж?

- 1) 0,8;
- 2) 1;

- 3) 2;
- 4) 0.

7. В каком процессе изменение энтропии равно нулю?

- 1) в изобарном процессе;
- 2) в изотермическом процессе;
- 3) в политропном процессе;
- 4) в адиабатном.

8. В каком процессе удельная теплоемкость остается постоянной величиной?

- 1) в изобарном процессе;
- 2) в изохорном процессе;
- 3) в политропном процессе;
- 4) в адиабатном.

9. Для какого процесса графиком в координатах p, v является прямая, параллельная оси ординат?

- 1) изохорного процесса;
- 2) изобарного процесса;
- 3) изотермического процесса;
- 4) адиабатного процесса.

10. Для какого процесса графиком в координатах p, v является прямая, параллельная оси абсцисс?

- 1) изохорного процесса;
- 2) изобарного процесса;
- 3) изотермического процесса;
- 4) адиабатного процесса.

11. Для какого процесса графиком в координатах p, v является равнобокая гиперболола

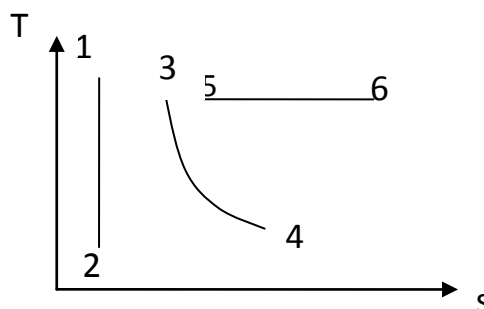
- 1) изохорного процесса;
- 2) изобарного процесса;
- 3) изотермического процесса;
- 4) адиабатного процесса.

12. Идеальный газ сжимают в изотермическом процессе. Как изменится внутренняя энергия газа?

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

13. Укажите процесс адиабатного расширения идеального газа:

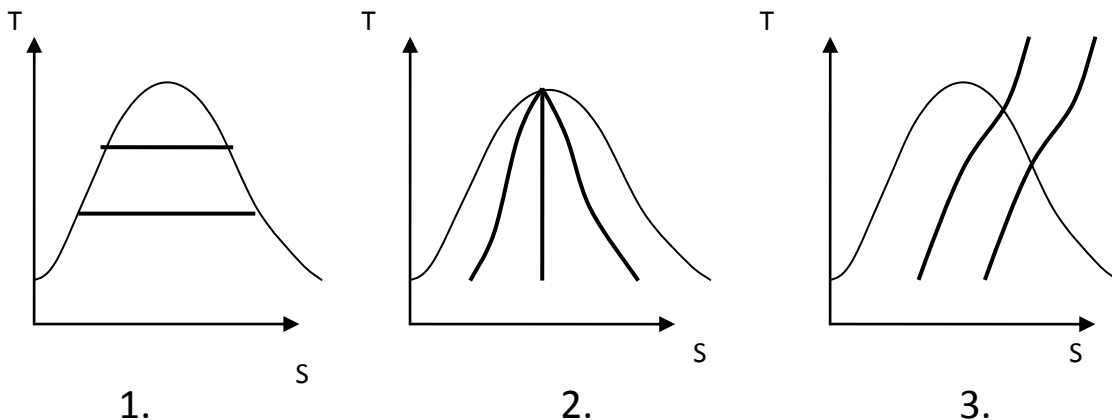
- 1) процесс 1-2;
- 2) процесс 3-4;
- 3) процесс 5-6.



14. В начальном состоянии давление газа $p_1 = 1$ МПа, объем $V_1 = 2$ м³. В изотермическом процессе 1 – 2 давление довели до $p_2 = 0,5$ МПа. Найти объем газа V_2 .

- 1) 0,5 м³;
- 2) 1 м³;
- 3) 4 м³.

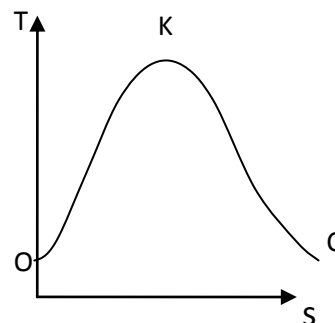
15. На каком рисунке показаны линии постоянной степени сухости водяного пара?



- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

16. Между кривыми ОК и КС находится:

- 1) область ненасыщенной жидкости;
- 2) область влажного насыщенного пара;
- 3) область перегретого пара.

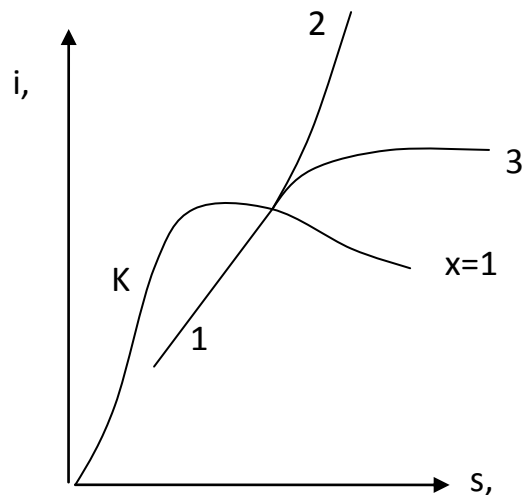


17. Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит

зна-

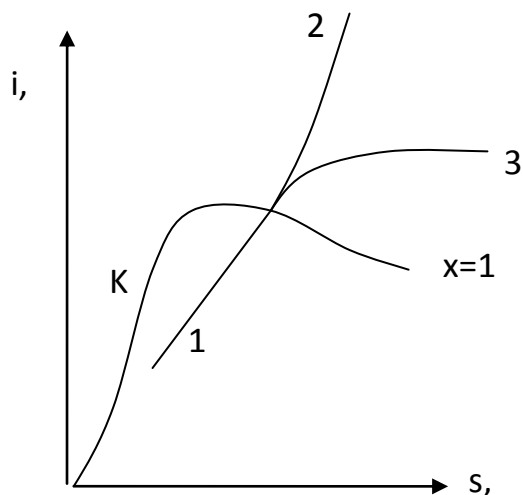
- 1) в 1 кг пара содержится 0,9 кг насыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара;
- 2) в 1 кг пара содержится 0,1 кг насыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара;
- 3) в 1 кг пара содержится 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара.

18. Процесс 1-3, показанный на i - s диаграмме



- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) изотермический.

19. Процесс 1-2, показанный на i - s диаграмме



- 1) изохорный;
- 2) изобарный;
- 3) изотермический.

20. Кипение – это:

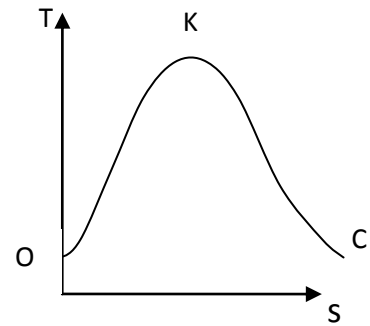
- 1) процесс парообразования с поверхности жидкости;
- 2) процесс парообразования во всем объеме жидкости;
- 3) переход вещества из твердого состояния в газообразное.

21. Конденсация – это:

- 1) переход вещества из жидкого состояния в газообразное;
- 2) переход вещества из газообразного состояния в жидкое;
- 3) переход вещества из твердого состояния в газообразное.

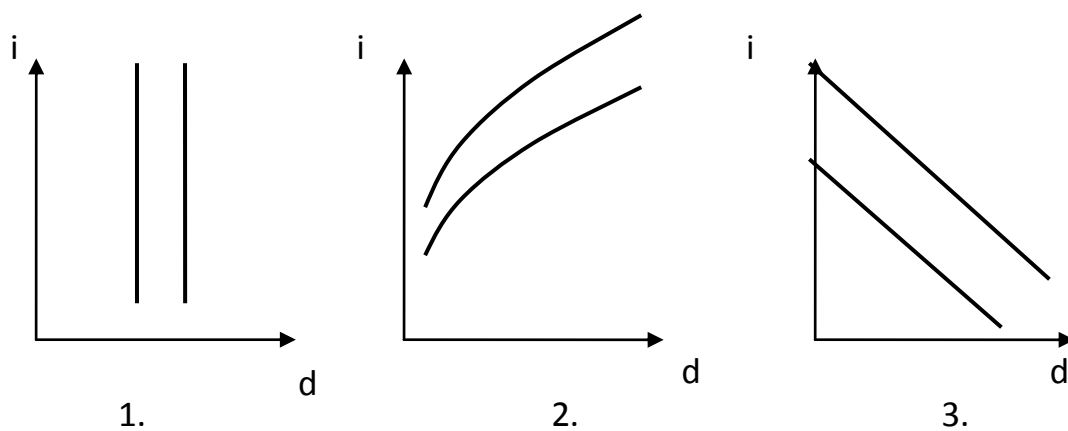
22. Линия О-К является:

- 1) нижней пограничной кривой;
- 2) верхней пограничной кривой;
- 3) линией постоянного влагосодержания



Раздел 5. Влажный воздух.

1. Укажите правильное расположение линии постоянной энтальпии влажного воздуха

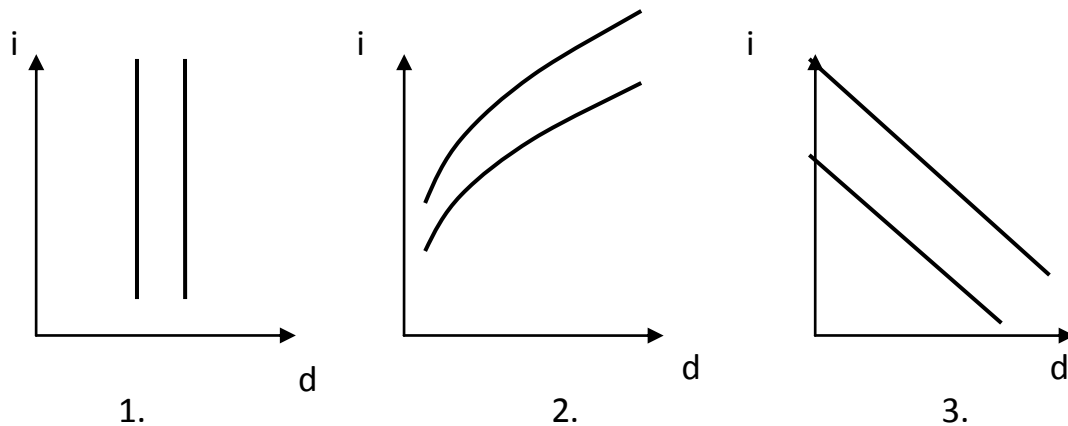


- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

2. Влагосодержание влажного воздуха – это:

- 1) количество водяного пара в 1 кг влажного воздуха;
- 2) количество водяного пара в 1 м³ влажного воздуха;
- 3) количество водяного пара, приходящееся на 1 кг сухого воздуха.

3. Укажите на i-d диаграмме влажного воздуха линии постоянного влагосодержания



- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

4. Укажите температуру начала выпадения влаги из влажного воздуха.

- 1) при температуре мокрого термометра;
- 2) при температуре выше температуры точки росы;
- 3) при температуре точки росы.

5. Для насыщенного воздуха относительная влажность ϕ равна:

- 1) $\phi = 0\%$;
- 2) $\phi = 100\%$;
- 3) $\phi = 120\%$.

6. По id – диаграмме для каждого состояния влажного воздуха определяют точку росы

- 1) при относительной влажности 100 %;
- 2) при относительной влажности 50 %;
- 3) при относительной влажности 10 %;
- 4) при относительной влажности 80 %.

7. Что является абсолютной влажностью воздуха?

- 1) масса пара в 1 м^3 влажного воздуха, численно равная плотности пара при парциальном давлении;
- 2) отношение действительной абсолютной влажности ненасыщенного воздуха к максимально возможной абсолютной влажности воздуха при той же температуре;
- 3) отношение массы пара во влажном воздухе к массе сухого воздуха в нем;
- 4) количество водяного пара в 1 м^3 воздуха.

8. Что является относительной влажностью воздуха?

- 1) масса пара в 1 м^3 влажного воздуха, численно равная плотности пара при парциальном давлении;
- 2) отношение действительной абсолютной влажности ненасыщенного воздуха к максимально возможной абсолютной влажности воздуха при той же температуре;
- 3) отношение массы пара во влажном воздухе к массе сухого воздуха в нем;
- 4) количество водяного пара в 1 м^3 воздуха.

Раздел 6. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.

1. При дросселировании жидкостей:

- +: температура жидкости понижается;
- 2) температура жидкости увеличивается;
- 3) не изменяется.

2. При дросселировании газов

- 1) температура газа всегда понижается;
- 2) температура газа всегда увеличивается;
- 3) не изменяется;

+: изменяется в зависимости от давления и температуры газа перед дроссельным устройством.

Теория теплообмена.

Раздел 7. Основные понятия и определения теории теплообмена.

Раздел 8. Теплопроводность.

1. Конвективный теплообмен между движущейся средой и поверхностью её раздела с другой средой называется

- 1) теплопроводностью;
- 2) конвекцией;
- 3) теплоотдачей;
- 4) излучением.

2. Молекулярный перенос теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры называется

- 1) теплопроводностью;
- 2) конвекцией;
- 3) теплоотдачей;
- 4) излучением.

3. Перенос теплоты вместе с макроскопическими объемами вещества называется

- 1) теплопроводностью;
- 2) конвекцией;
- 3) теплоотдачей;
- 4) излучением.

4. Что является количественной характеристикой переноса теплоты?

- 1) плотность теплового потока;
- 2) мощность теплового потока;
- 3) коэффициент теплопередачи;
- 4) коэффициент теплоотдачи.

5. Знак "минус" в записи закона Фурье выражает

- 1) что чем больше градиент температуры, тем меньше плотность потока тепла;
- 2) что коэффициент теплопроводности отрицателен;
- 3) что вектор плотности теплового потока направлен противоположно вектору градиента температуры, т.е. в сторону уменьшения температуры.

6. Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К) характеризует

- 1) способность вещества передавать теплоту;
- 2) интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой;
- 3) интенсивность собственного излучения тела.

7. Укажите вещества, которые могут использоваться в качестве тепловой изоляции.

- 1) твердые тела с $\lambda < 0,2$ Вт/(м·К);
- 2) твердые тела с $\lambda > 0,2$ Вт/(м·К);
- 3) газообразные тела, так как у них самый маленький коэффициент теплопроводности.

8. Тепловой поток – это количество теплоты:

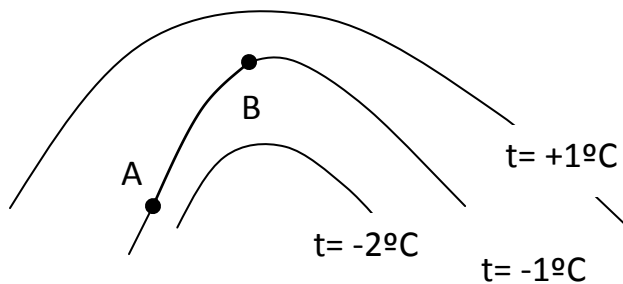
- 1) передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность;
- 2) передаваемое в единицу времени через единичную площадь;
- 3) проходящее в единицу времени через единичную площадь при градиенте температуры, равном единице.

9. Градиент температуры – это:

- 1) вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры;
- 2) количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу поверхности;
- 3) вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равный производной от температуры по этому направлению.

10. Укажите в какой точке больше модуль градиента температуры и куда направлен градиент температуры в этой точке.

- 1) в точке А, вверх;
- 2) в точке В, вниз;
- 3) в точке В, вверх.



11. Укажите формулу закона Фурье.

- 1) $q_w = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n}$;
- 2) $q_w = c_0 \left(\frac{T_w}{100} \right)^4$;
- 3) $q_w = \alpha (T_w - T_\infty)$.

Раздел 9. Конвективный теплообмен.

-
1. Теплоотдачей называется перенос теплоты
- 1) от жидкости к жидкости через разделяющую их стенку;
 - 2) между потоком жидкости (или газа) и стенкой;
 - 3) молекулярный перенос теплоты в телах.
2. Укажите формулу Ньютона-Рихмана (формулу теплоотдачи).
- 1) $q_w = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} \cdot dF \cdot d\tau$;
 - 2) $q_w = c_0 \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4$;
 - 3) $q_w = \alpha \cdot F \cdot (t_c - t_{жс})\tau$.
3. Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·К) характеризует
- 1) способность вещества проводить теплоту;
 - 2) интенсивность собственного излучения тела;
 - 3) интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
4. О режиме течения жидкости судят по значению числа
- 1) Рейнольдса (Re);
 - 2) Нуссельта (Nu);
 - 3) Прандтля (Pr).
5. Укажите число Рейнольдса (Re).
- 1) wl/a ;
 - 2) $w \cdot l_0 / \nu$;
 - 3) ν/a .
6. Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·К) характеризует:
- 1) способность вещества проводить теплоту;
 - 2) интенсивность собственного излучения тела;
 - 3) интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
7. Укажите выражение для числа Грасгофа.
- 1) $a\tau/l^2$;
 - 2) $g\beta\vartheta_0^3/\nu^2$;
 - 3) wl/a .
8. В ламинарном режиме жидкость движется:
- 1) с образованием пузырей;
 - 2) с образованием вихрей;
 - 3) плавно, без образования вихрей или пузырей.
9. Укажите выражение для критерия Нуссельта (Nu).
1. $\alpha \cdot \frac{l_0}{\lambda}$;

2. wl/a ;
3. $w \cdot l_0 / v_{ж}$.

Раздел 10. Теплообмен излучением.

1. Тепловое излучение – это:

- 1) молекулярный перенос теплоты в телах (или между ними), обусловленный переменной температурой;
- 2) перенос теплоты при перемещении объемов жидкости или газа из области с одной температурой в область с другой температурой;**
- 3) процесс переноса теплоты с помощью электромагнитных волн.

2. Закон Кирхгофа для теплового излучения

- 1) определяет суммарное излучение поверхности тела по всем направлениям пространства;
- 2) устанавливает количественную связь между излучательной и поглощательной способностями тела;
- 3) устанавливает распределение энергии излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны.

3. Степень черноты тела (ϵ) называется

- 1) отношение энергии пропущенной $E_{\text{проп}}$ к энергии падающей $E_{\text{пад}}$;**
- 2) отношение излучательной способности E реального тела к излучательной способности E_0 абсолютно черного тела при той же температуре;
- 3) отношение отраженной энергии $E_{\text{отр}}$ к энергии падающей $E_{\text{пад}}$.

4. Какое из тел при прочих равных условиях имеет большую интенсивность излучения?

- 1) со степенью черноты 0,3;
- 2) со степенью черноты 0,7;
- 3) со степенью черноты 0,9.

5. Поглощательная способность равна единице

- 1) для абсолютно черных тел;**
- 2) для серых тел;
- 3) для абсолютно прозрачных тел.

6. Укажите формулу закона Стефана-Больцмана.

- 1) $E_0 = c_0(T/100)^4$, Вт/м²;
- 2) $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3}$, м·К;
- 3) $E_{\omega\lambda} = \frac{2\pi c_1}{\lambda^5} \left(e^{-\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1}$, Вт/м³

7. Укажите закон Стефана – Больцмана для серых тел:

- 1) $Q = k(t_1 - t_2) F$;

$$2) E_0 = c_0(T/100)^4;$$

$$3) E = \varepsilon \cdot c_0(T/100)^4.$$

8. При каком условии степень черноты равна поглощательной способности тела (из закона Кирхгофа)?

- 1) всегда;
- 2) при одной и той же длине волны;
- 3) при одной и той же температуре.

9. С повышением температуры максимум интенсивности излучения:

1. Смещается в сторону более длинных волн.
2. Смещается в сторону более коротких волн.
3. Не изменяется.

Раздел 11. Теплопередача.

1. Укажите формулу для определения коэффициента теплопередачи.

$$1) \lambda = \frac{|q|}{|\text{grad}t|};$$

$$2) k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

$$3) a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}.$$

2. Укажите уравнение теплопередачи:

$$1) Q = kF\Delta t_{cp};$$

$$2) Q = qF;$$

$$3) Q = \alpha F / t_c - t_{жк} /;$$

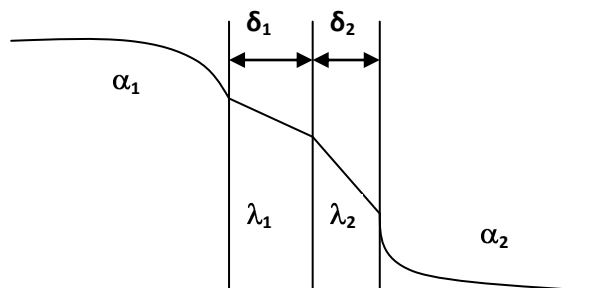
$$4) Q = \frac{(t_{c1} - t_{c2})}{R_\lambda}.$$

3. Укажите формулу для определения термического сопротивления теплопередачи плоской стенки.

$$1) \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2};$$

$$2) \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2};$$

$$3) \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1 + \delta_2}{\lambda_1 + \lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}.$$



4. Найти коэффициент теплопередачи, если чугунный трубопровод толщиной $\delta_{ч} = 9$ мм, $\lambda_{ч} = 90$ Вт/(м·К) изолирован слоем пеношамота $\delta_{п} = 30$ мм, $\lambda_{п} = 0,3$ Вт/(м·К). Коэффициенты теплоотдачи: $\alpha_1 = 100$ Вт/(м²·К), $\alpha_2 = 10$ Вт/(м²·К). Расчет провести по формулам плоской стенки.

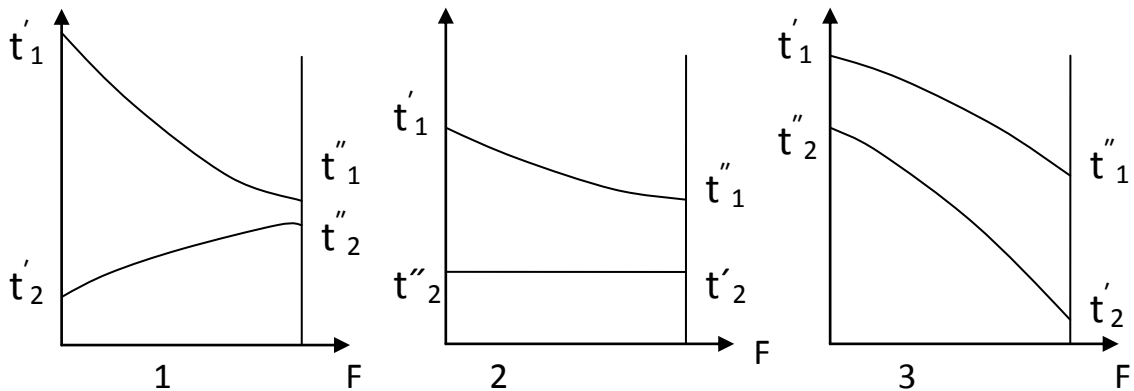
- 1) 4,76 Вт/(м²·К);
- 2) 0,21 Вт/(м²·К);
- 3) 9,1 Вт/(м²·К).

5. Стальная стенка, толщиной 10 мм с $\lambda_{ст} = 50$ Вт/(м·К) с двух сторон омывается жидкостью с коэффициентами теплоотдачи $\alpha_1 = 1000$ Вт/(м²·К) и $\alpha_2 = 10$ Вт/(м²·К). Определить коэффициент теплопередачи.

- 1) 10,1 Вт/(м²·К);
- 2) 9,88 Вт/(м²·К);
- 3) 9,65 Вт/(м²·К).

Раздел 12. Основы расчета теплообменных аппаратов.

1. Показать характер изменения температуры в рекуперативном теплообменнике при прямотоке.

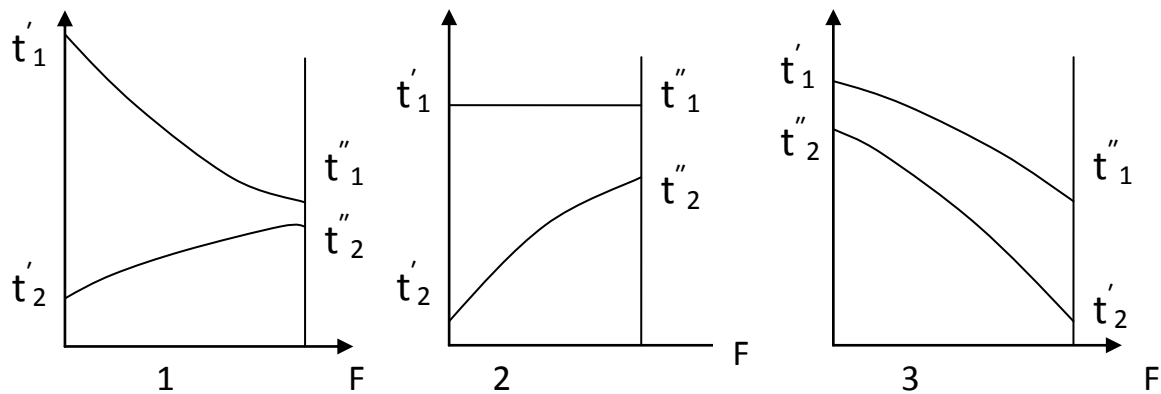


- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

2. Уравнение теплового баланса в рекуперативном теплообменном аппарате, в котором происходит кипение теплоносителя, имеет вид:

- 1) $Q = \alpha_{ст} (t_{ж} - t_{жс}) F = -\lambda_{жс} \left(\frac{dt}{dn_{ст}} \right) \cdot F$;
- 2) $Q = G_1 c_1 \cdot (t_1'' - t_1')$ $= G_2 c_2 (t_2'' - t_2')$;
- 3) $Q = G_1 \cdot (i_1'' - i_1')$ $= G_2 r_2 (x_2'' - x_2')$.

3. Показать характер изменения температуры в рекуперативном теплообменнике при противотоке



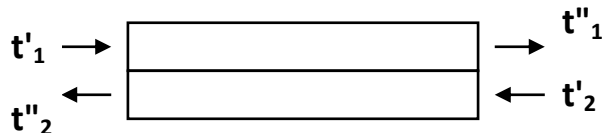
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3.

4. Регенераторы – это

- 1) теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку;
- 2) теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей;
- 3) теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью.

5. Укажите выражение среднего температурного напора в противоточном теплообменнике:

- 1) $\frac{Q - t_2' \rceil Q - t_2''}{\ln \frac{Q - t_2'}{Q - t_2''}}$;
- 2) $\frac{Q - t_2' \rceil Q - t_1'}{\ln \frac{Q - t_2'}{Q - t_1'}}$;
- 3) $\frac{Q - t_2' \rceil Q - t_2''}{\ln \frac{Q - t_2'}{Q - t_2''}}$.



6. Укажите уравнение теплопередачи в рекуперативном теплообменнике.

- 1) $Q = kF\Delta t_{cp}$;
- 2) $Q = qF$;
- 3) $Q = \alpha F / t_c - t_{жс} /$;
- 4) $Q = \frac{(t_{c1} - t_{c2})}{R_\lambda}$.

Типовые задачи

1. Произвести тепловой конструкторский расчет кожухотрубного теплообменного аппарата, подключенного по схеме противотока при следующих данных:

- Производительность $Q = 10,5$ МВт
- Начальная температура греющей воды $t_1' = 160$ °С
- Конечная температура греющей воды $t_1'' = 98$ °С
- Начальная температура нагреваемой воды $t_2' = 5$ °С
- Конечную температуру нагреваемой воды задать самостоятельно.

2. Определить параметры водяного пара на выходе из парового котла Е-16-14 ГМ при значениях абсолютного давления $p = 1,4$ МПа и температуры $t = 225$ °С.

3. Определить коэффициент теплоотдачи при кипении воды в испарителе, если температура стенки испарителя 150 °С, давление пара $0,45$ МПа, температура воды 142 °С.

4. Определить влагосодержание, энтальпию, плотность влажного воздуха при $t = 20$ °С, $\phi = 60\%$, $P_6 = 0,098$ МПа (1 кгс/см²).

5. Определить параметры влажного воздуха, если он имеет температуру по сухому термометру 20 °С и влагосодержание 4 г/кг.

6. Воздух, имеющий параметры $\phi = 40\%$, $t = 22$ °С и расход 1000 кг/ч, нагревается в поверхностном теплообменнике до $t = 38$ °С. Определить энтальпию и относительную влажность воздуха после нагрева и расход израсходованной теплоты. Изобразить процесс на I-d-диаграмме влажного воздуха.

3.4. Темы рефератов

Рефераты рабочей программой дисциплины не предусмотрен

3.5. Курсовое проектирование не предусмотрено учебным планом

3.6. Примеры вопросов для защиты лабораторных работ по теплотехнике:

1. Какие величины называются термодинамическими параметрами?
2. Какие термодинамические параметры относятся к основным?
3. Что такое температура?
4. Какие температурные шкалы применяются в нашей стране?
5. Какими приборами измеряется температура?
6. Формула связи термодинамической температуры и температуры Цельсия?
7. Принцип действия термометров расширения (жидкостных, стеклянных и манометрических).
8. Принцип действия термопары.
9. Принцип действия термометра сопротивления.
10. Давление как параметр термодинамического состояния газа.
11. Единица измерения давления в системе СИ; допускаемые к использованию не-системные единицы измерения; соотношения между ними.

12. Какие виды давления используют в технических расчетах? Формулы связи между ними.

13. Классификация средств измерения давления по принципу преобразования давления в показания прибора.

14. Деформационные манометры и дифманометры.

15. Принцип действия жидкостных манометров и дифманометров.

16. Что называется влажным воздухом? Состав чистого атмосферного воздуха.

17. Что называется насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?

18. Закон Дальтона применительно к влажному воздуху.

19. Что называется абсолютной влажностью?

20. Что называется влагосодержанием воздуха?

21. В каких пределах может изменяться влагосодержание?

22. Что называется относительной влажностью?

23. Что называется температурой точки росы?

24. Принцип действия и устройство кондиционера.

25. Физический смысл теплопроводности как способа переноса теплоты.

26. Что такое температурное поле, изотермная поверхность, температурный градиент?

27. Основной закон теплопроводности – закон Фурье.

28. Понятие теплообмена.

29. Что такое теплопередача и теплоотдача?

30. Понятие теплового потока и поверхностной плотности теплового потока.

31. Уравнение теплового баланса.

32. Уравнение теплопередачи.

33. Проанализировать уравнение для определения среднего температурного напора в теплообменном аппарате.

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

4.1 Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Информация о формах, периодичности и проверке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации изложено в Положении П ВГАУ 1.1.05 – 2014

4.2 Методические указания по проведению текущего контроля

1.	Сроки проведения текущего контроля	На лабораторных занятиях
2.	Место и время проведения текущего контроля	В учебной аудитории в течение лабораторных занятий
3.	Требования к техническому оснащению аудитории	в соответствии с ОПОП и рабочей программой
4.	Ф.И.О. преподавателя (ей), проводящих процедуру контроля	Бутова С.В.
5.	Вид и форма заданий	Собеседование
6.	Время для выполнения заданий	В течение занятия

7.	Возможность использования дополнительных материалов.	Обучающийся может пользоваться дополнительными материалами
8.	Ф.И.О. преподавателя (ей), обрабатывающих результаты	Бутова С.В.
9.	Методы оценки результатов	Экспертный
10.	Предъявление результатов	Оценка доводится до сведения обучающихся в течение занятия
11.	Апелляция результатов	В порядке, установленном нормативными документами, регулирующими образовательный процесс в Воронежском ГАУ

4.3 Ключи (ответы) к контрольным заданиям, материалам, необходимым для оценки знаний

Ключи к тестам

<i>Раздел 1. Основные понятия и определения термодинамики</i>					
№ теста	№ ответа	№ теста	№ ответа	№ теста	№ ответа
1	2	6	3	11	1
2	2	7	2	12	3
3	3	8	3, 4, 5	13	1
4	1 и 2	9	1	14	2
5	4	10	2	15	4
<i>Раздел 2. Первый закон термодинамики</i>					
1	2	3	1	5	4
2	1	4	1	6	1
<i>Раздел 3. Второй закон термодинамики</i>					
1	2	5	1	9	2
2	1	6	2	10	1
3	3	7	1		
4	1	8	1		
<i>Раздел 4. Термодинамические процессы рабочих тел</i>					
1	1	9	1	17	3
2	3	10	2	18	3
3	2	11	3	19	2
4	1	12	3	20	2
5	3	13	1	21	2
6	4	14	3	22	1
7	4	15	2		
8	3	16	2		

Раздел 5. Влажный воздух					
1	3	4	3	7	1
2	3	5	2	8	2
3	1	6	1		
Раздел 6. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров					
1		3		5	
2		4		6	
Раздел 7. Основные понятия и определения теории теплообмена					
Раздел 8. Теплопроводность.					
1	3	5	3	9	3
2	1	6	1	10	3
3	2	7	1	11	1
4	1	8	1		
Раздел 9. Конвективный теплообмен.					
1	2	4	1	7	2
2	3	5	2	8	3
3	3	6	3	9	1
Раздел 10. Теплообмен излучением					
1	3	4	3	7	3
2	2	5	1	8	1
3	1	6	1	9	
Раздел 11. Теплопередача					
1	2	3	1	5	2
2	1	4	1		
Раздел 12. Основы расчета теплообменных аппаратов					
1	1	3	3	5	1
2	2	4	3	6	1