



## 9. Цель и задачи учебной дисциплины:

**Целью дисциплины** является формирование знаний о тепловых свойствах различных материалов и тепловых процессах, приводящих к изменению технологических характеристик оборудования.

### Задачи дисциплины:

- дать представление о тепловых свойствах твердых, жидких и газообразных веществ;
- рассмотреть тепловые процессы, которые влияют на работу и характеристики оборудования;
- формировать навыки определения теплофизических свойств материалов расчетными и экспериментальными методами;
- формировать навыки работы с различными источниками информации, анализа и обобщения необходимых сведений с целью совершенствования процессов и оборудования машиностроительных производств.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Теплофизика» входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной вариативной части образовательной программы. При её изучении используются знания и навыки, полученные в ранее освоенных дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия».

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы для изучения таких дисциплин, как «Технология конструкционных материалов», «Технологическое оборудование», «Технологическая оснастка», «Технология машиностроения», а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

Условия реализации дисциплины для лиц с ОВЗ определяются особенностями восприятия учебной информации и индивидуальными психофизическими особенностями обучающихся.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<b>знает (имеет представление):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные законы физики, методы математического анализа и моделирования;</li><li>– стандартные методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов;</li><li>– основные идеи и методы математики как универсального языка науки и техники, средства моделирования явлений и процессов;</li></ul> <b>умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;</li><li>– применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;</li><li>– использовать физические приборы, проводить измерения физических величин, грамотно представлять их результаты;</li></ul> <b>владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками проведения экспериментального исследования физических объектов;</li><li>– профессиональной терминологией, используемой при решении задач.</li></ul>
ПК-18	умение применять методы стандартных	<b>знает (имеет представление):</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основные характеристики физико-механических свойств</li></ul>

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
	испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	<p>производственных материалов;</p> <p>– технологические показатели;</p> <p>– методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;</p> <p><b>умеет:</b></p> <p>– использовать знания основных характеристик физико-механических свойств и технологических показателей производственных материалов для проведения стандартных испытаний готовых изделий;</p> <p><b>владеет:</b></p> <p>– методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — 2 / 72

Форма промежуточной аттестации – зачёт

## 13. Виды учебной работы

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость(часы)	
	Всего	По семестрам
		сем. 8
Контактная работа, в том числе:	30	30
лекции	10	10
практические занятия	20	20
лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	42	42
Форма промежуточной аттестации (зачёт – 0 ч.)	0	0
Итого:	<b>72</b>	<b>72</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость(часы)	
	Всего	По семестрам
		сем. 9
Контактная работа, в том числе:	16	16
лекции	8	8
практические занятия	8	8
лабораторные работы	-	-
Самостоятельная работа	52	52
Форма промежуточной аттестации (зачёт – 4 ч.)	4	4
Итого:	<b>72</b>	<b>72</b>

## 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		<b>1. Лекции</b>
1.1	Основные термодинамические параметры и их связь	Удельный объем, давление, температура. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Газовая постоянная. Уравнение состояния реальных газов. Теплофизические свойства смесей газов
1.2	Первый закон термодинамики	Теплота и работа. Первый закон термодинамики.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		Внутренняя энергия. Уравнения первого закона термодинамики. Энтальпия.
1.3	Теплоемкость	Теплоемкость массовая, объемная, мольная, при постоянном давлении и постоянном объеме. Коэффициент Пуассона. Закон Майера. Средняя теплоемкость.
1.4	Второй закон термодинамики	Энтропия. Второй закон термодинамики. Обратимость и необратимость процессов
1.5	Основные термодинамические процессы и их анализ	Процессы изобарные, изохорные, изометрические, адиабатные, политропные. Работа, изменения внутренней энергии и энтропии в процессах.
1.6	Термодинамические циклы и их оценка	Прямой и обратный циклы Карно. Термический и холодильный коэффициент
1.7	Теплопроводность	Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью: однородная плоская стенка; многослойная стенка, цилиндрическая стенка.
1.8	Конвективный теплообмен	Конвективный теплообмен. Основной закон конвективного теплообмена.
1.9	Основы теории подобия и теплопередача	Применение теории подобия к процессам теплопередачи. Критерии теплопередачи.
1.10	Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	Определение истинных теплофизических свойств чистых веществ и материалов. Исследование теплофизических свойств технических материалов, композиционных систем, состоящих из многих компонентов — чистых веществ.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Основные термодинамические параметры и их связь	Уравнение состояния идеального газа. Теплофизические свойства газовой смеси.
2.2	Первый закон термодинамики	Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Уравнения первого закона термодинамики. Энтальпия.
2.3	Теплоемкость	Вычисление значений теплоемкостей газов и их смесей.
2.4	Второй закон термодинамики	Энтропия. Второй закон термодинамики. Обратимость и необратимость процессов
2.5	Основные термодинамические процессы и их анализ	Процессы изобарные, изохорные, изометрические, адиабатные, политропные. Работа, изменения внутренней энергии и энтропии в процессах.
2.6	Термодинамические циклы и их оценка	Прямой и обратный циклы Карно. Термический и холодильный коэффициент
2.7	Теплопроводность	Расчет теплового сопротивления, коэффициента теплопроводности и распределения температуры для многослойной плоской стенки.
2.8	Конвективный теплообмен	Расчет коэффициентов теплоотдачи плоской стенки и трубы.
2.9	Основы теории подобия и теплопередача	Применение теории подобия к процессам теплопередачи. Критерии теплопередачи.
2.10	Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	Определение истинных теплофизических свойств чистых веществ и материалов. Исследование теплофизических свойств технических материалов, композиционных систем, состоящих из многих компонентов — чистых веществ.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основные термодинамические параметры и их связь	1	2	-	2	5
2	Первый закон термодинамики	1	2	-	4	7
3	Теплоемкость	1	2	-	4	7
4	Второй закон термодинамики	1	2	-	4	7
5	Основные термодинамические процессы и их анализ	1	2	-	4	7
6	Термодинамические циклы и их оценка	1	2	-	8	11
7	Теплопроводность	1	2	-	4	7
8	Конвективный теплообмен	1	2	-	4	7
9	Основы теории подобия и теплопередача	1	2	-	4	7
10	Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	1	2	-	4	7
Итого:		10	20	-	42	72

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Основные термодинамические параметры и их связь	1	-	-	2	3
2	Первый закон термодинамики	2	2	-	6	10
3	Теплоемкость	2	-	-	6	8
4	Второй закон термодинамики	1	2	-	4	7
5	Основные термодинамические процессы и их анализ	-	2	-	6	8
6	Термодинамические циклы и их оценка	2	2	-	6	10
7	Теплопроводность	-	-	-	6	6
8	Конвективный теплообмен	-	-	-	6	6
9	Основы теории подобия и теплопередача	-	-	-	4	4
10	Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	-	-	-	6	6
Зачёт						4
Итого:		8	8	0	52	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, прежде всего, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ.

Знание основных положений, отраженных в рабочей программе дисциплины, поможет обучающимся ориентироваться в изучаемом курсе, осознавать место и роль изучаемой дисциплины в подготовке будущего педагога, строить свою работу в соответствии с требованиями, заложенными в программе.

Основными формами аудиторных занятий по дисциплине являются лекции и практические занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе лекционных занятий необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы как уточняющего характера, помогающие уяснить отдельные излагаемые положения, так и вопросы продуктивного типа, направленные на расширение и углубление сведений по изучаемой теме, на выявление недостаточно освещенных вопросов, слабых мест в аргументации и т.п. На практических занятиях необходимо активно участвовать в решении предлагаемых проблем. Для успешного освоения дисциплины желательно выполнять индивидуальные задания, готовить доклады и рефераты.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо повторить пройденный материал в соответствии с учебной программой. Рекомендуется использовать конспекты лекций и источники, перечисленные в списке литературы в рабочей программе дисциплины, а также ресурсы электронно-библиотечных систем. Необходимо обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных по разным причинам. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов Интернета, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Кикоин, И.К. Молекулярная физика / И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. – учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2008. – 480 с.
2	Савельев, И.В. Курс общей физики: учебное пособие в 3 т. Т.1. Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. – СПб.: Лань, 2007. – 432 с.
3	Техническая термодинамика: учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов; М-во образ.и науки России, Казан. национ. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – 264 с. [Электронный ресурс]. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=428258">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=428258</a> (14.06.2021)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Пронин, Б.В. Физика: учебник / Б.В. Пронин. - М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. - 445 с. [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=144822">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=144822</a> (14.06.2021)
5	Ташлыкова-Бушкевич, И.И. Физика. Учебник. В 2 частях Молекулярная физика и термодинамика. Электричество и магнетизм / И.И. Ташлыкова-Бушкевич. - Минск: Вышэйшая школа, 2013. - Ч. 1. Механика.. - 304 с. [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235732">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=235732</a> (14.06.2021)

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6	Никитин, А.К. Курс лекций по общей физике / А.К. Никитин. - 9-е перераб. и доп. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 256 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=226477">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=226477</a> . (14.06.2021)
7	Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров: учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Техносфера, 2012. - 560 с. [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233466">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233466</a> (14.06.2021)

### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Епифанов Е.С., Степанов А.М. Термодинамика. Практикум. – М.: Альтаир-МГАВТ, 2014. – 86 с. [Электронный ресурс]. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=429994">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=429994</a> (14.06.2021)
2	Зеленцов Д.В. Техническая термодинамика: учеб. пособие. – Самара: СГАСУ, 2012. – 140 с. [Электронный ресурс]. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=143845">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=143845</a> (14.06.2021)

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

**Программное обеспечение:**

Win10, OfficeProPlus 2010;

–STDU Viewer version 1.6.2.0;

–7-Zip;

–GIMP GNU Image Manipulation Program;

–Paint.NET;

–браузеры: Yandex, Google, Opera, Mozilla Firefox, Explorer.

**Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:**

–Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <http://elibrary.ru/>

–Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

–Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

–Портал машиностроения – <http://www.mashportal.ru/>

–Информационно-тематический портал «Машиностроение, механика, металлургия» <http://mashmex.ru/mehanika-mashinostroenie.html>

–База данных «Стандарты и регламенты» Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts>

–Библиотека технической литературы ТехЛит.ру – <http://www.tehлит.ru/list.htm>

–Библиотека машиностроителя – <https://lib-bkm.ru/index/0-9>

–Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» – <http://biblioclub.ru/>

–ООО Политехресурс ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента») – <https://www.studentlibrary.ru/>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Для проведения занятий необходима аудитория, компьютер, проектор, экран, маркерная доска, учебная литература.

**19. Фонд оценочных средств:**

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся
ОПК-1: умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования,	знает (имеет представление): – основные законы физики, методы математического анализа и моделирования; – стандартные методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов; – основные идеи и методы	1. Основные термодинамические параметры и их связь 2. Первый закон термодинамики 3. Теплоемкость 4. Второй закон термодинамики 5. Основные термодинамические процессы и их анализ	задания для самостоятельной работы, рефераты

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся
теоретического и экспериментального исследования	математики как универсального языка науки и техники, средства моделирования явлений и процессов;	6. Термодинамические циклы и их оценка 7. Теплопроводность 8. Конвективный теплообмен 9. Основы теории подобия и теплопередача	
	умеет: – использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; – применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; – использовать физические приборы, проводить измерения физических величин, грамотно представлять их результаты;	1. Основные термодинамические параметры и их связь 2. Первый закон термодинамики 3. Теплоемкость 4. Второй закон термодинамики 5. Основные термодинамические процессы и их анализ 6. Термодинамические циклы и их оценка	задания для самостоятельной работы, рефераты
	владеет: – навыками проведения экспериментального исследования физических объектов; – профессиональной терминологией, используемой при решении задач.	1. Основные термодинамические параметры и их связь 10. Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	задания для самостоятельной работы, рефераты
ПК-18: умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	знает (имеет представление): – основные характеристики физико-механических свойств производственных материалов; – технологические показатели; – методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;	1. Основные термодинамические параметры и их связь 10. Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	задания для самостоятельной работы, рефераты
	умеет: – использовать знания	10. Теоретическое и экспериментальное	задания для самостоятельной



Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся
	основных характеристик физико-механических свойств и технологических показателей производственных материалов для проведения стандартных испытаний готовых изделий;	определение теплофизических свойств веществ	работы
	владеет: – методами стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	10. Теоретическое и экспериментальное определение теплофизических свойств веществ	задания для самостоятельной работы
<b>Промежуточная аттестация – зачёт</b>			<b>КИМ</b>

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание основных законов физики, методы математического анализа и моделирования; стандартных методов теоретического и экспериментального исследования физических объектов; основных характеристик физико-механических свойств производственных материалов;
- 2) умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
- 3) владение навыками проведения экспериментального исследования физических объектов; профессиональной терминологией, используемой при решении задач.

Для оценивания результатов обучения на зачёте используется дихотомическая шкала: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся знает основные законы физики, методы математического анализа и моделирования; стандартные методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов; основные характеристики физико-механических свойств производственных материалов; умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной</i>	<i>Удовлетворительный уровень</i>	<i>зачтено</i>

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>деятельности; владеет навыками проведения экспериментального исследования физических объектов; профессиональной терминологией, используемой при решении задач либо допускает незначительные ошибки в ответе, в некоторых случаях затрудняется применять теоретические знания при выполнении практических заданий</i>		
<i>Обучающийся демонстрирует отсутствие знаний или наличие отрывочных, фрагментарных знаний, допускает грубые ошибки при выполнении практических заданий.</i>	–	Не зачтено

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

#### 19.3.1. Перечень заданий для самостоятельной работы

1. Манометр газового баллона показывает давление 0,9 МПа, столбик ртути в барометре имеет высоту 730 мм при температуре в помещении 30°C. Определить абсолютное давление газа в баллоне в мегапаскалях.
2. В сосуде вместимостью 0,4 м<sup>3</sup> находится 0,8 кг газа. Определить его удельный объем, плотность и удельный вес в СИ.
3. Манометр парового котла показывает давление 15 кгс/см<sup>2</sup>. Показания ртутного барометра при температуре в котельной 25°C составляют 750 мм рт.ст. Определить абсолютное давление в котле в технических атмосферах, в барах и в паскалях.
4. Пневматический пресс с диаметром поршня 0,4 м действует с силой 635000 Н. Определить абсолютное давление воздуха в цилиндре прессы в атмосферах, в барах и в паскалях, если барометрическое давление  $V_0=745$  мм рт. ст.
5. Для определения давления газа к сосуду подключен U-образный ртутный манометр (рис.1). Высота столба ртути  $H_1=500$  мм. Над ртутью в правом колене находится вода. Высота водяного столба  $H_2=200$  мм. Барометрическое давление  $V_0=742$  мм рт.ст. Определить абсолютное давление газа в сосуде в миллиметрах ртутного столба и в барах.

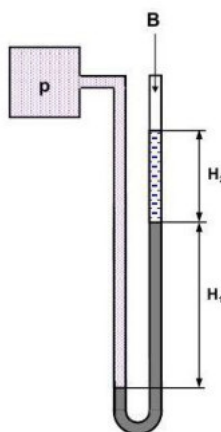


Рис. 1

6. Определить удельный объем идеального газа кислорода  $O_2$  (32 кг/кмоль) при давлении 1 бар и температуре  $20^\circ C$ .
7. При нормальных физических условиях идеальный газ имеет объем  $5 \text{ м}^3$ . Какой объем займет газ при давлении 5 бар и температуре  $265^\circ C$ ? Нормальные физические условия:  $p=760 \text{ мм рт.ст.}$ ,  $t=0^\circ C$ .
8. 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.
9. Мощность турбогенератора 200 МВт, а его КПД составляет 99 %. Охлаждение генератора производится водородом с теплоемкостью  $c_p=14,3 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ . Считая, что вся теплота потерь отводится водородом, изобарно нагревающимся при прохождении через генератор на  $30^\circ C$ , определить его секундный массовый расход.
10. С помощью электронагревателя (рис.2) 10 кг воздуха изобарно нагреваются от температуры внешней среды  $t_1=t_{oc}=20^\circ C$  до  $t_2=700^\circ C$ . Температура нагревателя  $t_{нг}=1000^\circ C$  остается постоянной. Определить увеличение энтропии системы и потерю возможной работы – эксергии за счет необратимости этого процесса теплообмена. Считать систему замкнутой изолированной, а воздух идеальным двухатомным газом с  $c_p=\text{const}$ .

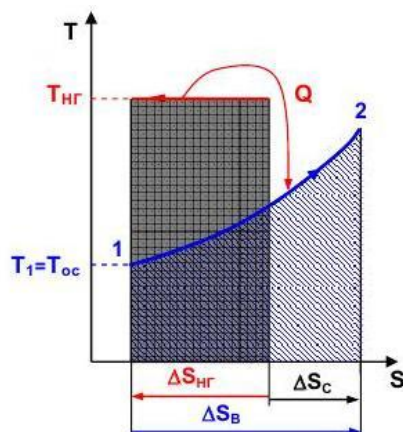


Рис. 2

11. Двигатель работает по обратимому циклу Карно в интервале температур  $t_1=300^\circ C$  и  $t_2=50^\circ C$  и производит работу в 420 кДж. Определить термический КПД цикла и количество теплоты, сообщенное рабочему телу и отведенное от него.
12. Холодильная установка работает по обратимому циклу Карно в интервале температур  $t_1=20^\circ C$  и  $t_2= -20^\circ C$  и затрачивает работу в количестве 100 кДж. Определить холодильный коэффициент цикла и его холодопроизводительность  $Q_2$
13. Определить термический КПД и работу цикла, изображенного на рис. 3, если рабочее тело представляет многоатомный идеальный газ с  $\mu=29,7 \text{ кг/кмоль}$ , а параметры цикла в характерных точках заданы величинами:  $P_1=1 \text{ бар}$ ,  $t_1=27^\circ C$ ,  $V_4=0,5 \text{ м}^3$ ,  $V_1/V_2=2$ ,  $P_3/P_2=4$ . Сравнить термический КПД этого цикла с КПД цикла

Карно, работающего в интервале максимальной и минимальной температур данного цикла.

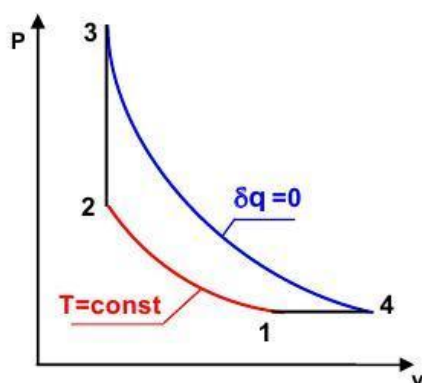


Рис. 3

14. Электрический нагреватель мощностью 1 кВт, имея постоянную температуру  $100^{\circ}\text{C}$ , обогревает помещение с температурой  $20^{\circ}\text{C}$  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.

15. Определить удельную эксергию в объеме идеального воздуха при  $t_1=400^{\circ}\text{C}$  и  $p_1=10$  бар, если окружающая среда имеет параметры:  $t=20^{\circ}\text{C}$ ,  $p_{oc}=1$  бар. Воздух считать идеальным двухатомным газом  $\mu=28,96$  кг/кмоль.

16. Определить изменение энтропии системы и потерю эксергии источника теплоты с  $t_1=1500^{\circ}\text{C}=\text{const}$ , отдающего 1000 кДж теплоты другому телу с постоянной температурой  $t_2=500^{\circ}\text{C}=\text{const}$ , если температура окружающей среды  $t_{oc}=20^{\circ}\text{C}$ .

### 19.3.2 Перечень тем рефератов

1. Обратимые и необратимые процессы.
2. Цикл Карно. Теорема Карно.
3. Энтропия. Изменение энтропии в необратимых процессах.
4. Уравнение сохранения энергии, закон Фурье, краевые условия задач теплопроводности.
5. Число Био. Коэффициент теплопередачи.
6. Теплопроводность через цилиндрическую стенку.
7. Эмпирические законы переноса (Ньютона, Фурье, Фика).
8. Физический смысл чисел подобия конвективного тепло- и массообмена.
9. Стабилизированный теплообмен при граничных условиях 2-го рода.
10. Расчет поверхности теплообмена, конечной температуры теплоносителей.

### 19.3.3. Перечень вопросов к зачету

1. Конвективный теплообмен. Режимы течения жидкостей и газов. Гидромеханический и термический пограничные слои. Уравнение конвективной теплоотдачи.
2. Молярные теплоемкости идеального газа. Коэффициент Пуассона. Формула Майера. Средняя теплоемкость.
3. Обратимость и необратимость тепловых процессов. Второе начало термодинамики. Энтропия и ее изменение в термодинамических процессах.

4. Основные термодинамические параметры и их связь. Газообразное состояние вещества. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная. Теплофизические свойства идеальных газов и смесей газов.
5. Основные термодинамические параметры и их связь. Газообразное состояние вещества. Уравнение состояния реального газа Ван-дер-Ваальса. Критическая температура вещества.
6. Основные термодинамические процессы и их анализ. Изобарный, изохорный, изотермический, адиабатный, политропный процессы. Законы термодинамических процессов.
7. Основы теории подобия. Критерии подобия и критериальные уравнения. Теплопередача.
8. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия газа. Теплота и работа. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Энтальпия.
9. Расчет теплопроводности тел правильной геометрической формы (неограниченной пластины, цилиндра, шара, сферической).
10. Режимы течения жидкостей и газов. Гидромеханический и термический пограничные слои. Уравнение конвективной теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
11. Способы передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
12. Стационарная теплопроводность. Закон Фурье для стационарной теплопроводности. Коэффициенты теплопроводности твердых жидких и газообразных тел. Расчет коэффициента теплопроводности газов.
13. Теоретические основы теплофизических измерений. Методы измерения температуры. Калориметрия. Определение теплоемкости, коэффициентов тепло- и температуропроводности.
14. Теоретическое и экспериментальное определение теплопроводности газов. Теплопроводность газов в условиях технического вакуума.
15. Тепловые машины. Схема работы тепловой машины. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Паровые машины.
16. Теплоемкости идеального газа: массовая, объемная, мольная. Теплоемкости газа при различных процессах: при постоянном давлении, постоянном объеме, постоянной температуре.
17. Термодинамические процессы и их анализ. Работа, изменения внутренней энергии и энтропии в термодинамических процессах.
18. Термодинамические циклы и их оценка. Идеальная тепловая машина. Прямой и обратный циклы Карно. Теоремы Карно. Термический и холодильный коэффициенты.

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущий контроль успеваемости проводится в формах: заданий для самостоятельной работы, рефератов. Критерии оценивания приведены ранее.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ранее.