

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**РАССМОТРЕНО:**

На заседании методического совета  
Протокол № 2 от «21» 08 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор ЧПОУ «Региональный  
нефтегазовый колледж»  
А.К. Курбанмагомедов  
Приказ № 5/2 от «23» 08 2023 г.



**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации  
обучающихся по учебной дисциплине  
ОП.07 «Термодинамика»  
по специальности  
21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ  
по программе подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
на базе основного общего образования  
форма обучения: очная, заочная**

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине ОП.07 «Термодинамика» разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» среднего профессионального образования (далее - СПО), утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ от 26 июля 2022 г. № 610.

Квалификация - техник.

**Организация-разработчик:** ЧПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

**Разработчик:** ЧПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

## Оглавление

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной образовательной программы.....	4
2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.....	5
3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования .....	6
4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы .....	7
5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций.....	20

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

Основной задачей оценочных средств является контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний и умений, определенных стандартом.

Оценочные средства для контроля знаний и умений, формируемых дисциплиной ОП.13 «Термодинамика», оцениваемые компоненты компетенций отражены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1.1. Исходные понятия и определения термодинамики	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
2	Тема 1.2. Законы идеальных газов	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
3	Тема 1.3. Смеси жидкостей, паров и газов	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
4	Тема 1.4. Теплоемкость вещества	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
5	Тема 1.5. Первое начало термодинамики	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
6	Тема 1.6. Термодинамические процессы изменения состояния газов	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
7	Тема 1.7. Второе начало термодинамики	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
8	Тема 1.8. Процессы парообразования и термодинамические свойства водяного пара	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
9	Тема 1.9. Истечение и дросселирование газов и паров	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
10	Тема 1.10. Термодинамические процессы компрессорных машин	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
11	Тема 1.11. Циклы паросиловых установок	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
12	Тема 2.1. Формы передачи тепла	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
13	Тема 2.2. Теплообмен	ОК1-8	Собеседование

	теплопроводностью	ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	тестирование
14	Тема 2.3. Теплообмен Конвекцией	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
15	Тема 2.4. Теплообмен излучением	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
16	Тема 2.5. Теплопередача между теплоносителями через стенку	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
17	Тема 2.6. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
18	Тема 3.1 Топливо, воздух, продукты сгорания и их характеристики	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
19	Тема 3.2. Топки и топочные устройства	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
20	Тема 3.3. Котельные агрегаты	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
21	Тема 3.4. Поршневые двигатели внутреннего сгорания	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
22	Тема 3.5. Газотурбинные установки	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование
23	Тема 3.6. Теплосиловые установки	ОК1-8 ПК 1.1-1.4, 2.1-2.4	Собеседование тестирование

Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

## 2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных	Темы докладов, сообщений

		результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тестирование	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

### 3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования

#### Критерии оценки зачета:

«зачтено» - при наличии у студента глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа по основным вопросам дисциплины; при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках по направлениям, перечисленным при оценке «отлично»; при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленными после наводящих вопросов по изложенным выше вопросам.

«незачтено» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после наводящих вопросов по вопросам изучаемой дисциплины. Оценка выставляется в экзаменационно - зачетной ведомости.

#### Критерии оценки коллоквиумов (докладов):

Оценка - «зачет» выставляется студенту, если он показал знание теории, хорошее осмысление основных вопросов темы, умеет при этом раскрывать понятия на различных примерах.

Оценка - «незачет» выставляется, если студент не владеет (или владеет незначительной степенью) основным программным материалом в объеме, необходимым для профессиональной деятельности

#### Критерии оценки контрольной работы:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ полностью соответствует данной теме.
- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ верный, но допущены некоторые неточности;
- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным и имеет существенные логические несоответствия;

- оценка «неудовлетворительно» если тема не раскрыта.

#### Критерии оценки тестирования:

Оценка- «зачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) верна.

Оценка- «незачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) не верна

#### Критерии оценки реферата:

-Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ аргументирован, обоснован и дана самостоятельная оценка изученного материала;

- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ аргументирован, последователен, но допущены некоторые неточности;

- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным и имеет существенные логические несоответствия;

- Оценка «неудовлетворительно» если в ответе отсутствует аргументация, тема не раскрыта.

## Критерии и шкала оценивания уровней освоения компетенций

Шкала оценивания	Уровень освоения компетенции	Результат освоенности компетенции
отлично	высокий	обучающийся, овладел элементами компетенции «знать», «уметь», проявил всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоил основную и дополнительную литературу, обнаружил творческие способности в понимании, изложении и практическом исполнении усвоенных знаний.
хорошо	достаточный	обучающийся овладел элементами компетенции «знать» и «уметь», проявил полное знание программного материала по дисциплине, освоил основную рекомендованную литературу, обнаружил стабильный характер знаний и умений и проявил способности к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.
удовлетворительно	низкий	обучающийся овладел элементами компетенции «знать», проявил знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, изучил основную рекомендованную литературу, допустил неточности в ответе на экзамене, но в основном обладает необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
неудовлетворительно	Компетенции не сформированы	Обучающийся не овладел ни одним из элементов компетенций, обнаружил существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустил принципиальные ошибки при применении теоретических знания, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

### 4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы

#### Тестовые задания

##### Вариант 1

1. По какому пространству теплообменных аппаратов пропускают более чистые теплоносители:

а) по трубному пространству

- б) по межтрубному пространству
2. Назовите единицу измерения тепловой мощности и теплового потока: а) Дж/с  
б) Н в)  
Дж
3. Какая из диаграмм дает возможность графического определения количества теплоты:  
а) диаграмма « $P \cdot V$ » б)  
диаграмма « $T \cdot S$ »
4. Какие элементы, входящие в состав газообразного топлива являются горючими:  
а) CO г) N<sub>2</sub>  
б) H<sub>2</sub>O д) O<sub>2</sub>
5. По какому циклу работают компрессорные дизели: а) с  
подводом теплоты при  $V = \text{const}$   
б) с подводом теплоты при  $P = \text{const}$   
в) с подводом теплоты при  $P$  и  $V = \text{const}$
6. За счет каких процессов осуществляется переход теплоты от менее нагретого тела к более нагретому телу в компрессионной холодильной установке:  
а) за счет преобразования тепловой энергии в механическую работу б) за счет  
затраты механической энергии извне
7. Назовите единицу измерения универсальной газовой постоянной:  
а) R0, Дж/кмоль · К б)  
R, Дж/кг · К
8. Для какого типа теплообменных аппаратов разность температур теплоносителей, а так же корпуса и трубок не должна превышать 50°C  
а) с линзовым компенсатором на корпусе б)  
жесткого типа  
в) с плавающей головкой
9. Укажите зависимость между давлением и температурой кипения: а) чем  
выше давление, тем выше температура кипения  
б) чем выше давление, тем ниже температура кипения
10. Какие теплоносители пропускают по трубному пространству теплообменных аппаратов:  
а) с большим коэффициентом теплоотдачи б) с



меньшим коэффициентом теплоотдачи

## Вариант 2

1. За счет чего происходит преобразование потенциальной энергии в кинематическую в потоке газа:

- а) за счет убыли энтальпии
- б) за счет убыли внутренней энергии

2. Укажите признаки прямого цикла:

- а) линия расширения располагается ниже линии сжатия б) линия расширения располагается выше линии сжатия
- в) процесс протекает против часовой стрелки

3. Какие из перечисленных схем движения теплоносителей в теплообменных аппаратах обеспечивают более высокий подогрев:

- а) противоточная схема б) прямоточная схема

4. В каком случае процесс дросселирования газа будет протекать с уменьшением температуры:

- а) если температура газа перед дросселем ниже температуры инверсии б) если температура газа перед дросселем выше температуры инверсии

5. Каким математическим выражением характеризуется истинная теплоемкость:

а) 
$$C = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

б) 
$$C = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

6. Как зависит тепловой поток по закону теплопроводности Фурье от толщины стенки:

- а) прямо пропорционален толщине стенки б) обратно пропорционален толщине стенки

7. Как зависит КПД паровой турбины от разности температур между отработавшим паром и температурой охлаждающей воды в конденсаторе:

- а) чем больше разность температур, тем выше КПД б) чем меньше разность температур, тем выше КПД

8. Что называют теплоотдачей:

- а) теплообмен между жидкостью и стенкой
- б) теплообмен между двумя теплоносителями через стенку

9. Чем ограничено снижение температуры отработавших дымовых газов в котельном агрегате:

- а) ухудшением естественной тяги при удалении дымовых газов
- б) конденсацией водяных паров содержащихся в дымовых газах от сгорания

водорода

10. Какое из математических выражений характеризует первый закон термодинамики для открытой термодинамической системы:

- а)  $q = U + \ell$  б)
- $q = \Delta i + \ell_0$

### Вариант 3

1. Как изменяется внутренняя энергия тела при его охлаждении?

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) У газообразных тел увеличивается, у жидких и твердых не изменяется
- 4) У газообразных тел не изменяется, у жидких и твёрдых тел уменьшается

2. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяного пара, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у этих газов обязательно одинаковы:

- 1) температура 2) парциальное давление 3) концентрация молекул
- 4) плотности

3. Чтобы человек мог существовать при разной температуре окружающей среды, внутренние регуляторные механизмы организма человека действуют так, что

- 1) между человеческим организмом и окружающей средой при любой температуре поддерживается тепловое равновесие
- 2) при более высокой температуре окружающей среды увеличивается теплоотдача организма человека, а при более низкой — уменьшается
- 3) при более высокой температуре окружающей среды уменьшается теплоотдача организма человека, а при более низкой — увеличивается
- 4) уровень теплоотдачи от организма поддерживается постоянным независимо от температуры окружающей среды

4. На Земле в огромных масштабах осуществляется круговорот воздушных масс.

Движение воздушных масс связано преимущественно с

- 1) теплопроводностью и излучением
- 2) теплопроводностью
- 3) излучением
- 4) конвекцией

5. На нагревание текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30°C до 90°C потребовалось затратить 18 кДж энергии. Какова удельная теплоемкость текстолита?

- 1) 0,75 кДж/(кг·К)
- 2) 1 кДж/(кг·К)
- 3) 1,5 кДж/(кг·К)
- 4) 3 кДж/(кг·К)

6. График зависимости давления от объема для циклического процесса изображен на рисунке. В этом процессе газ

- 1) совершает положительную работу
- 2) совершает отрицательную работу
- 3) не получает энергию от внешних источников
- 4) не отдает энергию внешним телам

7. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж.

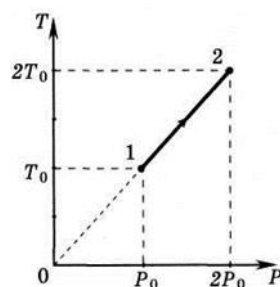
Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 400 Дж
- 2) увеличилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 400 Дж
- 4) уменьшилась на 200 Дж

8. На графике показана зависимость температуры от давления идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

9.

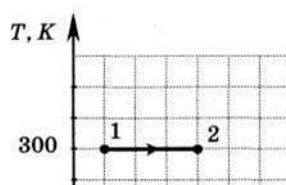
- 1) 0 кДж
- 2) 10 кДж
- 3) 20 кДж
- 4) 40 кДж



10. На рисунке показан график изотермического расширения идеального одноатомного газа. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

- 1) 1 кДж
- 2) 3 кДж

11



3) 4 кДж

4) 7 кДж

11. Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины

1) 40%

2) 60%

3) 29%

4) 43%

#### Вариант 4

1. С поверхности воды в сосуде происходит испарение при отсутствии теплообмена с внешними телами. Как в результате этого процесса изменяется внутренняя энергия испарившейся и оставшейся воды?

1) испарившейся — увеличивается, оставшейся — уменьшается

2) спарившейся — уменьшается, оставшейся — увеличивается

3) испарившейся — увеличивается, оставшейся — не изменяется

4) испарившейся — уменьшается, оставшейся — не изменяется

2. Тело А находится в тепловом равновесии с телом С, а тело В не находится в тепловом равновесии с телом С. Найдите верное утверждение.

1) температуры тел А и В одинаковы 2) температуры тел А, С и В одинаковы

3) тела А и В находятся в тепловом равновесии 4) температуры тел А и В не одинаковы

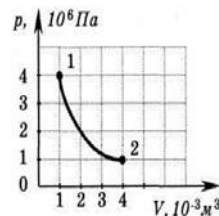
3. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от объема. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом при переходе из состояния 1 в состояние 2 равно

1) 1 кДж

2) 3 кДж

3) 4 кДж

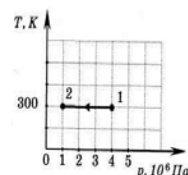
4) 7 кДж



4. На Тр-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ совершил работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

1) 0 кДж

2) 1 кДж



- 3) 4 кДж                      4 кДж

5. У идеальной тепловой машины Карно температура холодильника равна 300 К. Какой должна быть температура ее нагревателя, чтобы КПД машины был равен 40%?

- 1) 1200 К    2) 800 К    3) 600 К    4) 500 К

6. Тепловая машина за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 200%            2) 20%            3) 50%            4) такая машина невозможна

7. Горячий пар поступает в турбину при температуре 500°C, а выходит из нее при температуре 30°C. Каков КПД турбины? Паровую турбину считать идеальной тепловой машиной

- 1) 1%                2) 61%            3) 94%            4) 100%

8. Металлическую трубку очень малого диаметра, запаянную с двух сторон и заполненную газом, нагревают. Через некоторое время температура газа в точке А повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку А

- 1) в основном путем теплопроводности  
2) в основном путем конвекции  
3) в основном путем лучистого теплообмена  
4) путем теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена в равной

мере

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. При этом

- 1) газ совершил работу 400 Дж  
2) газ совершил работу 200 Дж  
3) над газом совершили работу 400 Дж  
4) над газом совершили работу 100 Дж

10. Какой вид теплообмена определяет передачу энергии от Солнца к Земле?

- 1) в основном конвекция  
2) в основном теплопроводность  
3) в основном излучение  
4) как теплопроводность, так и излучение

1. Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее

- 1) нагреть
- 2) заставить двигаться с большей скоростью
- 3) поднять над поверхностью Земли
- 4) опустить в воду той же температуры

2. Температура тела А равна 300 К, температура тела Б равна 100°C.

Температура какого из тел повысится при тепловом контакте тел?

- 1) тела А
- 2) тела Б
- 3) температуры тел А и Б не изменятся
- 4) температуры тел А и Б могут только понижаться

3. Металлический стержень нагревают, поместив один его конец в пламя (см. рисунок).

Через некоторое время температура металла в точке А повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку А

- 1) в основном путем теплопроводности
- 2) путем конвекции и теплопроводности
- 3) в основном путем лучистого теплообмена
- 4) путем теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена примерно в равной

мере

4. В кастрюле с водой, поставленной на электроплиту, теплообмен между конфоркой и водой осуществляется путем

- 1) излучения
- 2) конвекции и теплопроводности
- 3) теплопроводности
- 4) излучения и теплопроводности

5. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

- 1) 0,002 Дж/(кг·К)
- 2) 0,5 Дж/(кг·К)
- 3) 500 Дж/(кг·К)
- 4) 40000 Дж/(кг·К)

6. Тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

- 1) 200 Дж
- 2) 150 Дж
- 3) 100 Дж
- 4) 50 Дж

7. Газ в сосуде сжали, совершив работу 30 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 25 Дж. Следовательно, газ

- 1) получил извне количество теплоты, равное 5 Дж
- 2) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 5 Дж
- 3) получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
- 4) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

8. Идеальный газ переходит изотермически из одного состояния в другое. При увеличении объема газа

- 1) ему сообщают некоторое количество теплоты
- 2) его внутренняя энергия возрастает
- 3) работа, совершаемая внешними телами, положительна
- 4) давление увеличивается

9. На графике показана зависимость давления идеального одноатомного газа от температуры. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Начальный объем газа равен  $10^{-3}$  м<sup>3</sup>. Количество теплоты, полученное газом, равно

- 1) 1 кДж
- 2) 3 кДж
- 3) 4 кДж
- 4) 7 кДж

10. На рисунке представлен график зависимости давления идеального одноатомного газа от объема при его адиабатном расширении. Газ совершил работу, равную 20 кДж. Внутренняя энергия газа при этом

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась на 20 кДж
- 3) уменьшилась на 20 кДж
- 4) уменьшилась на 40 кДж

### Задачи:

1. Определить количество теплоты, которое сообщено 2 кг гелия при постоянном объеме, если его температура повысилась на 100 К. На сколько изменилась внутренняя энергия газа и какая работа была совершена им?
2. До какой температуры нагреется газ, содержащийся в баллоне объемом  $V$  при давлении  $p_1$  и температуре  $T_1$ , если ему сообщить количество теплоты
3. Определить значение показателя адиабаты  $k$  кислорода как идеального газа, а также значение теплоемкости при постоянном объеме  $C_v$  при известной теплоемкости  $C_p=0,92$  кДж/(кг\*С<sup>0</sup>)
4. Определить количество (массу) нефти, находящейся в цилиндрическом резервуаре диаметром  $D=8$  м и высотой  $H=6$  м, если плотность нефти составляет  $\rho=850$  кг/м<sup>3</sup>
5. Манометр на паровом котле показывает давление 2,5 Мпа. Каково абсолютное давление в котле, если атмосферное давление  $p_0=97,8$  кПа?



6. Вакуумметр показывает разрежение  $p_v=53,2$  кПа. Каково абсолютное давление в сосуде, если давление окружающей среды  $p_0=98,42$  кПа?
7. Определить значение теплоемкостей при постоянном давлении  $c_p$  и постоянном объеме  $c_v$  метана как идеального газа ( $\mu_{\text{CH}_4}=16$ ) по данному значению показателя адиабаты  $k=1,3$ .
8. Вакуумметр показывает разрежение  $p_v=53,2$  кПа. Каково абсолютное давление в сосуде, если давление окружающей среды  $p_0=98,42$  кПа?
9. Определить количество теплоты, которое сообщено 4 кг гелия при постоянном объеме, если его температура повысилась на 200К. На сколько изменилась внутренняя энергия газа и какая работа была совершена им?
10. До какой температуры нагреется газ, содержащийся в баллоне объемом  $V$  при давлении  $p_1$  и температуре  $T_1$ , если ему сообщить количество теплоты  $Q$ ?
11. Определить значение показателя адиабаты  $k$  кислорода как идеального газа, а также значение теплоемкости при постоянном объеме  $C_v$  при известной теплоемкости  $C_p=0,85\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C}^0)$
12. До какой температуры нагреется газ, содержащийся в баллоне объемом  $V$  при давлении  $p_1$  и температуре  $T_1$ , если ему сообщить количество теплоты  $Q$ ?
13. Определить количество теплоты, которое сообщено 2 кг гелия при постоянном объеме, если его температура повысилась на 100 К. На сколько изменилась внутренняя энергия газа и какая работа была совершена им?
14. Определить количество (массу) нефти, находящейся в цилиндрическом резервуаре диаметром  $D=8$  м и высотой  $H=6$  м, если плотность нефти составляет  $\rho=850\text{кг}/\text{м}^3$
15. Определить значение теплоемкостей при постоянном давлении  $c_p$  и постоянном объеме  $c_v$  метана как идеального газа ( $\mu_{\text{CH}_4}=16$ ) по данному значению показателя адиабаты  $k=1,3$ .

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации**

1. Значение термодинамики и теплотехники в нефтяной и газовой промышленности и других отраслях.
2. Термодинамические параметры: внутренняя энергия, энтальпия.

3. Теплота процесса. Термодинамическая работа изменения объема и давления.
4. Законы идеальных газов: Шарля, Бойля - Мариотта, Гей - Люссака, Авогадро.
5. Уравнение Клапейрона и Менделеева - Клапейрона для идеального газа.  
Индивидуальная и универсальная газовая постоянная.
6. Смеси газов и паров. Способы задания смеси. Закон Дальтона. Парциальное давление и объем.
7. Средняя молекулярная масса смеси газов, пересчет массового состава в объемный и наоборот.
8. Теплоемкость вещества, способы задания теплоемкости, их размерности, соотношение между ними. Факторы, влияющие на величину теплоемкости.
9. Теплоемкость вещества. Истинная и средняя теплоемкость: теплоемкость смеси газов. Способы определения теплоемкости.
10. Сущность и формулировка I начала термодинамики. Математическое выражение I закона термодинамики для замкнутого пространства.
11. Классификация основных термодинамических процессов, изменения состояния рабочего тела. Изохорный процесс, его анализ.
12. Сущность и формулировка второго закона термодинамики. Математическое выражение закона.
13. Классификация основных термодинамических процессов. Изобарный процесс, его анализ.
14. Классификация основных термодинамических процессов. Изотермический процесс, его анализ.
15. Классификация основных термодинамических процессов. Адиабатный процесс, его анализ.
16. Классификация основных термодинамических процессов. Политропный процесс его анализ.
17. Энтропия, физическая сущность энтропии. Энтропийные диаграммы TS. Изображение основных термодинамических процессов в TS-координатах.
18. Дросселирование паров и газов. Дроссель-эффект. Изображение процесса в IS-диаграмме. Использование холода в газовой промышленности.
19. Водяной пар, его свойства, условия парообразования. Изображение процесса парообразования в PU, TS, IS координатах.
20. Истечение газов и паров из сопел, особенности истечения. Скорость и расход истечения. Математическое выражение I закона термодинамики для потока газа.
21. Уравнение термодинамического состояния для реального газа, коэффициент сжимаемости газа. Критические  $T_{кр}$  и  $P_{кр}$ , приведенная температура и давление.
22. Круговые циклы холодильных установок, особенности обратных циклов.

Холодильный коэффициент.

23. Круговые циклы тепловых двигателей. Термический КПД цикла и его значение для оценки работы теплового двигателя.
24. Определение количества теплоты в изобарном и изохорном процессе. Уравнение Майера.
25. Рабочее тело, его параметры состояния, уд. объем, плотность, давление, температура.
26. Тепловой баланс котельного агрегата, КПД, часовой расход топлива.
27. Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку.
28. Конвенция свободная и вынужденная. Основной закон конвективного теплообмена Ньютона-Рихмана. Теория подобия. Коэффициент теплоотдачи.
29. Охрана окружающей среды от вредных выбросов. Методы и задачи испытания котельных установок.
30. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Коэффициент теплопередачи и его интенсификация.
32. Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Конструктивные схемы исполнения кожухотрубчатых ТА.
33. Назначение и классификация котельных установок. Прямоточные парогенераторы, устройство, принцип действия.
34. Назначение и классификация котельных установок. Барабанные парогенераторы, устройство, принцип работы.
35. Топочные устройства для сжигания жидкого, твердого и газообразного топлива. На значение зажигательного пояса.
36. Дополнительные поверхности нагрева котельных агрегатов: водяные экономайзеры, пароперегреватели, воздухоподогреватели.
37. Топливо, его использование, состав, классификация,  $Q_H$ ,  $Q_B$ , условное топливо, коэффициент избытка воздуха.
38. Сущность процесса горения топлива. Продукты сгорания топлива.
39. Цикл одноступенчатого и многоступенчатого сжатия в поршневом компрессоре. Мертвое пространство.
40. Изображение цикла паросиловой установки в координатах  $P$ ,  $T$ ,  $h$ . Термический КПД цикла. Пути интенсификации цикла.
41. Назначение, устройство и принцип действия поршневых компрессоров.

42. Схема простейшей паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина.
43. Теплоносители теплообменных аппаратов, схемы движения, анализ.
44. Схемы котельных установок. Вспомогательное оборудование котельных установок.
45. Теоретические и действительные циклы ДВС с подводом теплоты при  $P = \text{Const}$ ,  $V = \text{Const}$ .
46. Назначение, устройство и принцип действия центробежных и осевых компрессоров.
47. Паровые и водогрейные котлы, применяемые в нефтяной и газовой промышленности. Котлы - утилизаторы.
48. Классификация, устройство и принцип действия поршневых двигателей внутреннего сгорания. Основные конструктивные элементы.
49. Назначение и классификация газотурбинных двигателей, основные особенности, характеристики, циклы ГТУ.
50. Классификация теплосиловых установок. Теплосиловые установки, применяемые в нефтяной и газовой промышленности.

## **5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине ОП.13 «Термодинамика» осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля. Текущий контроль организуется в формах: собеседования, тестирования.

Промежуточный контроль осуществляется в форме итогового экзамена. Каждая форма промежуточного контроля должна включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения студентами знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих принципах:

периодичности проведения оценки, многоступенчатости оценки по устранению

недостатков, единства используемой технологии для всех обучающихся, выполнения условий сопоставимости результатов оценивания, соблюдения последовательности проведения оценки.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся включает:

**доклад, сообщение** - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Подготовка осуществляется во внеурочное время. На подготовку дается одна неделя. Результаты озвучиваются на втором занятии, регламент- 7 минут на выступление . В оценивании результата наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

**устный опрос** – устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лекционного или семинарского занятия в течении 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего семинарского занятия по заранее выданной тематике.

**тест** – проводится на заключительном занятии. Позволяет оценить уровень знаний студентами теоретического материала по дисциплине. Осуществляется на бумажных носителях по вариантам. Количество вопросов в каждом варианте- 20. Отведенное время на подготовку – 60 мин.

**зачет**– проводится в заданный срок согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в устной форме в виде собеседования по вопросам итогового контроля. При выставлении результата по зачету учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту на подготовку – 15-20 мин.

*Ключи к заданиям*

ключ к тестовому варианту 1:

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верные ответы	б	а	б	а	б	б	а	б	а	б

ключ к тестовому варианту 2:

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верные ответы	а	б	а	а	а	б	а	а	б	б

ключ к тестовому варианту 3:

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верные ответы	2	3	4	2	1	2	2	1	3	1

ключ к тестовому варианту 4:

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верные ответы	1	2	2	4	2	1	1	3	2	1

ключ к тестовому варианту 5:

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верные ответы	2	4	4	3	4	2	2	1	1	2

## Ключи к задачам

1. Для решения этой задачи воспользуемся законом сохранения энергии для идеального газа. При постоянном объеме ( $V = \text{const}$ ) изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа равно количеству теплоты  $Q$ , сообщенному газу, минус работе  $W$ , совершенной газом:

$$\Delta U = Q - W$$

Известно, что масса гелия  $m = 2$  кг, а его температура повысилась на  $\Delta T = 100$  К. Чтобы найти количество теплоты  $Q$ , нам необходимо знать теплоемкость газа при постоянном объеме  $C_v$ . Однако дана только теплоемкость при постоянном давлении  $C_p = 0,92$  кДж/(кг\*С).

Для решения этой проблемы воспользуемся уравнением состояния идеального газа:

$C_p - C_v = R$ , где  $R$  - универсальная газовая постоянная.

Теплота, сообщенная газу, может быть вычислена по следующей формуле:

$$Q = m * C_v * \Delta T$$

Размер работы, совершенной газом, можно найти, используя уравнение состояния идеального газа для изохорного процесса:

$$W = m * R * \Delta T$$

Теперь мы можем решить задачу:

$$Q = m * C_v * \Delta T = 2 \text{ кг} * 0,92 \text{ кДж/(кг*С)} * 100 \text{ К} = 184 \text{ кДж}$$

$$W = m * R * \Delta T = 2 \text{ кг} * 8,314 \text{ Дж/(кг*К)} * 100 \text{ К} = 1662,8 \text{ Дж}$$

Таким образом, количество теплоты, сообщенное газу, равно 184 кДж, изменение внутренней энергии газа составляет 184 кДж, а работа, совершенная газом, равна 1662,8 Дж.

2. Итак, у нас есть баллон с газом объемом  $V$ , давлением  $p_1$  и температурой  $T_1$ . Нам нужно узнать, до какой температуры нагреется этот газ, если ему сообщить некоторое количество теплоты.

Здесь нам пригодится закон Гей-Люссака, который гласит, что при постоянном объеме газа, давление и температура пропорциональны друг другу.

Мы можем записать это математически:

$$p/T = k,$$

где  $p$  - давление,  $T$  - температура и  $k$  - постоянная.

Из этого равенства можно сделать вывод, что если увеличить температуру, то давление также увеличится, и наоборот.

Теперь вернемся к задаче. Нам нужно узнать, до какой температуры нагреется газ в баллоне, если ему сообщить количество теплоты.

Когда к газу добавляется теплота, его температура и давление увеличиваются. Давление растет потому, что молекулы газа начинают двигаться быстрее, сталкиваться с более высокой энергией и отталкиваться друг от друга с большей силой. Это приводит к увеличению давления.

То есть, после добавления теплоты, у нас будет новая температура  $T_2$  и новое давление  $p_2$ .

Теперь применим закон Гей-Люссака:

$$p_1/T_1 = p_2/T_2.$$

Мы знаем давление  $p_1$ , температуру  $T_1$  и объем газа  $V$ . Мы хотим узнать, до какой температуры нагреется газ, поэтому нас интересует  $T_2$ .

Мы можем переписать уравнение:

$$p_2 = p_1 * T_2 / T_1.$$

Теперь нам нужно учесть, что при добавлении теплоты количество газа не меняется, то есть объем  $V$  остается постоянным.

Используя закон Бойля-Мариотта для постоянного объема, мы можем записать:

$$p_1 * V / T_1 = p_2 * V / T_2.$$

Теперь мы можем сократить  $V$  с обеих сторон:

$$p_1 / T_1 = p_2 / T_2.$$

И, наконец, мы можем решить это уравнение относительно  $T_2$ :

$$T_2 = T_1 * p_2 / p_1.$$

Таким образом, если мы знаем давление  $p_1$ , температуру  $T_1$  и объем газа  $V$ , то мы можем найти до какой температуры нагреется газ, если ему сообщить количество теплоты, используя формулу  $T_2 = T_1 * p_2 / p_1$ .

3. Для определения значения показателя адиабаты  $k$  кислорода как идеального газа и значения теплоемкости при постоянном объеме  $C_v$ , нам понадобится знание о связи этих параметров.



Показатель адиабаты  $k$  определяется как отношение теплоемкости при постоянном давлении  $C_p$  к теплоемкости при постоянном объеме  $C_v$ :

$$k = C_p / C_v$$

В условии дано значение теплоемкости при постоянном давлении  $C_p = 0,92 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C}^0)$ . Также нам известно, что для идеального молекулного газа (таким, как кислород) показатель адиабаты равен 1,4.

Теперь поставим уравнение:

$$1,4 = C_p / C_v$$

Мы знаем  $C_p$ , поэтому можем подставить его значение в уравнение:

$$1,4 = 0,92 / C_v$$

Чтобы избавиться от деления, умножим обе части уравнения на  $C_v$ :

$$1,4 * C_v = 0,92$$

Теперь найдем значение  $C_v$ :

$$C_v = 0,92 / 1,4$$

$$C_v = 0,657 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C}^0)$$

Таким образом, значение теплоемкости при постоянном объеме  $C_v$  для данного идеального газа (кислорода) равно  $0,657 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{C}^0)$ .

4. Объем цилиндра  $V = \pi r^2 h$ , где  $r = D/2 = 4 \text{ м}$   $V = \pi * (4 \text{ м})^2 * 6 \text{ м} = 96\pi \text{ м}^3$
5. Масса нефти  $M = V * \rho = 96\pi \text{ м}^3 * 850 \text{ кг}/\text{м}^3 \approx 257\,264,8 \text{ кг}$
6. Абсолютное давление  $P = P_r + P_0$ , где  $P_r$  - измеренное давление,  $P_0$  - атмосферное давление  $P = 2,5 \text{ МПа} + 97,8 \text{ кПа} = 2597,8 \text{ кПа}$
7. Абсолютное давление  $P = P_v + P_0$ , где  $P_v$  - измеренное давление,  $P_0$  - давление окружающей среды  $P = 53,2 \text{ кПа} + 98,42 \text{ кПа} = 151,62 \text{ кПа}$
8.  $k = C_p / C_v$   $C_v = C_p / (k - 1) = 16 / (1,3 - 1) = 16 / 0,3 = 53,33 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$
9. Абсолютное давление  $P = P_v + P_0$ , где  $P_v$  - измеренное давление,  $P_0$  - давление окружающей среды  $P = 53,2 \text{ кПа} + 98,42 \text{ кПа} = 151,62 \text{ кПа}$
10.  $\Delta U = m * C_v * \Delta T = 4 \text{ кг} * 53,33 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}) * 200 \text{ K} = 42\,664 \text{ Дж} = 42,664 \text{ кДж}$   $W = \Delta U = 42,664 \text{ кДж}$
11.  $Q = \Delta U + W$   $Q = m * C_p * \Delta T$   $\Delta T = Q / (m * C_p)$
12.  $k = C_p / C_v$   $C_v = C_p / (k - 1) = 0,85 / (k - 1)$
13.  $Q = \Delta U + W$   $Q = m * C_p * \Delta T$   $\Delta T = Q / (m * C_p)$
14.  $\Delta U = m * C_v * \Delta T = 2 \text{ кг} * 53,33 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K}) * 100 \text{ K} = 10\,666 \text{ Дж} = 10,666 \text{ кДж}$   $W = \Delta U = 10,666 \text{ кДж}$

15. Масса нефти  $M = V \cdot \rho = 96 \pi \text{ м}^3 \cdot 850 \text{ кг/м}^3 \approx 257\,264,8 \text{ кг}$

16.  $k = C_p / C_v \quad C_v = C_p / (k-1) = 16 / (1,3-1) = 16 / 0,3 = 53,33 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$