

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»  
в г. Белово

УТВЕРЖДАЮ  
16.05.2023 г.  
Директор филиала  
КузГТУ в г. Белово  
И.К. Костинец

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение к рабочей программе по дисциплине

### ТЕПЛОТЕХНИКА

Квалификация выпускника: специалист

Направление подготовки/специальность 21.05.04 «Горное дело»

Профиль/специализация 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений»

Форма обучения очная, очно-заочная

Кафедра Горного дела и техносферной безопасности

Белово 2023 г.

Составитель: ст. преподаватель Белов С.В.

Обсуждено на заседании кафедры «Горного дела и техносферной безопасности»

Протокол № 10 от 13 мая 2023 г.

Зав. кафедрой В.Ф. Белов

Согласовано учебно-методической комиссией специальности 21.05.04 «Горное дело»

Протокол № 7 от 16 мая 2023 г.

Председатель учебно-методической комиссии В.В. Аксененко

## **Оглавление**

1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	4
2. ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ .....	5
4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ .....	6
5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ .....	9
6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	16
7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	18
8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ .....	19

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для аттестации обучающихся на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей ОПОП для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ОПОП ВО, входит в состав ОПОП. ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, программ учебных дисциплин (модулей).

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- **валидности:** объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- **надежности:** использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- **объективности:** разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Теплотехника» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися компетенций, предусмотренных ФГОС ВО по специальности 21.05.04. «Горное дело» и программой учебной дисциплины «Теплотехника».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся филиала КузГТУ в г.Белово. ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

## 2.ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.Определение, содержание и основные сущностные характеристики компетенций  
**ОПК-18.**

2. Дисциплина: **Теплотехника**

3. Описание показателей и критериев оценивания уровней приобретенных компетенций на различных этапах их формирования

Показатели и критерии оценивания уровня приобретенных компетенций по дисциплине  
**Теплотехника**

### Результаты изучения дисциплины

Компетенции из ФГОС	Показатели компетенций		
	Знать	Уметь	Владеть
1	3	4	5
ОПК-18 - Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов.	- основные свойства и параметры состояния термодинамических систем; законы термодинамики; - термодинамические процессы и основы их анализа; термодинамику потока; - элементы химической термодинамики; - основные закономерности теплообмена и	- оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов; - рассчитывать показатели параметры теплообмена; - анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах,	- методами анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивностью обмена энергией в них.

	массообмена при стационарном и нестационарном режимах; - способы управления параметрами теплообмена.	применяющихся в горном деле.	
<b>Высокий уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.			
<b>Средний уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.			
<b>Низкий уровень достижения компетенции</b> - компетенция не сформирована, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.			

### 3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ

#### 1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав образовательной программы и предназначен для текущего и промежуточного контроля и оценки планируемых результатов обучения – знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе прохождения подготовки по дисциплине **Теплотехника**

ФОС разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.04. «Горное дело»
- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки Специалист 21.05.04. «Горное дело»

Направленность (профиль) 21.05.04.01 «Подземная разработка пластовых месторождений»

код и наименование направления подготовки, уровень подготовки

#### 2. Перечень компетенций, формируемых в процессе прохождения дисциплины

#### **ОПК-18**

#### 3. Этапы формирования и оценивания компетенций

Контролируемые разделы (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
		Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1. Термодинамика 2. Основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах. 3. Топливо и основы горения. 4. Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника и их термодинамический анализ.	ОПК-18	Опрос по контрольным вопросам или тестирование, оформление (и защита) отчетов по лабораторным работам.	зачет

## 4. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

**4.1 Цель входного контроля** – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты, полученные при входном оценивании обучающегося, используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

**4.2 Форма проведения входного контроля** – бланковое тестирование. Длительность тестирования – 30 минут. Количество вопросов-20

### 4.2.1 Шкала оценивания (методика оценки)

За каждый правильный ответ выставляется один балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 15	хорошо
14	не менее 12	удовлетворительно
11	-	неудовлетворительно

### 4.2.2 Задания (вопросы) для входного контроля обучающихся

Для освоения дисциплины необходимы компетенции (знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности), сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Вопросы входного контроля охватывают материалы данных дисциплин.

#### Перечень вопросов входного контроля (правильные ответы выделены жирным)

1. Какой вид теплопередачи наблюдается при обогревании комнаты батареей водяного отопления?

1) теплопроводность;

**2) конвекция;**

3) излучение.

2. В процессе кипения температура жидкости...

1) увеличивается;

**2) не изменяется;**

3) уменьшается.

3. Вязкость жидкости при увеличении температуры

1) увеличивается;

**2) уменьшается;**

3) остается неизменной;

4) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

4. Вязкость газа при увеличении температуры

**1) увеличивается;**

2) уменьшается;

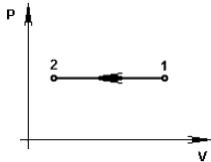
3) остается неизменной;

4) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

5. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

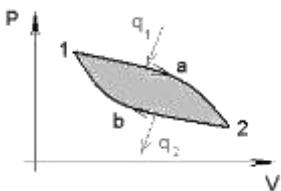
- 1) в паскалях;
- 2) в джоулях;
- 3) в барах;
- 4) в стоксах

6. Температура и удельный объем в процессе 1 – 2, показанном на рисунке, соответственно ...



- 1) уменьшается и уменьшается
- 2) увеличивается и уменьшается
- 3) увеличивается и увеличивается
- 4) уменьшается и увеличивается

7. Площадь цикла 1a2b1, изображенного на рисунке, эквивалентна ...



- 1) работе
- 2) подводимой теплоте
- 3) отводимой теплоте
- 4) эксергии

8. Давление рабочего тела  $P = 12500$  Па. В МПа и кПа это давление соответственно равно ...

- 1) 0,0125 МПа и 12,5 кПа
- 2) 0,125 МПа и 12,5 кПа
- 3) 12,5 МПа и 0,125 кПа
- 4) 0,0125 МПа и 0,125 кПа

9. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для обратимых термодинамических процессов имеет вид ...

- 1)  $\delta Q = dU + \delta L$
- 2)  $\delta Q > dU + \delta L$
- 3)  $\delta Q < dU + \delta L$
- 4)  $\delta Q \geq dU + \delta L$

10. В соответствии с первым законом термодинамики подводимая к термодинамической системе теплота ...

- 1) расходуется на изменение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы
- 2) расходуется только на изменение ее внутренней энергии
- 3) не расходуется на изменение ее внутренней энергии и на совершение внешней работы

4) не расходуется на изменение ее внутренней энергии

11. «Вечный двигатель второго рода невозможен» – это формулировка ...

**1) второго закона термодинамики**

2) первого закона термодинамики

3) третьего закона термодинамики

4) тепловой теоремы Нернста

12. Прямой цикл Карно состоит из ...

**1) 2-х изотерм и 2-х адиабат**

2) 2-х изотерм и 2-х изохор

3) 2-х изотерм и 2-х политроп

4) 2-х изобар и 2-х изохор

13. Отношение работы, производимой двигателем за цикл, к количеству теплоты, подведенной за этот цикл от горячего источника, называется ...

**1) термическим КПД цикла**

2) холодильным коэффициентом

3) коэффициентом использования теплоты

4) коэффициентом теплопроводности

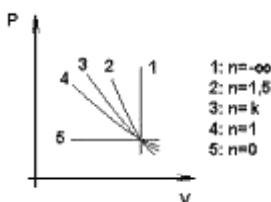
14. Энтропия неизолированной термодинамической системы при поступлении в неё тепла в ходе обратимого процесса...

1) только убывает;

**2) только увеличивается;**

3) только остается постоянной

15. Процесс 1, показанный на графике, называется ...



**1) Изохорным**

2) политропным

3) изотермическим

4) изобарным

16. Наименьшим коэффициентом теплопроводности обладает(-ют) ...

**1) газы**

2) золото

3) чугун

4) глицерин

17. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна  $\varepsilon = \frac{i}{2} kT$ .

Здесь  $i = n_h + n_{sp} + 2n_k$ , где  $n_h, n_{sp}, n_k$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движения, для водорода ( $H_2$ ) число  $i$  равно...

Варианты ответов:

1) 8;

- 2) 2;  
3) 7;  
4) 5

18. Размерностью удельной массовой теплоемкости является ...

- 1) Дж/(кг·К)  
2) Дж/(м<sup>3</sup>·К)  
3) Дж/(кмоль·К)  
4) Дж/кг

19. Относительная влажность сухого воздуха равна \_\_\_\_ %.

- 1) 0  
2) 100  
3) 1  
4) 0,5

20. Единственное состояние, в котором могут одновременно находиться в равновесии пар, вода и лед, называется ...

- 1) **тройной точкой**  
2) критической точкой  
3 )точкой Кюри  
4) точкой росы

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной (в том числе самостоятельной) деятельностью обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе преподавателя. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут проводиться как при непосредственном взаимодействии педагогического работника с обучающимися, так и с использованием ресурсов ЭИОС филиала КузГТУ, в том числе синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством сети «Интернет».

Текущий контроль по дисциплине заключается: в опросе по контрольным вопросам или тестировании, оформлении (и защите) отчетов по лабораторным работам.

### 5.1 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИ ЗАЩИТЕ ОТЧЕТОВ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

#### Оцениваемые компетенции ОПК-18

**5.1.1. Форма контроля (ТК):** Устный или письменный опрос при защите отчета по лабораторной работе.

#### 5.1.2. Критерии оценки лабораторной работы

- способность измерять физические величины, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;
- способность самостоятельно оценивать, сравнивать, анализировать полученные результаты и делать выводы на основе этих результатов;
- аргументированность выбора методов измерений физических величин;
- умение формулировать, воспроизвести физические законы и увидеть их проявление в природе и технике, и способность приводить примеры этих проявлений

- владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторных работ при собеседовании с преподавателем:
  - способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать физические явления и свойства тел (Для каждого явления по возможности нужно уметь: а) привести название явления, сформулировать его определение и указать, что происходит в результате этого явления; б) указать необходимые условия для возникновения и наблюдения явления; в) объяснить явление согласно той или иной теории; г) привести примеры осуществления явления в природе и примеры применения в технике);
  - способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать научные теории, различать эти теории и устанавливать связь между ними (Обучающийся должен уметь находить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления; указывать причины расхождения теории с экспериментом);
- соблюдение правил техники безопасности;
- своевременность сдачи отчётов.

По результатам работы оформляется отчет. Отчет представляется в бумажном виде. Отчет должен содержать:

- Название лабораторной работы.
- Цель лабораторной работы.
- Приборы и принадлежности.
- Схему или рисунок установки, а также рисунки, поясняющие вывод рабочих формул.
- Основные расчетные формулы с обязательным пояснением величин, входящих в формулу.
- Таблицы.
- Примеры расчета.
- Если требуется по заданию - графики и диаграммы.
- Вывод по лабораторной работе.

Оценочными средствами при защите отчётов по лабораторных работах являются: качество оформления отчёта и два контрольных вопроса из списка помещённых в лабораторном практикуме в конце описания соответствующей лабораторной работы, на которые обучающийся может дать ответы и устно и (или) письменно:

Критерии оценивания защиты отчёта:

- 85–100 баллов, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены правильные и полные ответы на два контрольных вопроса;
- 65–84 балла, если отчёт содержит все требуемые структурные элементы, получены правильный и полный ответ на один контрольный вопрос и неполный ответ на второй вопрос;
- 50–64 баллов, если отчет содержит не все требуемые структурные элементы, получены неполные ответы на два контрольных вопроса;
- менее 49 баллов, если отчёт содержит не все требуемые структурные элементы, получен правильный ответ только на один контрольный вопрос.

Количество баллов	0 – 49	50 – 64	65 – 84	85 – 100
Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	Не зачтено	зачтено
--	------------	---------

### 5.1.3. Темы лабораторных работ и контрольные в поросы к защите

#### 1. Тема: Определение коэффициента Пуассона методом Клемана-Дезорма

##### Контрольные вопросы

1. Какими термодинамическими параметрами характеризуется состояние термодинамической системы?
2. Назовите виды термодинамических процессов и приведите их уравнения.
3. Сформулируйте первый закон термодинамики, запишите его для различных термодинамических процессов.
4. Как рассчитать  $C_p$  и  $C_V$  для идеального газа?
5. Приведите уравнения адиабатного процесса.
6. Что характеризует показатель адиабаты?
7. В чем состоит экспериментальный метод Клемана – Дезорма для определения коэффициента Пуассона?
8. С чем связано несовпадение экспериментального и теоретического значений коэффициента Пуассона?

#### 2. Тема: Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом

##### Контрольные вопросы

1. При каких условиях возникают явления переноса? Сформулируйте основные законы их определяющие.
2. Как связаны между собой коэффициенты  $\eta$ ,  $D$ ?
3. Что понимают под средней длиной свободного пробега молекул?
4. Какая скорость входит в выражение для числа Рейнольдса? Почему? Что характеризует число Рейнольдса?
5. Как изменяется вязкость газов и жидкости с ростом температуры?
6. Одинаков ли механизм вязкости жидкости и газов?
7. Запишите уравнения диффузии, теплопроводности, внутреннего трения.
8. Какова причина возникновения силы внутреннего трения?
9. От каких параметров зависит коэффициент внутреннего трения?
10. Какое течение жидкости называется ламинарным? Турбулентным?
11. Каков критерий определения характера течения жидкости?
12. Как определить число Рейнольдса?

#### 3. Тема: Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

##### Контрольные вопросы

1. В чем сущность явлений переноса?
2. При каких условиях возникают явления переноса?
3. Выведите формулу (7) для теплопроводности воздуха для описываемого эксперимента.
4. Объясните физическую сущность закона Фурье?
5. Какова связь между температурой и средней кинетической энергией молекул?
6. Зависит ли теплопроводность газа от числа молекул в единице объема, от давления? Почему?
7. Сформулируйте зависимость теплопроводности газа от длины свободного пробега, средней скорости молекул, плотности и теплоемкости газа. Объясните физическую сущность полученного выражения.

#### 4. Тема: Определение температуры плавления и теплоты кристаллизации олова.

## **Контрольные вопросы**

1. Как опытным путем определить температуру плавления кристаллического твердого вещества?
2. Что такое фаза? Какие превращения называются фазовыми переходами I и II рода? Приведите примеры.
3. Что такое энтропия? В чём заключается её статистический смысл?
4. Каков характер изменения энтропии для обратимых и необратимых процессов в закрытых и открытых системах?
5. Что такое теплота кристаллизации вещества?

## **5.2 КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Оцениваемые компетенции ОПК-18**

#### **5.2.1. Форма контроля : тест в ЭОС «MOODLE»**

#### **5.2.2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста**

При проведении текущего контроля обучающимся по отдельным темам будет предложен тест, содержащий от 10 до 20 вопросов в зависимости от раздела по которому проводится контроль.

Тест содержит вопросы из базы, сформированной в электронной системе обучения филиала КузГТУ (350 заданий по всем темам курса).

Формирование теста происходит случайным образом, поэтому у каждого обучающегося свой набор заданий.

Итоговый тест за семестр состоит из 20 заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов.

#### **5.2.3. Критерии оценивания**

Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) теста – **100 баллов (100% заданий)**. Минимальный пороговый балл теста соответствует **65 баллам (65% заданий)**

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		

#### **5.2.4. Процедура выполнения и проверки теста**

Тесты выполняются в компьютерном классе на практических занятиях в течение семестра. Тесты выполняются с использованием системы Moodle.

В процессе выполнения теста обучающиеся могут делать черновые записи. Черновые записи при проверке не рассматриваются.

Время выполнения теста от 30 до 90 минут в зависимости от количества вопросов. Инструктаж, предшествующий выполнения теста, не входит в указанное время.

Проверка правильности выполнения заданий производится автоматически после выполнения теста.

В процессе выполнение теста использование дополнительной методической литературы, мобильных устройств связи и других источников информации не допускается.

#### **5.2.5. Структурированная база контрольных учебных заданий для тестов**

(Полная база заданий находится в электронной обучающей системе филиала КузГТУ в г. Белово)

### Раздел 1. Термодинамика

1) Какое давление измеряется с помощью манометра?

- а) избыточное**
- б) барометрическое
- в) атмосферное
- г) абсолютное
- д) разрежение

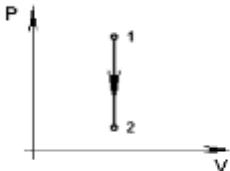
2) Какое из перечисленных терминов не является параметром состояния рабочего тела?

- а) давление
- б) внутренняя энергия
- в) температура
- г) теплота**
- д) энталпия

3) Работой расширения называется ...

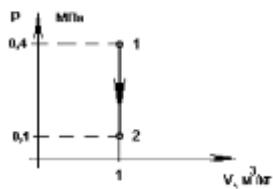
- а) работа увеличения поверхности тела против сил поверхностного натяжения**
- б) работа перемещения тела в пространстве
- в) количество энергии, которое передается на молекулярном уровне без видимого движения тел
- г) внутренняя энергия тела

4) Если  $T_1 = 400\text{ K}$ ,  $T_2 = 40\text{ K}$ ,  $P_2 = 1\text{ кПа}$ , то в процессе 1 – 2, показанном на рисунке, давление в точке 1 равно \_\_\_\_ кПа.



- а) 10**
- б) 0,1
- в) 1000
- г) 0,001

5) Изменение внутренней энергии газа в процессе 1 – 2, представленном на графике, равно  $\Delta u = 50\text{ кДж/кг}$ . Теплота в процессе 1 – 2 составляет \_\_\_\_ кДж/кг.



- а) 50**
- б) – 50
- в) 3050
- г) 25

## Раздел 2. Основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах

1) Перенос теплоты от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их твердую стенку называется

- а) теплопроводностью
- б) теплоотдачей**
- в) теплопередачей
- г) лучистым теплообменом
- д) конвекцией

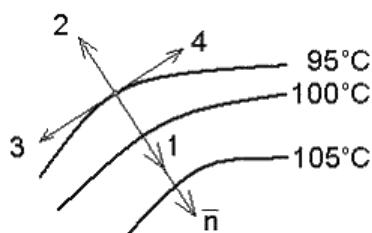
2) Какие твердые тела обладают хорошей теплопроводностью?

- а) пластмассовые
- б) деревянные
- в) резиновые
- г) металлические**

3) Физический смысл коэффициента температуропроводности состоит в том, что он характеризует ...

- а) скорость изменения температуры в теле**
- б) способность тела проводить теплоту
- в) направление распространения теплоты в теле
- г) направление увеличения температуры в теле

4) Изотермические поверхности, изображенные на рисунке ...



- а) не могут пересекаться**
- б) всегда пересекаются
- в) всегда пересекаются в одной точке
- г) пересекаются в **n** точках, в зависимости от условий задачи

5) Коэффициент теплопроводности в законе Фурье характеризует ...

- а) способность вещества проводить теплоту**
- б) скорость изменения температуры
- в) теплоемкость тела
- г) температуропроводность тела

## Раздел 3. Топливо и основы горения

1) Дайте определение понятия «горение»?

- а) это химическая реакция окисления, идущая с высокой скоростью, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и обычно света.**

- б) это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением большого количества тепла и образованием сжатых газов, способных производить работу**

в) это химическая реакция, сопровождающаяся выделением тепловой энергии это использование угольного сырья для получения тепловой и электрической энергии  
г) нет правильного определения

2) Что такое низшая теплота сгорания топлива?

а) количество теплоты, выделяющееся при сгорании одного кг топлива минус тепловые потери

**б) количество теплоты, выделяющееся при сгорании одного кг топлива без учета теплоты конденсации водяных паров в дымовых газах**

в) количество теплоты, выделяющееся при сгорании одного кг углерода топлива за вычетом теплоты затраченной на испарения влаги

г) вся полезно использованная теплота

д) количество теплоты, которые выделяется при сгорании 1 кг топлива

3) Что называется зольностью топлива?

**а) содержание в процентах негорючего остатка, который создаётся из минеральных примесей топлива при его полном сгорании**

б) это твердые негорючие серосодержащие примеси в топливе

в) это твердые отложения на внутренней поверхности газохода котла, дымового тракта и дымовой трубы

г) твердый остаток после завершения выхода летучих

д) твёрдый негорючий остаток после полного выгорания органической части и преобразования минеральной части топлива

4) Горение органического топлива является примером реакции...

а) термического разложения

**б) экзотермической**

в) расщепления

г) эндотермической

5) Процесс горения протекает при наличии ...

а) пламени, дыма и свечения

б) условий для теплообмена

в) окислителя и горючего вещества

**г) окислителя, горючего вещества и источника воспламенения**

#### **Раздел 4. Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника и их термодинамический анализ**

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

1) Уравнение  $\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$  соответствует ...

**а) ДВС со сгоранием при  $v = \text{const}$**

б) ДВС со сгоранием при  $p = \text{const}$

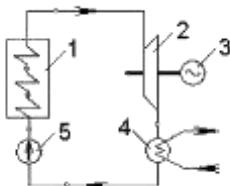
в) ДВС со сгоранием при  $v = \text{const}$  и  $p = \text{const}$

г) компрессоры

2) Если  $p_1 = 0,5 \text{ МПа}$ ,  $p_2 = 1 \text{ МПа}$ , то степень повышения давления воздуха в компрессоре ГТУ равна ...

- а) 2  
б) 0,5  
в) 1  
г) 0

3) Элементы 1 и 2 паросиловой установки, представленной на рисунке, соответствуют ...



- а) 1 – паровому котлу, 2 – паровой турбине  
б) 1 – паровой турбине, 2 – электрическому генератору  
в) 1 – конденсатору, 2 – паровой турбине  
г) 1 – паровому котлу, 2 – питательному насосу  
4) Идеальным циклом теплового насоса является ...  
а) обратный цикл Карно  
б) прямой цикл Карно  
в) цикл Ренкина  
г) цикл Дизеля

5) Холодильным коэффициентом называется ...

- а) отношение теплоты  $q_2$ , отнимаемой в испарителе, к затраченной на привод мотор-компрессора работе  $q_1 - q_2$   
б) отношение теплоты  $q_1$ , отнимаемой в испарителе, к затраченной на привод мотор-компрессора работе  $q_2 - q_1$   
в) отношение теплоты, преобразованной в работу  $q_1 - q_2$ , к подводимой теплоте  $q_1$   
г) отношение  $q_1$  к  $q_2$

## 6. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 6.1 Оцениваемые компетенции ОПК-18

**6.2 Форма контроля:** текущий контроль (ТК) выполняется в виде устного или письменного опроса. Опрос проводится по контрольным вопросам к разделам дисциплин. Во время опроса обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

### 6.3 Критерии оценивания

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный материал);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);

- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

#### **Шкала оценивания**

- 85–100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65–84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 25–64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0–24 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0..64 баллов	65..100
Шкала оценивания	не засчитано	засчитано

#### **6.4 Содержание самостоятельной работы:**

1. Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к опросу по контрольным вопросам (6.5) или тестируемому (см. 5.2).
2. Оформление отчетов по лабораторным работам (см. 5.1)
3. Подготовка к промежуточной аттестации.

#### **6.5 Вопросы для опроса**

##### **1 Термодинамика**

1. Основные свойства и параметры состояния термодинамических систем.
2. Термодинамический процесс.
3. Смеси рабочих тел, их характеристики и законы.
4. Теплоемкость.
5. Законы термодинамики.
6. Термодинамические процессы, циклы и основы их анализа.
7. Круговые термодинамические процессы (циклы).
8. Прямой и обратный циклы Карно. Термодинамические процессы идеальных газов.
9. Воздействие на поток геометрии канала.
10. Сущность процесса дросселирования. Изменение параметров рабочего тела при дросселировании.

##### **2. Основные закономерности теплообмена и массообмена при стационарном и нестационарном режимах**

1. Теплопроводность: основные положения, температурное поле, основной закон теплопроводности.
2. Конвекция: основы теории конвективного теплообмена, режимы течения, коэффициент теплоотдачи.
3. Интенсификация теплообмена.
4. Типы теплообменных аппаратов.
5. Основы массообмена: основные положения и законы теории массообмена, основные соотношения и модели массопереноса.
6. Основы сушки влажных материалов.
7. Тепломассообменные устройства.

##### **3. Топливо и основы горения**

1. Виды и характеристики топлива.
2. Состав различных видов топлива.
3. Процессы горения различных видов топлива

#### **4. Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника и их термодинамический анализ**

1. Цикл компрессора: характеристики действительного цикла, понятие о многоступенчатом сжатии.

2. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и газотурбинных установок: классификация определение термического КПД и методы его повышения, преимущества газотурбинных установок по сравнению с поршневым ДВС.

3. Тепловые и холодильные циклы.

4. Принципиальная схема паросиловой установки, изображение идеального цикла Ренкина в  $pv$ -,  $Ts$  диаграммах, определение термического КПД цикла, способы повышения экономичности паросиловых установок.

5. Основные понятия о работе холодильных установок, их классификация и характеристики, хладоагенты, требования к ним.

6. Принципиальная схема и работа теплового насоса, его преимущества.

### **7. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Оцениваемые компетенции: ОПК-18**

**7.1. Форма промежуточной аттестации:** устный или письменный опрос обучающихся.

**7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Теплотехника» проводится в соответствии с ОПОП и является обязательной.

Формой промежуточной аттестации является зачет в процессе которого определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций. Инструментом измерения сформированности компетенций являются утвержденные отчеты по лабораторным работам, зачтенный опрос по контрольным вопросам или итоговый тест. Обучающийся сдает зачет, если присутствуют все указанные элементы.

В случае наличия учебной задолженности, обучающийся самостоятельно выполняет лабораторные работы, оформляет по ним отчет, проходит тестирование.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является устный или письменный ответ обучающегося на два теоретических вопроса.

**7.3. Критерии и шкала оценивания**

**Критерии оценивания:**

- степень полноты, точности, самостоятельности ответов на вопросы и задания из экзаменационного билета;
- качество изложения программного материала при ответе на основные и дополнительные вопросы экзаменатора;
- способность увязывать теорию с практикой;
- использование в ответе материала разнообразных литературных источников.

- 85–100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65–84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 50–64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0–49 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

### Шкала оценивания

Количество баллов	0-49	50-64	65-84	85-100
	Не зачтено		Зачтено	

### **7.3. Вопросы для подготовки к зачету.**

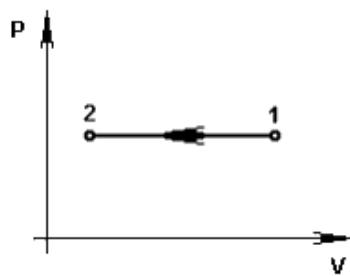
1. Основные свойства и параметры состояния термодинамических систем. Термодинамический процесс.
2. Смеси рабочих тел, их характеристики и законы.
3. Теплоемкость.
4. Работа и теплота, законы преобразования энергии.
5. Сущность первого закона термодинамики. Аналитическое выражение и формулировка первого закона термодинамики.
6. Второй закон термодинамики.
7. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямой и обратный циклы Карно.
8. Основные термодинамические процессы водяного пара. Процессы изменения состояния водяного пара в  $pv$ -,  $Ts$ - и  $is$ -диаграммах.
9. Влажный воздух: область применения, абсолютная и относительная влажность, влагосодержание точки росы,  $id$ -диаграмма
10. Сопло Лаваля.
11. Классификация химических реакций. Тепловые эффекты реакций. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ.
12. Теплопроводность: основные положения, температурное поле, основной закон теплопроводности.
13. Конвекция: основы теории конвективного теплообмена, режимы течения, коэффициент теплоотдачи.
14. Интенсификация теплообмена. Типы теплообменных аппаратов.
15. Основы сушки влажных материалов.
16. Виды и характеристики топлива. Состав различных видов топлива.
17. Процессы горения различных видов топлива.
18. Цикл компрессора: характеристики действительного цикла, понятие о многоступенчатом сжатии.
19. Основные понятия о работе холодильных установок, их классификация и характеристики, хладоагенты, требования к ним.
20. Принципиальная схема и работа теплового насоса, его преимущества.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

### Дисциплина Теплтехника

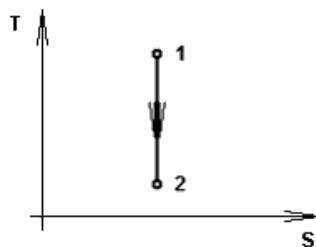
специальность/направление подготовки 21.05.04 Горное дело/01 Подземная разработка пластовых месторождений  
год набора 2022

<b>ОПК</b>	<b>Знать</b>	1. Температура и удельный объем в процессе 1 – 2, показанном на рисунке, соответственно ...
<b>-18</b>		



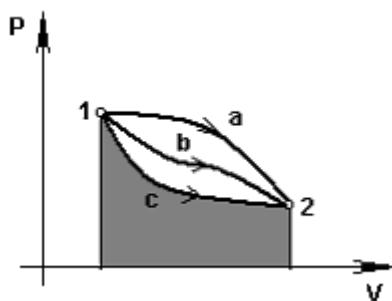
- 1) уменьшается и уменьшается
- 2) увеличивается и уменьшается
- 3) увеличивается и увеличивается
- 4) уменьшается и увеличивается

2. Удельный объем и энтропия в процессе, изображенном на рисунке 1 - 2 соответственно ...



- 1) увеличивается, не изменяется
- 2) уменьшается, не изменяется
- 3) не изменяется, увеличивается
- 4) не изменяется, уменьшается

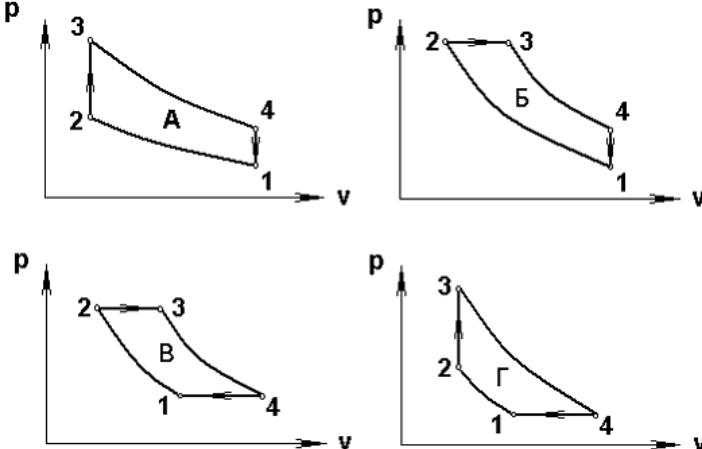
3. Площадь под линией процесса с, показанная на графике, является ...



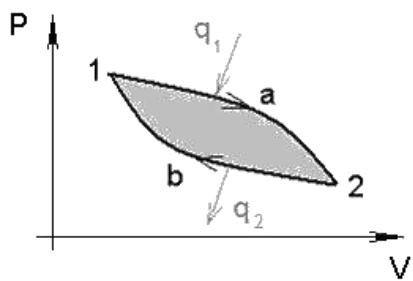
- 1) работой расширения
- 2) работой сжатия
- 3) количеством теплоты
- 4) изменением внутренней энергии

4. Объемная теплоемкость по известной массовой вычисляется по формуле ...

- 1)  $c' = c \cdot \rho$
- 2)  $c' = c / \rho$
- 3)  $c' = c \cdot \mu$

	4) $c' = c / \mu$
	5. Механическая смесь сухого воздуха и водяного пара, называется ... 1) <b>влажным воздухом</b> 2) ненасыщенным влажным воздухом 3) газом 4) паром
	6. При адиабатическом сжатии идеального газа... 1) температура не изменяется, энтропия возрастает; 2) температура возрастает, энтропия убывает; 3) <b>температура возрастает, энтропия не изменяется;</b> 4) температура и энтропия возрастают
	7. Если $dF$ – изменение площади сечения вдоль сопла Лаваля, то сопло суживается при условии ... 1) $dF < 0$ 2) $dF > 0$ 3) $dF = 0$ 4) $dF \geq 0$
	8. Цикл карбюраторного ДВС представлен на графике, обозначенном буквой ...  1) А 2) Б 3) В 4) Г
	9. В схеме газотурбинной установки, представленной на рисунке, элементы 2 и 6 соответствуют ...

	<p>1) 2 – топливному насосу, 6 – электрическому генератору      2) 2 – топливному баку, 6 – газовой турбине      3) 2 – компрессору, 6 – электрическому генератору      4) 2 – камере сгорания, 6 – компрессору</p>
	<p>10. Формула закона Фурье имеет вид ...</p> <p>1) <math>q = -\lambda \cdot gradT</math>      2) <math>q = -gradT</math>      3) <math>q = -\lambda / gradT</math>      4) <math>q = -1/(\lambda \cdot gradT)</math></p>
Уметь	<p>1. Если <math>T_1 = 400\text{ K}</math>, <math>T_2 = 40\text{ K}</math>, <math>P_2 = 1\text{ кПа}</math>, то в процессе 1 – 2, показанном на рисунке, давление в точке 1 равно ____ кПа.</p> <p>1) 10      2) 0,1      3) 1000      4) 0,001</p> <p>2. Если <math>u = 100\text{ Дж/кг}</math>, <math>p = 5\text{ кПа}</math>, <math>v = 1\text{ м}^3/\text{кг}</math>, то удельная энталпия рабочего тела равна ____ Дж/кг.</p> <p>1) 5100      2) 5,1      3) 105      4) 106</p> <p>3. Если <math>q_1 = 1000\text{ кДж/кг}</math>, <math>q_2 = 200\text{ кДж/кг}</math>, то термический КПД цикла, представленного на графике, равен ____ %.</p>

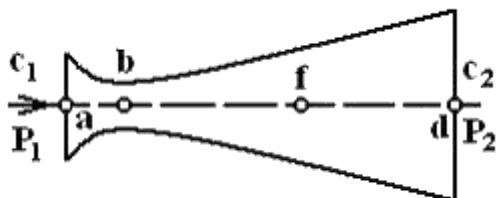


- 1) 80
- 2) - 400
- 3) 20
- 4) 100

4. Смесь идеальных газов состоит из двух компонентов. Их парциальные давления равны  $p_1 = 1000$  Па,  $p_2 = 100$  Па. Полное давление смеси в кПа равно ...

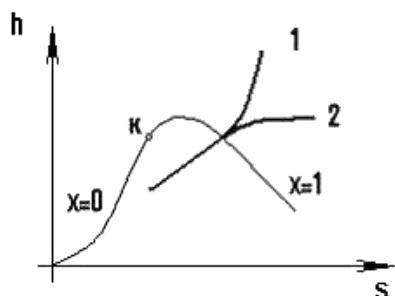
- 1) 1,1
- 2) 1
- 3) 0,9
- 4) 110

5. Если на входе в сопло Лаваля  $c < a$  , где  $a$  – местная скорость звука, то на участке b – d сопла поток ...



- 1) ускоряется
- 2) не изменяется
- 3) тормозится
- 4) не изменяется или тормозится

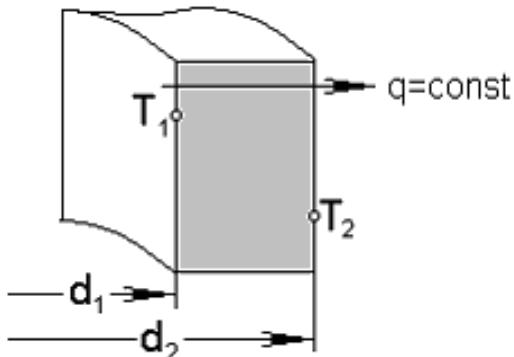
6. Изображенные на графике процессы водяного пара 1 и 2 являются ...



- 1) 1 – изобарный, 2 – изотермический
- 2) 2 – изобарный, 1 – изотермический
- 3) 1 – изобарный, 2 – изохорный
- 4) 1 – изобарный, 2 – адиабатный

$$\ell = 1 \text{ м}, \quad \ell \ln \frac{d_2}{d_1} = 2, \quad \lambda = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

7. Если , то термическое сопротивление цилиндрической стенки  $R$  равно ...



- 1)  $\frac{20}{\pi}$   
 2)  $20\pi$   
 3)  $2\pi$   
 4)  $\frac{2}{\pi}$

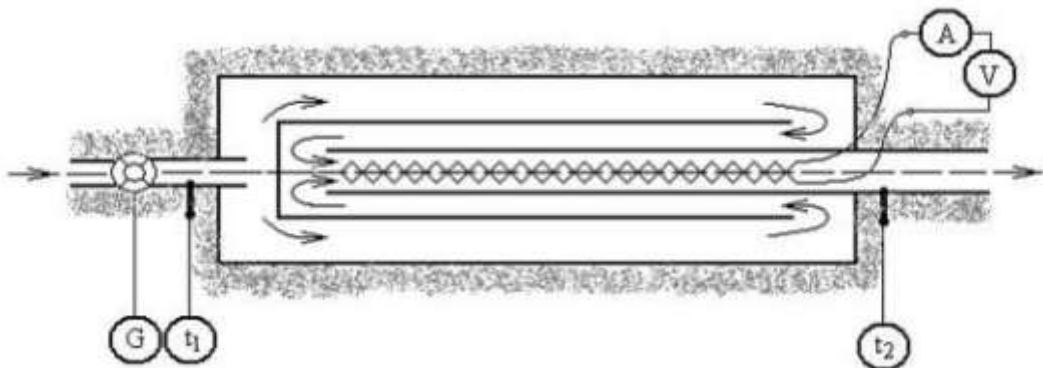
8. Если излучательная способность серого тела  $E = 5000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , то коэффициент излучения тела в  $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4)$  равен ...



$$T = 1000 \text{ К}$$

- 1) 0,5  
 2) 2  
 3) 5,67  
 4) 4

**Владеть** 1. В проточном теплоизолированном калориметре с самоулавливанием тепловых потерь протекает газ.

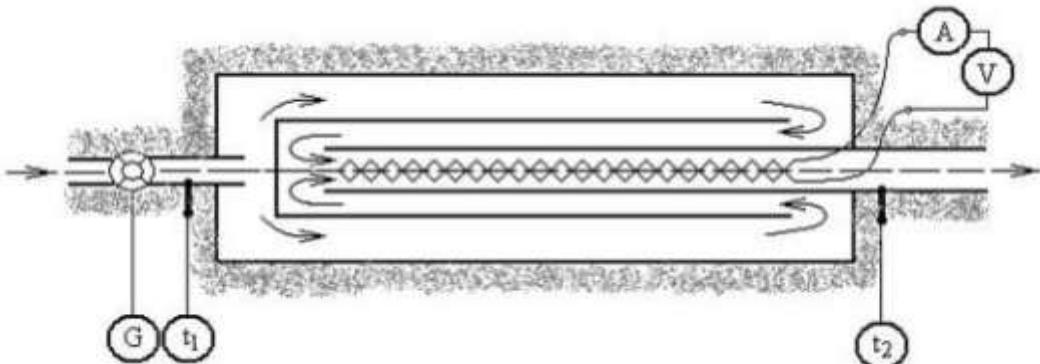


Результаты измерений:  $U=201 \text{ В}$ ,  $I=5 \text{ А}$ ,  $G=0,1 \text{ кг/с}$ .  
 Задание:

Если протекающий через калориметр лабораторной установки гелий (He) можно считать идеальным газом, то  $c_p - c_v = \underline{\hspace{2cm}}$  Дж/(кг·К).  
Укажите один вариант ответа.

- 1) 287
- 2) 461,6
- 3) 488,2
- 4) 296,8

2. В проточном теплоизолированном калориметре с самоулавливанием тепловых потерь протекает газ.



Результаты измерений:  $U=201$  В,  $I=5$  А,  $G=0,1$  кг/с.

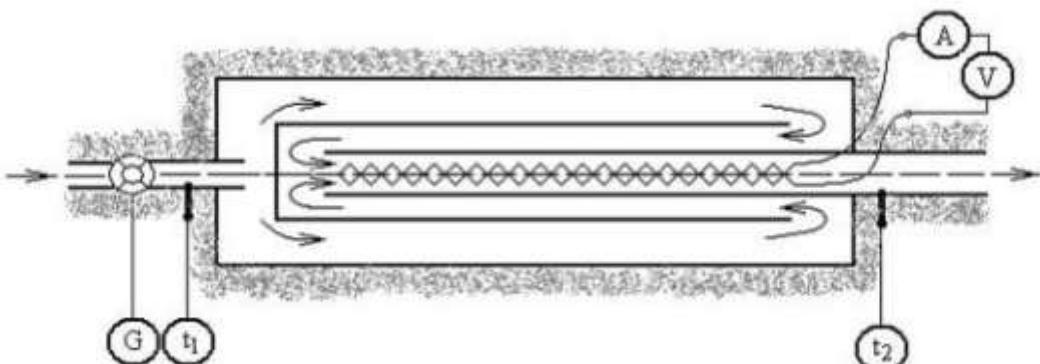
Задание:

При проведении лабораторного эксперимента принимают, что...

Выберите не менее двух вариантов.

- 1)  $l_{mehn} \approx 0$
- 2)  $l_{mehn} \neq 0$
- 3)  $\frac{c_2^2}{2000} - \frac{c_1^2}{2000} \approx 0$
- 4)  $\frac{c_2^2}{2000} - \frac{c_1^2}{2000} \neq 0$

3. В проточном теплоизолированном калориметре с самоулавливанием тепловых потерь протекает газ.



Результаты измерений:  $U=201$  В,  $I=5$  А,  $G=0,1$  кг/с.

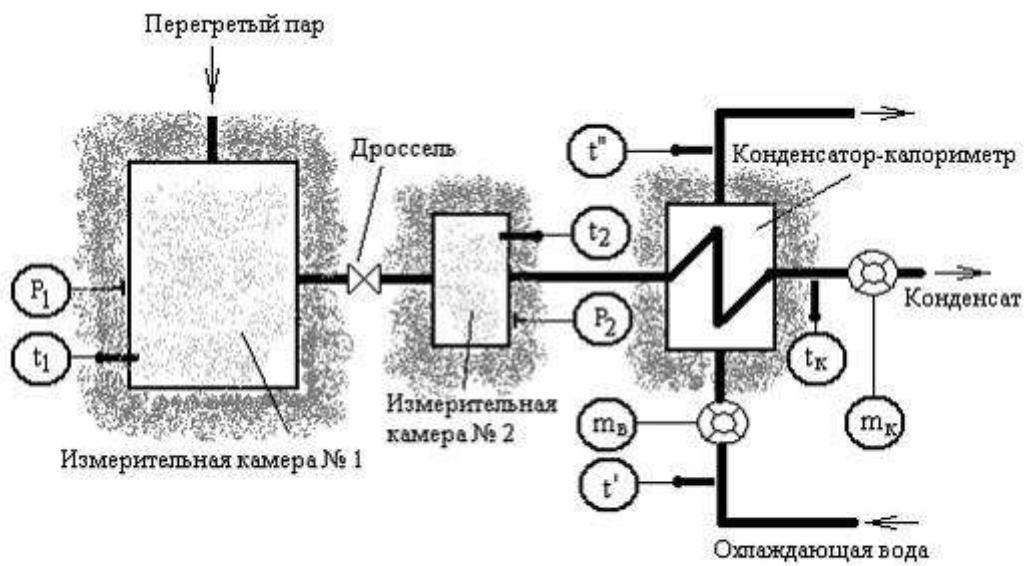
Задание:

Разность энталпий воздуха в проточном калориметре равна  $\underline{\hspace{2cm}}$  кДж/кг.

Результат вычислений округлить до сотых.

10,05

4.



В первой измерительной камере измеряются температура и давление перегретого пара. Далее пар поступает в дроссельный вентиль, где происходит его дросселирование до давления, близкого к атмосферному. Во второй измерительной камере измеряются параметры насыщенного пара после дросселирования. В конденсаторе-калориметре происходит конденсация пара. Показания

приборов:  $P_1 = 20 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 375^\circ\text{C}$ ,  $P_{2S} = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $t_{2S} = 347,4^\circ\text{C}$ ,  
 $x_2 = 0,95$ ,  $h_K = 417,44 \text{ кДж/кг}$ ,  $m_B = 4,5 \text{ кг}$ ,  $m_K = 0,299 \text{ кг}$ ,  
 $t' = 20^\circ\text{C}$ ,  $t'' = 35^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

Энталпия  $m$  кг перегретого пара в измерительной камере 1 вычисляется по формулам ...

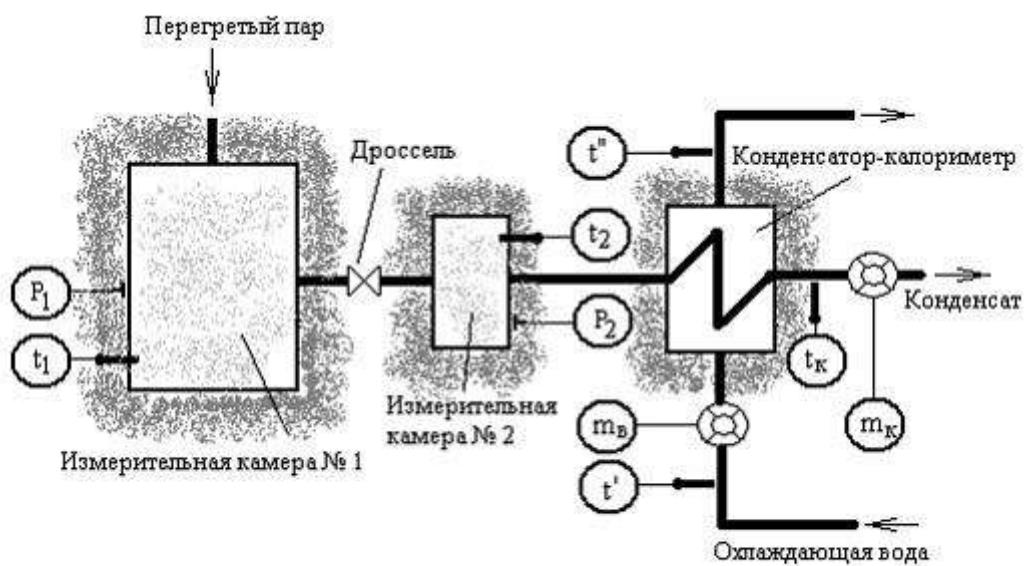
$$1) \quad H_1 = m/h_1$$

$$2) \quad H_1 = m \cdot (u_1 + p_1 \cdot v_1)$$

$$3) \quad H_1 = m \cdot h_1$$

$$4) \quad H_1 = m \cdot (u_1 - p_1 \cdot v_1)$$

5.



В первой измерительной камере измеряются температура и давление перегретого пара. Далее пар поступает в дроссельный вентиль, где происходит его дросселирование до давления, близкого к атмосферному. Во второй измерительной камере измеряются параметры насыщенного пара после дросселирования. В конденсаторе-калориметре происходит конденсация пара. Показания

приборов:  
 $P_1 = 20 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 375^\circ\text{C}$ ,  $P_{2S} = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $t_{2S} = 347,4^\circ\text{C}$ ,  
 $x_2 = 0,95$ ,  $h_K = 417,44 \text{ кДж/кг}$ ,  $m_b = 4,5 \text{ кг}$ ,  $m_K = 0,299 \text{ кг}$ ,  
 $t' = 20^\circ\text{C}$ ,  $t'' = 35^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

$p, \text{ Па}$	$t, {}^\circ\text{C}$	$h, \text{ кДж/кг}$
$2,0 \cdot 10^5$	375	3215,0
$2,0 \cdot 10^6$	375	3182,1
$2,0 \cdot 10^7$	375	2602,4

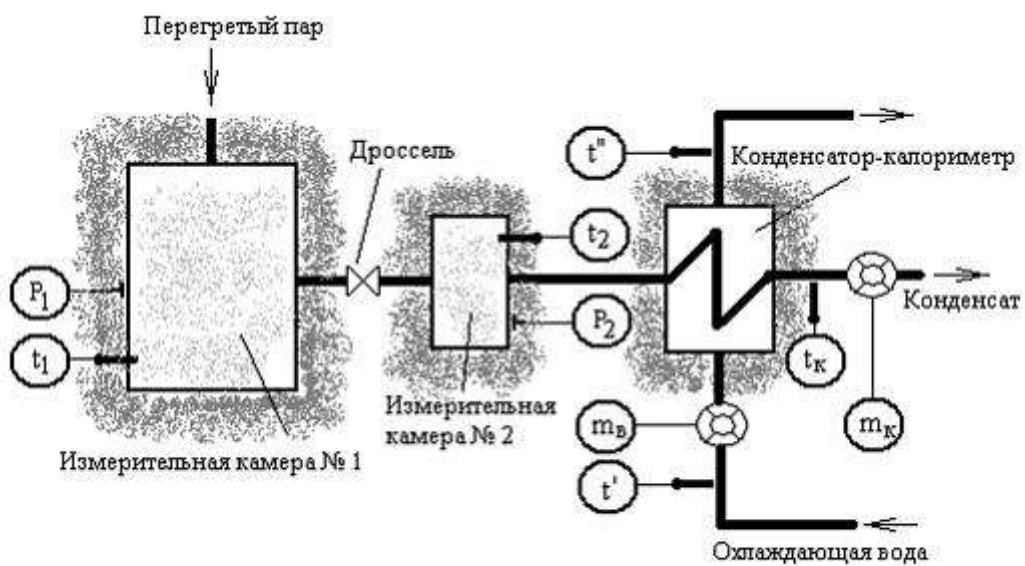
Энталпия перегретого пара в измерительной камере № 1, найденная по таблице теплофизических свойств воды и водяного пара, равна

кДж / кг.

(Результат округлить до целых.)

- 1) 2600
- 2) 3215
- 3) 3182
- 4) 2602**

6.



В первой измерительной камере измеряются температура и давление перегретого пара. Далее пар поступает в дроссельный вентиль, где происходит его дросселирование до давления, близкого к атмосферному. Во второй измерительной камере измеряются параметры насыщенного пара после дросселирования. В конденсаторе-калориметре происходит конденсация пара. Показания

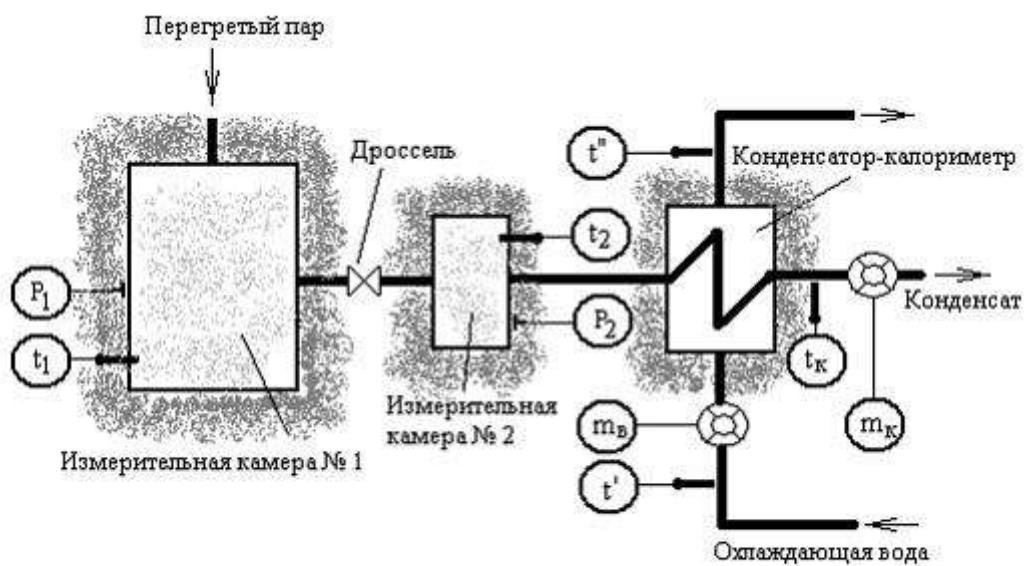
приборов:  
 $P_1 = 20 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 375^\circ\text{C}$ ,  $P_{2S} = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $t_{2S} = 347,4^\circ\text{C}$ ,  
 $x_2 = 0,95$ ,  $h_K = 417,44 \text{ кДж/кг}$ ,  $m_b = 4,5 \text{ кг}$ ,  $m_K = 0,299 \text{ кг}$ ,  
 $t' = 20^\circ\text{C}$ ,  $t'' = 35^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

В процессе дросселирования пара в лабораторной установке ...

Выберите не менее 2-х вариантов ответа.

- 1) температура увеличивается
- 2) давление увеличивается
- 3) температура уменьшается**
- 4) давление уменьшается**

7.



В первой измерительной камере измеряются температура и давление перегретого пара. Далее пар поступает в дроссельный вентиль, где происходит его дросселирование до давления, близкого к атмосферному. Во второй измерительной камере измеряются параметры насыщенного пара после дросселирования. В конденсаторе-калориметре происходит конденсация пара. Показания

приборов:  
 $P_1 = 20 \text{ МПа}$ ,  $t_1 = 375^\circ\text{C}$ ,  $P_{2S} = 1,6 \text{ МПа}$ ,  $t_{2S} = 347,4^\circ\text{C}$ ,  
 $x_2 = 0,95$ ,  $h_K = 417,44 \text{ кДж/кг}$ ,  $m_b = 4,5 \text{ кг}$ ,  $m_K = 0,299 \text{ кг}$ ,  
 $t' = 20^\circ\text{C}$ ,  $t'' = 35^\circ\text{C}$ ,  $c_p = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

Удельная энталпия пара в измерительной камере 1 (2) представляет собой функцию вида ...

Выберите не менее 2-х вариантов ответа.

1)  $h_2 = u_2 + p_2 \cdot v_2$

2)  $h_1 = u_1 - p_1 \cdot v_1$

3)  $h_1 = u_1 + p_1 \cdot v_1$

4)  $h_2 = u_2 - p_2 \cdot v_2$